

**УЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА
МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**БУХОРО ОЗИҚ-ОВҚАТ ВА ЕНГИЛ САНОАТ
ТЕХНОЛОГИЯСИ ИНСТИТУТИ**

«Умумий кимё» кафедраси

Гуламова М.Т.

АНАЛИТИК КИМЁ

Бухоро – 2004

ТАҚРИЗЧИЛАР:**Мухаммадиев Б.Т.** «Умумий кимё»

кафедраси мудири, доцент

Исабоев И.Б. «Ёғ ва мой технологияси»

кафедраси доценти

Услубий кўрсатма Бухоро ОО ва ЕСТИ «Умумий кимё» кафедраси (2004 й _____ сентябрь баённома № ____) ва Институт услубий кенгаши (2004 йил _____ баённома № ____) йиғилишларида тасдиқланган ва чоп этишга тавсия этилган.

А н н о т а ц и я

Аналитик кимё фанни муҳим назарий ва амалий аҳамиятга эга. Ишлаб чиқаришнинг ҳар қандай тармоғида, айниқса озиқ-овқат саноати маҳсулотларини идентификациялаш яъни сифат таркибини назорат қилиш , сўнгра микдор таркиби аниқлаш аналитик кимёсиз бажарилмайди.

Услубий кўрсатмада сифат анализининг ҳар бир боби бўйича қисқача назарий асослар, масалалар ечишга доир намуналар, назорат саволлари, мустақил ечиш учун масалалар, илова қисмида доимий катталиклар келтирилган жадваллар берилган.

КИРИШ

Аналитик кимё - моддаларнинг сифат ва миқдорий таркибини анализ қилишнинг назарий асослари ва усулларини ўрганадиган фандир. Аналитик кимё сифат ва миқдор анализидан иборат. Сифат анализининг вазифаси таркиби номаълум модда ёки аралашманинг таркибий қисмларини, яъни у қандай элемент ёки ионлардан таркиб топганлигини аниқлашдир. Миқдорий анализнинг вазифаси эса моддадаги ёки аралашмадаги бир ёки бир неча таркибий қисмлар миқдорини аниқлашдан иборатдир.

Сифат анализи одатда миқдорий анализдан олдин ўрганилади, чунки текшириладиган модданинг олдиндан, маълум бўлган бирорта таркибий қисмининг фоиз миқдорини аниқлаш зарур бўлганда ҳам, сифат таркибини ўрганмай аниқлаб бўлмайди. Шунинг учун моддаларни анализ қилишга доир муаммоларни кимёвий, физикавий ва физик-кимёвий усулларни қўллаш билан ҳал этиш мумкин.

Кимёвий усул билан иш кўрилганда аниқланиши лозим бўлган элемент ёки ион ўзига хос хусусиятли бирор бирикмага айлантирилади ва айни бирикма ҳосил бўлганлиги асосида хулоса қилинади. Анализнинг физикавий усуллари модданинг кимёвий таркиби билан унинг айрим физикавий хоссалари ўртасидаги боғланишдан фойдаланишга асосланган (спектрал, люминесцент, рентгеноструктура ва ҳоказо.).

Анализнинг физик-кимёвий усуллари модданинг кимёвий реакциялар жараёнида физикавий хоссаларининг ўзгаришини аниқлашга асосланган. Бу уччала анализ усуллари орасига ҳамма вақт кескин чегара қўйиб бўлмайди. Баъзан физикавий ва физик-кимёвий анализ усуллари инструментал анализ усуллари дейилади. (спектрал, электрокимёвий, хроматографик, экстракция ва бошқалар).

ҚИСМ. СИФАТ АНАЛИЗИ

I БОБ.

1. Аналитик реакцияларнинг сезилувчанлиги

Сифат анализда аналитик реакцияларнинг сезилувчанлиги катта аҳамиятга эга. Реакциянинг сезирлиги қанча катта бўлса, модданинг очиш миқдори шунча кам бўлади.

Агар модда қийин эрийдиган бўлса, топиладиган ионнинг концентрацияси ниҳоятда оз бўлса, ҳам чўкма тушса, бундай реакциялар сезилувчан реакциялар дейилади.

Реакциянинг сезилувчанлиги миқдорий жиҳатдан бир-бирига боғланган: топилиш минимуми (m), чексиз суюлтиргандаги концентрация ($C_{\text{чек.суюл.}}$) ёки чексиз суюлтириш чегараси ($V_{\text{чек.суюл.}}$) ва чексиз суюлтирилгандаги энг кам ҳажм ($V_{\text{мин}}$) билан тавсивланади.

Топилиш минимуми берилган шароитда реакциянинг бажариш мумкин бўлган модда ёки ионнинг энг кам миқдори топилиш минимуми микрограммларда ифодаланиб, грекча γ (гамма) харфи билан белгиланади:

$$1 \text{ мкг} = 0,001 \text{ мг} = 10^{-6} \text{ г ёки } 10^{-9} \text{ кг.}$$

Масалан: Кальций ионини H_2SO_4 билан таъсирлашиб микрокристалл чўкма ҳосил қилиш реакциясининг очилиш минимуми $0,4 \cdot 10^{-10}$ кг.ни ташкил этди. Демак эритмада Ca^{2+} ионини миқдори $0,4 \cdot 10^{-10}$ кг бўлса, H_2SO_4 таъсирида чўкма ҳосил бўлади, ундан кам бўлса, чўкма тушмайди. Очилиш минимуми қанча кичик бўлса, реакция, тўлиқ ва тез боради. Топилиш минимуми реакциянинг сезилувчанлигини тўлиқ ифода қила олмайди, чунки эритмада тегишли модда ёки ионнинг фақат абсолют миқдоригина эмас, балки концентрацияси ҳам аҳамиятли. Шунинг учун модда (ион)нинг тегишли реакцияси билан топиш мумкин бўлган энг кам концентрациясини ифодаловчи катталик чексиз суюлтиргандаги концентрациядан ҳам фойдаланилади. Чексиз суюлтиргандаги концентрация аниқланадиган ионнинг массасини энг кўп эритувчининг массасига, нисбати, билан ифодаланди. $C_{\text{чек.суюл.}}$,г/мл,кг/м³. Агар эритувчи сув бўлса, масса ўрнига

ҳажми олинади. Чексиз суюлтирилган концентрациянинг тескари қиймати – чексиз суюлтириш чегараси дейилади.

У 1 кг аниқланадиган ион қанча масса эритувчида сақланишини кўрсатади (г/мл, кг/м³). Чексиз суюлтириш концентрацияси қанча кичик бўлса, чексиз суюлтириш чегараси шунча катта бўлади.

Аниқланадиган ионни топиш минимумини сақлаган эритма ҳажми чексиз суюлтирилгандаги энг кам ҳажми дейилади ($V_{\text{мин}}$).

Юқоридаги катталиклар орасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$m = C_{\text{чек.суюл.}} * V_{\text{мин}} * 10^6, \text{мкг} \quad \text{ёки}$$

$$m = C_{\text{чек.суюл.}} * V_{\text{мин}} * 10^{-3}, \text{кг} \quad (1)$$

Агар $C_{\text{чек.суюл.}}$ ўрнига $V_{\text{чек.суюл}}$ берилган бўлса,

$$m = \frac{V_{\text{мин}} * 10^6}{V_{\text{чек.суюл.}}} \text{мкг} \quad \text{ёки} \quad m = \frac{V_{\text{мин}} * 10^{-3}}{V_{\text{чек.суюл.}}} \text{кг} \quad (2)$$

(1) тенгламадан,

$$C_{\text{чек.суюл.}} = \frac{m}{V_{\text{мин}} * 10^6} \text{г/мл} \quad \text{ёки} \quad C_{\text{чек.суюл.}} = \frac{m}{V_{\text{мин}} * 10^3} \text{кг/м}^3 \quad (3)$$

Агар чексиз суюлтириш чегараси $V_{\text{чек.суюл.}}$ берилган бўлса, унда $C_{\text{чек.суюл.}}$ қуйидагича ҳисобланади:

$$C_{\text{чек.суюл.}} = \frac{1}{V_{\text{чек.суюл}}} (\text{г/мл}) \quad \text{ёки} \quad C_{\text{чек.суюл.}} = \frac{1}{V_{\text{чек.суюл}} * 10^{-3}} (\text{кг/м}^3) \quad (4)$$

(1) ва (2) тенгламадан

$$V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 10^6}{m} (\text{мл/г}) \quad \text{ёки} \quad V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 10^{3+}}{m} (\text{м}^3 / \text{кг}) \quad (5)$$

Агар чексиз суюлтириш концентрацияси берилган бўлса, унда $V_{\text{чек.суюл}}$ қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{1}{C_{\text{чек.суюл.}}} (\text{мл/г}) \quad \text{ёки} \quad V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{10^{-3}}{C_{\text{чек.суюл.}}} (\text{м}^3 / \text{кг})$$

Чексиз суюлтирилгандаги энг кам ҳажм қуйидагича ҳисобланади:

$$V_{\text{мин}} = \frac{m * V_{\text{чек.суюл.}}}{10^6} (\text{мл}) \quad \text{ёки} \quad V_{\text{мин}} = \frac{m * V_{\text{чек.суюл.}}}{10^{12}} (\text{м}^3)$$

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Алюминий ионини микрокристаллоскопик очишда чексиз суюлтириш чегараси 150000 мл/г, эритманинг энг кам ҳажми 0,06 мл бўлса, топиш минимумини ҳисобланг.

Берилган:

$$V_{\text{чек.суюл.}} = 150000 \text{ мл/г}$$

$$V_{\text{мин}} = 0,06 \text{ мл}$$

$M_{\text{мин}}$ - ?

Ечиш.

Топиш минимуми қуйидаги формула асосида ҳисобланади.

$$V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 10^6}{m_{\text{мин}}} (\text{мл} / \text{г})$$

$$m_{\text{мин.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 1 * 10^6}{V_{\text{чек.суюл.}}} = \frac{0,06 * 10^6}{150000} = \frac{6}{15} = 0,4 \text{ мг}$$

2-масала. Ca^{2+} ионнинг сульфат ионни билан топилиш минимуми 0,04 мкг. Эритманинг чексиз суюлтириш чегараси 1250000 мл/г. Текшириладиган эритмани энг кам ҳажмини ҳисобланг.

Берилган:

$$m_{\text{мин}} = 0,04 \text{ мкг}$$

$$V_{\text{чек.суюл.}} = 1250000 \text{ мл/г}$$

$V_{\text{мин}}$ - ?

Ечиш.

Эритманинг энг кам ҳажми қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 1 * 10^6}{m_{\text{мин}}}$$

$$V_{\text{мин.}} = \frac{V_{\text{чек.суюл.}} * m}{1 * 10^6} = \frac{0,04 * 1250000}{1000000} = 0,5 \text{ мл}$$

3-масала. N^{2+} ионини томчи реакцияси билан аниқлашда, чексиз суюлтириш чегараси 400000 мол/ г, энг кам ҳажми 0,02 мл бўлса, топилиш минимумини ҳисобланг.

Берилган:

$$V_{\text{мин}} = 0,02 \text{ мл}$$

$$\underline{V_{\text{чек.суюл.}} = 400000 \text{ мл/г}}$$

$m_{\text{мин}}$ - ?

Ечиш.

Топилиш минимумини ҳисоблашда қуйидаги формуладан фойдаланамиз:

$$V_{\text{чек.суюл.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 1 * 10^6}{m_{\text{мин}}}$$
$$m_{\text{мин.}} = \frac{V_{\text{мин}} * 1 * 10^6}{V_{\text{чек.суюл.}}} = \frac{0,02 * 1 * 10^6}{400000} = 0,05 \text{ мг}$$

Назорат саволлари

1. Сифат анализининг моҳияти, предмети ва вазифалари ҳақида қисқача тушунча беринг?
2. Қандай реакцияларга аналитик реакциялар дейилади? Аналитик реакцияларнинг очилиш минимуми, сезгирлиги ва ўзига хослиги тушунчаларини мисоллар билан тушунтиринг.
3. Аналитик гуруҳ ва гуруҳ реагенти нима? Катионларнинг гуруҳларга тақсимланиши нимага асосланган.
4. Биринчи аналитик гуруҳ катионларига умумий тавсиф беринг.
5. Иккинчи аналитик гуруҳ катионларига умумий тавсиф беринг.
6. Иккинчи аналитик гуруҳ катионларига гуруҳ реагентининг таъсири.
7. Учинчи аналитик гуруҳ катионларига умумий тавсиф беринг.
8. Учинчи аналитик гуруҳ катионларига гуруҳ реагентининг таъсири.
9. аналитик гуруҳ катионларига умумий тавсиф беринг.
10. Бешинчи аналитик гуруҳ катионларига умумий тавсиф беринг.
11. Тўртинчи ва бешинчи гуруҳ катионларига гуруҳ реагентини таъсири.
12. Анионларнинг гуруҳларга тақсимланиши.

Мустақил ечиш учун масалалар

1. Ag^+ ионини хлорид кислота билан топилиш минимуми 0,1 мкг эритманинг чексиз суюлтириш чегараси 10000 мл/г. Текшириладиган эритманинг энг кам ҳажмини ҳисобланг. (Ж. 0,001 мл)

2. Эритмада Ca^{2+} ионини чексиз суюлтириш чегараси 50000 мл/г Ca^{2+} ионини оксалат ионии билан аниқлашдаги энг кам ҳажм 0,03 мл. Топилиш минимумини ҳисобланг. (Ж.0,6 мкг)

3. Ba^{2+} ионини микрокристаллоскопик реакция асосида SO_4^{2-} иони билан 0,001 мл эритмадан аниқлаш мумкин. Эритмани чексиз суюлтириш чегараси 20000 мл/г бўлса, топилиш минимумини ҳисобланг. (Ж.0,05 мкг)

4. Ca^{2+} ионини (аммоний оксалат билан чексиз суюлтиргандаги концентрация 1:20000 г/мл, эритмани энг кам ҳажми $1 \cdot 10^{-3}$ мл. Шу реакция учун Ca^{2+} ионини топилиш минимумини ҳисобланг. (Ж.0,05 мкг)

5. Co^{2+} ионини пикрин кислотаси билан чексиз суюлтиргандаги концентрацияси 1:6500 г/мл, топилиш минимуми 0,3 мкг бўлса, эритманинг энг кам ҳажмини ҳисобланг. (Ж.0,002 мл)

6. B^{3+} ионини β-нафталамин билан топилиш минимуми 1 мкг. Висмут тузи эритмасининг энг кам ҳажми 0,001 мл. Текшириладиган эритманинг чексиз суюлтиргандаги концентрациясини ва чексиз суюлтиргандаги ҳажмини ҳисобланг. (Ж.1:1000 г/мл; 1000 мл/г)

7. Cu^{2+} ионини микрокристаллоскопик реакция билан $\text{K}_2\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6$ кўринишида ўрганишда томчида топилиш минимуми 0,03 мкг, ҳажми 0,001 мл. Чексиз суюлтиришдаги концентрацияни ҳисобланг. (Ж.1:33000 г/мл)

8. Al^{3+} ионини томчи реакцияси билан ализарин ёрдамида чўктиришда топилиш минимуми 0,15 мкг, чексиз суюлтириш чегараси 333000 мл/г. Энг кам эритма ҳажмини ҳисобланг.

9. Fe^{2+} ионини Чугаев реактиви билан очишда энг кам ҳажм 0,05 мл чексиз суюлтириш чегараси 125000 мл/г бўлса, топилиш минимумини ҳисобланг.

10. Ca^{2+} ионини кальций оксалат ҳолида чўктириш реакцияси учун чексиз суюлтириш чегараси 2000 мл/г топилиш минимуми 25 мкг бўлса, сифат реакциясини бажариш учун зарур бўлган энг кам эритма ҳажмини ҳисобланг.

11. N^{2+} ионини диметилглиоксим билан топилиш минимуми 0,16 мкг чексиз суюлтириш чегараси 300000 мл/ г бўлса, энг кам эритма ҳажмини ҳисобланг. (Ж.0,05 мл)

12. 0,05 мл Cu^{2+} ионини топилиш минимуми 0,2 мкг бўлса, эритмани чексиз суюлтириш чегарасини ҳисобланг.

2. Эритма концентрациясини ифодалаш усуллари

Аналитик кимёда ҳамма вақт аниқ концентрациядаги эритмалардан фойдаланилади. Концентрация эритмада эритувчи ва эриган модда қандай нисбатларда бўлишини ифодалайди. Эритмалар тайёрлаш усули ва концентрацияларининг ўлчов бирлигига қараб миқдорий ва ҳажмий концентрацияларга бўлинади:

Миқдорий концентрация ўз навбатида фоизли ва моляль концентрацияга ажратилган. а) Фоизли концентрация - 100 г ёки $1 \cdot 10^{-2}$ кг эритмада эриган модданинг г ёки кг миқдори билан (%) ҳисобланади, яъни эритмада эриган модданинг грамм массаси унинг фоизини билдиради.

$$C_{\%} = \frac{m}{m + m_1} \quad \text{ёки} \quad C_{\%} = \frac{m_{\text{эри.модда}}}{m_{\text{эритма}}} * 100\%$$

бунда, m – эриган модда миқдори, кг

m_1 – эритувчининг миқдори, кг

Эритмалар суюқ ҳолда бўлгани учун унинг миқдори ҳажм бирлигида (V , мл, л, м^3) ифодаланади. Бундай ҳолларда эритма массаси билан ҳажми орасидаги боғланиш $m = V \cdot d$ ҳолида ёзилади. d –эритма зичлиги, г/мл; г/см^3 ; кг/м^3 .

Унда, эритманинг фоиз концентрацияси

$$C_{\%} = \frac{m}{V * d} * 100\%$$

б) Моляль концентрация деб, 1000 г ёки $1*10^{-3}$ кг эритувчида 1 моль модда эришидан ҳосил бўлган эритмага айтилади, яъни эритувчининг массаси эътиборга олинади. У қуйидагича ҳисобланади.

$$C_m = \frac{m * 1000}{M * G}; \frac{\text{моль оол}}{\text{м}^3} \left(\frac{\text{моль оол}}{a} \right)$$

Бунда, m – эриган модда миқдори, кг;

M – эриган модданинг молекуляр массаси;

G – эритма массаси, кг.

2). Ҳажмий концентрация ўз навбатида моляр, нормал ва титр концентрацияга бўлинади.

а) Моляр концентрацияли эритма деб, 1000 мл ёки $1*10^{-3}$ м³ эритмада бир моль модда эришидан ҳосил бўлган эритмага айтилади. У қуйидаги формула асосида ҳисобланади.

$$C_m = \frac{n}{V} \text{ ёки } C_m = \frac{m}{M * V} * 1000 \frac{\text{г-моль}}{\text{м}^3}; \frac{\text{кг-моль}}{\text{м}^3}$$

Бунда, n – эриган модданинг моллар сони;

m эриган модданинг миқдори, г ёки кг;

M – эриган модданинг молекуляр массаси;

V – эритма ҳажми, л, м³

б) Нормал эритма деб, 1000 мл ёки $1*10^{-3}$ м³ эритмада г-экв ёки кг-экв модда эришидан ҳосил бўлган эритмага айтилади. У қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$C_n = \frac{n_{(\text{г-экв})}}{V_{(\text{литр})}}; n_{(\text{г-экв})} = \frac{m}{\mathcal{E}}; C_n = N = \frac{m}{\mathcal{E} * M} * 1000 \frac{\text{г-экв}}{\text{м}^3}; \frac{\text{кг-экв}}{\text{м}^3}$$

Бунда, C_n ёки N нормал концентрация;

Э – эриган модданинг грамм эквиваленти;

V – эритма ҳажми, мл.

в) Титр. Эритма титри деб, 1 мл ёки ё литр эритмада эриган модданинг г ёки кг ларда ифодаланган миқдорига айтилади.

$$T = \frac{m}{V}; \frac{г}{мл}; \frac{кг}{м^3}$$

Эритманинг титри ва нормал концентрацияси ўртасида қуйидаги боғланиш мавжуд

$$T = \frac{N * Э}{1000}; N = \frac{T * 1000}{Э} = \frac{m * 1000}{Э * V}$$

Айрим пайтда модданинг титри аниқланаётган модда бўйича ҳисобланади:

$$T_{A/B} = \frac{N_A * Э_B}{1000}$$

$T_{A/B}$ - 1 мл А моддани титрлаш учун шунча грамм В модда кераклигини кўрсатади.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. 20 % ли NaOH эритмасини тайёрлаш учун 2 моль NaOH ни қанча ҳажм сувга эритиш керак.

Берилган:

$$C_{\%} = 20 \%$$

$$n = 2 \text{ моль}$$

$$V_{H_2O} - ?$$

Ечиш. 1) 100 г эритмада 20 г NaOH ва 80 г ($d=1$ г/мл бўлгани сабабли 80 мл) H_2O бўлади.

2) 20 г NaOH да неча моль бор.

$$M_{NaOH} = 40 \text{ г/моль}$$

$$n_{NaOH} = 20/40 = 0,5 \text{ моль}$$

3) 2 моль NaOH қанча сувга эритилиши керак.

$$80 \text{ г } H_2O \text{ --- } 0,5 \text{ моль NaOH}$$

$$X \text{ г } H_2O \text{ --- } 2 \text{ моль NaOH}$$

$$X = \frac{80 * 2}{0,5} = 320\text{г}$$

Демак, 20 % ли эритма тайёрлаш учун 2 моль NaOH ни 320 мл H₂O га эритиш керак.

2-масала. 270 мл H₂O 30 г NaC эритилди. Ҳосил бўлган эритмани фоиз(%) концентрациясини ҳисобланг.

Берилган:

$$m = 30 \text{ г} = 30 * 10^{-3} \text{ кг} = 3 * 10^{-2} \text{ кг}$$

$$V_{H_2O} = 270 \text{ мл} = 2,7 * 10^{-4} \text{ м}^3$$

C% - ?

Ечиш. Эритмани фоиз(%) концентрацияси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$C_{\%} = \frac{m}{m + m_1} * 100\%; \quad d_{H_2O} = 10 \text{ мл} = 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$\text{бўлгани сабабли } m = d * V = 10^3 * 2,7 * 10^{-4} = 0,27 \text{ кг}$$

$$C_{\%} = \frac{3 * 10^{-2}}{3 * 10^{-2} + 0,27} * 100\% = \frac{0,03}{0,03 + 0,27} = 10\%$$

3-масала. 10 % ли 0,5 л HC эритмасини тайёрлаш учун 30 % ли эритмасидан неча мл олиш керак.

Берилган:

$$V = 0,5 \text{ л} = 500 \text{ мл}$$

$$C_{\%} = 10 \%$$

$$C_{\%} = 30 \%$$

V - ?

Ечиш. 1) 10 % ли 500 мл HC эритмасининг массасини ҳисоблаймиз:

$$10 \% \text{ эритмани зичлиги } d = 1,05 \text{ г/мл}$$

$$d = \frac{m}{V}; m = d * V = 1,05 * 500 = 525$$

2) Шу эритмадаги HC нинг массасини ҳисоблаймиз:

100 - 10 г НС

525 - X г НС

$$X = \frac{525 \cdot 10}{100} = 52,5\text{г} = 52,5 \cdot 10^{-3} \text{кг}$$

3) 52,5 г НС 30 % эритманинг қанчаси булади?

30 % эритманинг зичлиги $d = 1,15$ г/мл

100 - 30 г НС

X - 52,5 г

$$X = \frac{100 \cdot 525}{30} = 175\text{г} = 0,175 \text{кг}$$

4) 175 г НС сақлаган 30 % эритмани ҳажмини ҳисоблаймиз:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{175}{1,15} = 152 \text{мл} = 152 \cdot 10^{-3} \text{м}^3 = 0,152 \cdot 10^{-3} \text{м}^3$$

4-масала. 10 % ли НС эритмасининг моляр концентрациясини ҳисобланг ($d = 1,05$ г/мл).

Берилган:

$C_{\%} = 10 \%$

$d = 1,05$ г/мл = $1,05 \cdot 10^{-3}$ кг/м³

C_m - ?

Ечиш. 1) 10 % ли 1 л эритмани массасини ҳисоблаймиз:

$$m = V \cdot d = 1000 \cdot 1,05 = 1050 \text{ г} = 1,05 \text{ кг}$$

2) 1050 г 10 % НС эритмасидаги НС нинг массасини ҳисоблаймиз:

100 --- 10 г НС

1050 --- x г НС

$$X = \frac{1050 \cdot 10}{100} = 105\text{г} = 0,105 \text{кг}$$

3) Модда миқдорини «моль»ларда ҳисоблаймиз:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{105}{36,5} = 2,88 \text{моль}$$

5-масала. 2 л 0,5 м H_2SO_4 эритмасини тайёрлаш учун, 10 % ли H_2SO_4 дан неча мл олиш керак.

Берилган:

$$V = 2 \text{ л} = 2000 \text{ мл}$$

$$C_m = 0,5 \text{ м}$$

$$C_{\%} = 10 \%$$

$$V - ?$$

Ечиш. 1) 2 л 0,5 м эритмада неча грамм H_2SO_4 борлиги ҳисобланади:

$$1 \text{ л} - 49 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 - 0,5 \text{ м}$$

$$2 \text{ л} - x \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4 - 0,5 \text{ м}$$

$$X = 2 * 49 = 98 \text{ г} = 0,098 \text{ кг}$$

2) 10 % эритмани қанчасида 98 г H_2SO_4 бўлишини топамиз:

$$100 \text{ г} \quad \text{---} \quad 10 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$y \text{ г} \quad \text{---} \quad 98 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$y = \frac{100 * 98}{10} = 980 \text{ г} = 0,980 \text{ кг}$$

3) 10 % эритмани ҳажмини ҳисоблаймиз: $d_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,07 \text{ г/мл}$

$$V = \frac{m}{d} = \frac{980}{1,07} = 916 \text{ мл}$$

6-масала. 5 л 2 н H_3PO_4 эритмасини тайёрлаш учун 30 % ($d=1,18$ г/мл) эритмадан қанча ҳажм олиш керак.

Берилган:

$$V = 5 \text{ л} \text{ х } 5 * 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$C_n = 2 \text{ н}$$

$$C_{\%} = 30 \%$$

$$V - ?$$

Ечиш. 5 л 2 н H_3PO_4 эритмасида неча г-эквивалент моляр масса бўлади.

$$M_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 98 ; M_{\text{э}} = \frac{98}{3} = 32,66 \text{ г/моль}$$

1 л --- 32,66 г/моль H_3PO_4

5 л --- x г H_3PO_4

$$X = 5 \cdot 2 \cdot 32,66 = 326,6 \text{ г} = 0,3266 \text{ кг}$$

2) 326,6 г H_3PO_4 30 % эритманинг қанча микдорида бўлади.

100 г --- 30 г H_3PO_4

X --- 326,6 г H_3PO_4

$$x = \frac{326,6 \cdot 100}{30} = 1088,2 = 1,088 \text{ кг}$$

3) Кислота ҳажмини ҳисоблаймиз:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{108,8}{1,18} = 922 \text{ мл} = 9,22 \cdot 10^{-6} = 0,922 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

7-масала. Кислотали муҳитда ишлатиладиган 0,5 н 2 л KMnO_4 эритмасини тайёрлаш неча грамм KMnO_4 керак бўлади.

Берилган:

$C_n = 0,5 \text{ н}$

$V = 2 \text{ л} = 2000 \text{ мл} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

m - ?

Ечиш. 1) KMnO_4 нинг кислотали муҳит учун эквивалент моляр массасини ҳисоблаймиз.



$$M_{\text{э}} = \frac{M}{5} = \frac{158}{5} = 31,61$$

2) 0,5 н 2 л эритма тайёрлаш учун керак бўлган KMnO_4 массасини ҳисоблаймиз.

$$C_n = \frac{m \cdot 1000}{M_{\text{э}} \cdot V}; m = \frac{C_n \cdot M_{\text{э}} \cdot V}{1000} = \frac{0,5 \cdot 31,61 \cdot 2000}{1000} = 31,61 \text{ г} = 0,0316 \text{ кг}$$

Назорат саволлари

1. Эритма деб нимага айтилади?
2. Эритмалар неча хил бўлади.

3. Эритма концентрацияси нима?
4. Эритма концентрацияси қандай усуллар билан ифодаланади?
5. NaOH , HCl , H_2SO_4 , H_3PO_4 , K_2O тўлиқ нейтралланиш реакцияларида моляр эквивалент массаси қанчага тенг.
6. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида оксидловчи ва қайтарувчининг моляр эквивалент массаси қандай ҳисобланади.

Мустақил ечиш учун масалалар

13. 40 г сувга 6 г шакар эритилган эритманинг фоиз концентрациясини ҳисобланг.
14. 2 кг 5 % ли $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ эритмасини тайёрлаш учун неча грамм сувсиз $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ бура олиш керак. (Ж.189,5 г)
15. 600 мл эритмага 1,260 г нитрат кислота сақлаган, эритмани моляр концентрациясини ҳисобланг. (Ж.0,033 м)
16. Зичлиги 1,16 г/мл бўлган 22 % ли H_2SO_4 эритмасини нормал концентрациясини ҳисобланг. (Ж.5,2 н)
17. 10 % ли HNO_3 эритмасини тайёрлаш учун, 50 г 30 % ли HNO_3 эритмасига қанча сув қўшиш керак. (Ж.100 мл)
18. 3000 г 50 % ли эритма тайёрлаш учун, 80 % ли ва 20 % ли H_3PO_4 эритмаларидан неча граммдан олиш керак. (Ж.1500 г дан)
19. 200 г 20 % ли HCl эритмасига 100 мл сув қўшилганда ҳосил бўлган эритмани фоиз концентрациясини ҳисобланг. (Ж.13,33 %)
20. 1 л 10 % ли ($d=1,07$ г/мл) H_2SO_4 эритмасини тайёрлаш учун 62 % ли ($d=1,52$ г/мл) эритмадан неча миллилитр олиш керак. (Ж.113,5 мл)
21. 200 мл 10 % ли ($d=1,05$ г/мл) ва 300 мл 30 % ли ($d=1,15$ г/мл) HCl эритмалари аралаштирилди. Ҳосил бўлган эритмани фоиз концентрациясини ҳисобланг. (Ж.22,43 %)
22. 2 л 0,5 м нитрат кислота эритмасини тайёрлаш учун 15 % ли ($d=1,08$ г/мл) эритмадан неча миллилитр олиш керак. (Ж.388,9 мл)

23. 2 л 0,2 м хлорид кислота эритмасини тайёрлаш учун 30 % ли ($d=1,15$ г/мл) эритмадан неча мл олиш керак. (Ж.42,3 мл)

24. 200 мл 20 % ли ($d=1,145$ г/мл) сульфат кислота эритмасидан неча мл 0,1000 н H_2SO_4 эритмасини тайёрлаш мумкин. (Ж.9347 мл)

25. 2 л 0,25 н Na_2CO_3 эритмасини тайёрлаш учун 1 м эритмасидан неча мл олиш керак. (Ж.250 мл)

26. 2 л 2 н H_2SO_4 эритмасини тайёрлаш учун 38,6 % ли ($d=1,29$ г/мл) шу кислота эритмасидан неча миллилитр олиш керак. (Ж.393,8 мл)

27. 1 м H_2SO_4 нинг 50 мл да қанча моляр эквивалент масса H_2SO_4 дан сақлаган. (Ж.0,1Г-экв)

28. 100 мл 2 м сирка кислота эритмасини тайёрлаш учун 25 % ли ($d=1,03$ г/мл) CH_3COOH дан неча мл олиш керак. (Ж.46,6 мл)

29. 50 г $NaOH$ сақлаган 250 мл эритмадан 1 м эритма тайёрлаш учун, неча мл сув қўшиш керак. (Ж.1000 мл)

30. 150 мл 20 % ли ($d=1,1$ г/мл) НС эритмасини 900 мл гача суюлтирилди. Ҳосил бўлган эритмани моляр концентрациясини ҳисобланг. (Ж.1 м)

31. Кислотали муҳитда оксидловчи сифатида ишлатиладиган $KMnO_4$ нинг 200 мл 0,04 н эритмасида неча грамм $KMnO_4$ борлигини ҳисобланг. (Ж.0,253 г)

32. 250 мл сувга 5,3 г сувсиз Na_2CO_3 эритилган. Эритмани титр ва нормал концентрациясини ҳисобланг. (Ж.0,0212 г/мл, 0,4 н)

БОБ. МАССАЛАР ТАЪСИРИ ҚОНУНИ СИФАТ АНАЛИЗИ АСОСИДИР

2.1. Кучли ва кучсиз электролитлар

Диссоциацияланиш даражаси ва доимийлиги. Маълумки электролитлар сувли эритмада ҳар хил миқдорда ионларга ажаралади. Эриган

электролитнинг умумий миқдоридан қандай қисми ионларга ажралганини кўрсатувчи сон *ионланиш ёки диссоциацияланиш даражаси (α)* дейилади.

$$\alpha = (n/n_0) * 100 \%$$

n – диссоцияланган молекулалар сони;

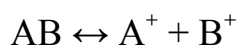
n_0 - умумий молекулалар сони

Масалан. Сирка кислотанинг 0,01 м эритмасининг диссоциацияланиш даражаси 0,0419 демак берилган концентрациядаги CH_3COOH 4,19 % ионларга ажралади, 95,81 % эса ионларга ажралмаган молекула ҳолида бўлади.

Электролитлар ионланиш даражасига қараб кучли ва кучсиз бўлади. Кучли электролитлар сувли эритмада тўлиқ ионларга ажралади. Уларга кучли кислоталар (HCl , H_2SO_4 , HNO_3), ишқорлар (NaOH , KOH) ва сувда яхши эрийдиган тузларнинг ҳаммаси киради. Кучсиз электролитларга эса кучсиз кислота (H_2S , CH_3COOH , H_2CO_3) ва кучсиз асослар (NH_4OH) , сув ва айрим тузлар киради.

Электролит диссоциацияланиш қайтар жараён бўлганлиги сабабли, кимёвий мувозанат рўй беради. Ле-Шателье принципига мувофиқ, эритувчи қўшиш (яъни , эритмани суюлтириш) билан диссоциацияланган молекулалар сони ошади, бу эса α -қийматини ошишига олиб келади. Шунинг учун α нинг қийматига қараб электролитларни кучли ва кучсизга ажратиш бир оз қийин.

Электролитик диссоциацияланиш жараёнини диссоциацияланиш доимийлиги си билан тавсифлаш қулай.



Моддалар массаси таъсири қонунига кўра диссоциацияланиш доимийлиги

$$K = \frac{[\text{A}^+][\text{B}^-]}{[\text{AB}]}$$

бунда, $[\text{A}^+]$, $[\text{B}^-]$, $[\text{AB}]$ – компонентларни моляр концентрацияси.

Диссоциацияланиш доимийлиги фақат кучсиз электролитлар учун характерли бўлиб, унинг қиймати маълумотномаларга келтирилган (1-жадвал).

Диссоциацияланиш доимийси ва даражаси орасида қуйидаги боғланиш мавжуд (Оствальднинг суялтириш қонунига биноан). Эритманинг моляр концентрацияси – C ; битта молекула диссоциацияланганда моляр концентрация αC га тенг. Унда юқоридаги жараён учун, $[A^+] = [B^-] = \alpha C$.

$$K = \frac{\alpha C \cdot \alpha C}{(1 - \alpha)C} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

α жуда кичик бўлганда $1 - \alpha = 1$ олинади, унда $K = \alpha^2 C$;

$$\alpha = \sqrt{K / C} \text{ бўлади.}$$

Масалалар ечишга доир намуналар

Бу бобдаги масалаларни ечишда қуйидаги тартибга риоя қилинг:

1. Кимёвий реакция тенгламани молекуляр ва ионли кўринишда ёзинг;
2. Мувозанат доимийлиги ифодасини ёзиб, уни қийматини, маълумотномадан топинг;
3. Реакцияга киришаётган моддаларнинг мувозанатдаги концентрациясини ёки мувозанатдаги энг кичик концентрацияни x билан белгилаб кимёвий формула тагидан ёзинг;
4. Мувозанат доимийлиги ифодасига мувозанатдаги концентрацияларни қуйиб, ифодани соддалаштиринг;
5. Ҳисоблашни бошланг.

Электролитик диссоциацияланиш

1-масала. 1,5% ли чумоли кислотанинг диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг.

Берилган:

$$C = 1,5 \%$$

$K_{\text{дисс}}$ - ?

Ечиш. 1) Кислотанинг моляр концентрациясини ҳисоблаймиз.

$$C_m = \frac{m * 1000}{M * V}; M_{\text{НСООН}} = 46 \text{ г}; m = 1,5 \text{ г}; V = 100 \text{ мл}$$

$$C_m = \frac{1,5 * 1000}{46 * 100} = 3,26 * 10^{-1} \text{ моль / л}$$

2) НСООН диссоциацияланиш тенгламаси:



Тенгламадан мувозанат доимийлиги ифодасини ёзиб диссоциацияланган ионлар концентрациясини ҳисоблаймиз:

$$K = \frac{[\text{НСОО}^-][\text{H}^+]}{[\text{НСООН}]}$$

$$[\text{НСОО}^-] = [\text{H}^+] = X; [\text{НСООН}] = 3,26 * 10^{-1} \text{ моль/л}$$

$K = 1,77 * 10^{-4}$; қийматларни ифодага қуйсак:

$$1,77 * 10^{-4} = \frac{X * X}{3,26 * 10^{-1}};$$

$$[\text{НСОО}^-] = [\text{H}^+] = X = \sqrt{1,77 * 10^{-4} * 3,26 * 10^{-1}} = 7,7 * 10^{-3} \text{ г-ион / л}$$

3) Диссоциацияланиш даражасини ҳисоблаймиз:

$$\alpha = \frac{C_{\text{дисс}}}{C_{\text{умум}}} = \frac{7,6 * 10^{-3}}{3,26 * 10^{-1}} = 0,0233 \text{ фоизларда } 2,33 \%$$

2-масала. 3 % ли сирка кислотанинг 0,6 % ионларга ажралган бўлса, диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 3\%$$

$$\alpha_{\text{дисс}} = 0,6 \%$$

$K_{\text{дисс}}$ -?

Ечиш. 1) CH_3COOH нинг моляр концентрациясини ҳисоблаймиз:

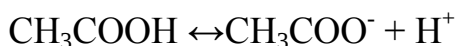
$$C = \frac{3 * 1000}{60 * 100} = 0,5 \text{ моль / л}$$

2) Диссоциацияланган ионлар концентрациясини ҳисоблаймиз:

$$\alpha = \frac{C_{\text{дисс}}}{C_{\text{умум}}} * 100\%$$

$$C_{\text{дисс}} = [H^+] = [CH_3COO^-] = \frac{\alpha * C_{\text{умум}}}{100} = \frac{0,6 * 0,5}{100} = 3 * 10^{-3} \text{ г-ион / л}$$

3) Диссоциацияланиш тенгламасини ёзиб, диссоциацияланиш доимийлигини ҳисоблаймиз:



$$K = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+]^2}{[CH_3COOH] - [CH_3COO^-]} = \frac{(3 * 10^{-3})^2}{0,5 - 0,003} = 1,8 * 10^{-5}$$

3-масала. 0,1 н NH_4OH нинг диссоциацияланиш даражаси 4,2 % бўлса эритмадаги NH_4^+ OH^- ионларининг концентрациясини эритма рНи ни ва NH_4OH нинг диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{NH_4OH} = 0,1 \text{ н}$$

$$\alpha_{\text{дисс}} = 4,2 \% = 0,042$$

$[OH^-]$ - ?

$[NH_4^+]$ - ?

$K_{\text{дисс}}$ - ?

Ечиш. 1) Оствальднинг суялтириш қонунига асосан, $K = \alpha^2 C$ бу формуладан NH_4OH нинг диссоциацияланиш доимийлигини ҳисоблаймиз.

$$K = (0,042)^2 * 0,1 = 1,76 * 10^{-4}$$

2) NH_4OH кучсиз электролит бўлганлиги сабабли:



Бу тенгламадан массалар таъсири қонунига мувофиқ

$$K_{\text{дисс}} = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_4OH]}; C_{NH_4OH} = [NH_4OH]$$

бунда,

$$[NH_4^+] = [OH^-] = \sqrt{K_{\text{дисс}}[NH_4OH]} = \sqrt{1,76 * 10^{-4} * 0,1} = \sqrt{1,76 * 10^{-6}} = 4,2 * 10^{-3} \text{ г-ион / л}$$

Демак, эритмадаги $[NH_4^+] = [OH^-] = 4,2 * 10^{-3}$ г-ион/л га тенг.

3) Эритманинг рОН ини ҳисоблаймиз

$$pOH = - \lg[OH^-] = \lg 4,2 \cdot 10^{-3} = \lg 4,2 + \lg 10^{-3} = 3 - 0,62 = 2,38$$

4) Эритманинг рН ини ҳисоблаймиз

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2,38 = 11,62$$

2.2. Активлик ва активлик коэффиценти

Кучли электролитларнинг кимёвий реакцияга киришиш хусусиятини баҳолаш учун активлик тушунчаси киритилган. Ионнинг активлиги (а) деганда, унинг шундай эффектив тажрибада аниқланадиган концентрациясини тушунмоқ керакки, у кимёвий реакцияларда ана шу концентрацияга мувофиқ таъсир кўрсатади.

Чексиз суюлтирилган эритмаларда активлик концентрацияга тенг:

$$a = c$$

Реал эритмада ионлараро кучнинг таъсири туфайли активлик концентрациядан кичик бўлади. Буни баҳолаш учун биринчи марта 1918 йилда Дания олими Н.Бьеррум *активлик коэффиценти* деган тушунча киритди.

Активликни ионнинг ҳақиқий концентрациясига нисбати *активлик коэффиценти (f) дейилади*:

$$f = a/c$$

Демак, активлик коэффиценти фақат эритмадаги электролитнинг концентрациясига боғлиқ бўлиб қолмай, балки шу эритмадаги ташқи ионлар концентрациясига ҳам боғлиқдир. Шу ионларнинг ўзаро таъсир кучини ифодаловчи катталик *ион кучи* қонунини 1921 йил Америка олимлари Т.Н.Льюис ва м.Рендал кашф қилди. Эритманинг ион кучи (μ) эритмадаги барча ионлар концентрацияларининг ўша ион зарядлари квадрати кўпайтмаси йиғиндисининг ярмига тенг, яъни:

$$\mu = \frac{1}{2} (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2)$$

бу ерда

$C_1, C_2, \dots, C_n$ - эритмадаги ҳар бир ионнинг концентрацияси (г-ион/л);

$Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ - ионларнинг зарядлари.

$$\text{Умумий ҳолда: } \mu = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} C_i Z_i^2$$

Ион кучи ортиши билан эритмада активлик коэффициентлари камая боради. Аммо маълум бир минимал қийматга эришгандан сўнг ион кучи ортиши билан активлик коэффициентлари ҳам орта боради.

Суюлтирилган эритмалар учун активлик коэффициентлари қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$\mu \leq 0,01 \text{ бўлса, } \lg f = -0,5 \cdot z^2 \sqrt{\mu}$$

$$\mu \leq 0,01 \text{ бўлса, } \lg f = \frac{-0,5 \cdot z^2 \sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$$

4-масала. 0,002 М CaCl_2 эритмасидаги ионларнинг активлик коэффициентлари ва активлигини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_M = 0,002 \text{ М}$$

$$f_{\text{Ca}^{2+}} - ? \quad f_{\text{Cl}^-} - ?$$

$$a_{\text{Ca}^{2+}} - ? \quad a_{\text{Cl}^-} - ?$$

Ечиш. 1) CaCl_2 эритмасининг ион кучини ҳисоблаймиз:

$$\mu = \frac{1}{2} (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2) = \frac{1}{2} (0,002 \cdot 2^2 + 0,004 \cdot 1^2) = 0,006$$

2) Эритмадаги ионларни активлик коэффициентини ҳисоблаймиз.

$$\lg f = -0,5 Z^2 \sqrt{\mu}$$

$$\lg f_{\text{Ca}^{2+}} = -0,5 \cdot 2^2 \sqrt{0,0006} = -2 \cdot 0,0775 = -0,155 = 1,845$$

Активлик коэффициентининг антилогарифми: $f_{\text{Ca}^{2+}} = 0,70$

$$\lg f_{\text{Cl}^-} = -0,5 \cdot 1^2 \cdot 0,006 = -0,0775 = -0,0387 = 1,9613$$

$$f_{\text{Cl}^-} = 0,915$$

3) Эритмадаги ионларнинг активлигини ҳисоблаймиз:

$$a_{Ca^{2+}} = f_{Ca^{2+}} * C_{Ca^{2+}} = 0,70 * 0,002 = 0,0014 = 1,4 * 10^{-3} \text{ э-ион / л.}$$

$$a_{Cl^{-}} = f_{Cl^{-}} * C_{Cl^{-}} = 0,915 * 0,004 = 0,00366 = 3,66 * 10^{-3} \text{ э-ион / л}$$

5-масала. 0,03 м ли Na_2SO_4 эритмаснинг ион кучини ҳисобланг.

Берилган:

—

$$C_{Na_2SO_4} = 0,03 \text{ м}$$

μ - ?

Ечиш. Эритманинг ион кучи қуйидаги формула асосида ҳисобланади.

$$\mu = \frac{1}{2} (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2)$$

Формуладаги С ва Z ларнинг ўрнига қийматини қуйиб ҳисоблаймиз:

$$\mu = \frac{1}{2} (2 * C_{Na^{+}} 1^2 + C_{SO_4^{2-}} * 2^2) = \frac{1}{2} (0,06 + 0,12) = \frac{0,18}{2} = 0,09$$

6-масала. 0,005 м ли $ZnSO_4$ ва 0,01 м ли $AlCl_3$ эритмасининг ион кучини ва эритмадаги сульфат ионини активлигини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{ZnSO_4} = 0,005 \text{ м}$$

$$C_{AlCl_3} = 0,01 \text{ м}$$

μ - ? $a_{SO_4^{2-}}$ - ?

Ечиш. 1) Ион кучини ҳисоблаш формуласи асосида эритмани ион кучини ҳисоблаймиз:

$$\mu = \frac{1}{2} (0,005 * 2^2 + 0,005 * 2^2 + 0,01 * 3^2 + 3 * 0,01 * 1^2) = \frac{1}{2} (0,02 + 0,02 + 0,09 + 0,03) = \frac{0,16}{2} = 0,08$$

2) SO_4^{2-} ионини активлигини ҳисоблаймиз.

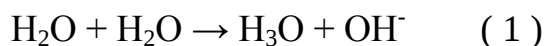
$$a = c * f$$

активлик коэффицентининг қийматини _____ жадвалдан оламиз.

$$f = 0,47 < \text{ унда } a = 0,005 * 0,47 = 0,00235 = 2,35 * 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

2.3. Сувнинг ион кўпайтмаси, водород ва гидроксил кўрсаткич (pH, pOH)

Тоза сув маълум электр ўтказувчанлик ва амфотерлик хоссага эга бўлган кучсиз электролит. Сувнинг ионланиши қуйидаги тенглама кўринишида ифодаланади:



Тенгламани соддалаштирилган ҳолда ёзсак $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$.

Бунга массалар таъсири қонунини қўлласак, сувнинг диссоциацияланиш доимийлиги

$$K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}^+] + [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} \quad (2) \text{ келиб чиқади.}$$

Сувнинг ионланиш даражаси жуда кичик: 25°C да 1 литр сувдаги 10^{-7} та молекула ионларга ажралади, шунинг учун ионларга ажралмаган молекулалар сони ионларга ажралган молекулалар сонидан бир неча баровар катта бўлади, K_w доимий катталиқ бўлиб сувнинг ион кўпайтмаси дейилади.

$$K_w = K_{\text{H}_2\text{O}} * [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+] + [\text{OH}^-] \quad (3)$$

$K_{\text{H}_2\text{O}} = 1,8 * 10^{-16}$ – сувнинг диссоциацияланиш доимийлиги

$[\text{H}_2\text{O}] = C_{\text{H}_2\text{O}} - 1$ л сувдаги (4°C 1000 см³ = 1 г) моллар сони

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{1000}{18,015} = 55,5 \text{ моль / л}$$

у ҳолда охириги тенгликдан.

$$K_w = 1,8 * 10^{-16} * 55,5 = 1 * 10^{-14};$$

$$K_w = [\text{H}^+] + [\text{OH}^-] = 1 * 10^{-14} \quad (4)$$

(4) – тенгламадан $[\text{H}^+]$ ва $[\text{OH}^-]$ топсак,

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{K_w} = \sqrt{1 * 10^{-14}} = 10^{-7}, 2 \text{ моль / л} \quad (5)$$

Бу тенгламадан хулоса қилиш мумкинки, сувли эритмадаги $[\text{H}^+]$ ва $[\text{OH}^-]$ концентрациясининг ҳар қандай қийматларида уларнинг кўпайтмаси доимий сон бўлиб, $1 * 10^{-14}$ га тенг. Ҳисоблашларда қулайлик бўлиши учун

водород (pH) ва гидроксил (pOH) кўрсаткич киритилган. Эритмадаги водород ионлари концентрациясининг кўрсаткичи ёки оддийгина қилиб водород кўрсаткич дейилади.

$$pH = -\lg[H^+] \quad (6)$$

Худди шу сингари OH⁻ ионлари кўрсаткичи ҳам қабул қилган

$$pOH = -\lg[OH^-] \quad (7)$$

Умуман, ҳар қандай эритма учун водород кўрсаткич ва гидроксид кўрсаткич йиғиндиси 14 га тенг.

$$pH + pOH = 14 \quad (8)$$

pH ва pOH нинг қийматлари эритманинг муҳитини характерлайди.

Шунга кўра:

агар pH > 7 бўлса, эритманинг муҳити кислотали;

агар, pH < 7 бўлса, эритманинг муҳити ишқорий;

агар, pH = pOH = 7 бўлса, эритманинг муҳити нейтрал бўлади.

Водород кўрсаткичнинг қиймати 1 дан 14 гача қабул қилинган. Эритмадаги ионлар кўрсаткичларидан бири маълум бўлса иккинчисини юқоридаги формулалардан фойдаланиб топиш мумкин.

2.4. Кислота ва асос эритмаларининг pH нини ҳисоблаш

Кучли кислоталарнинг суюлтирилган эритмаларида, улар тўлиқ диссоциацияланганлиги сабаб, кислота концентрацияси маълум бўлса, эритма pH и осон ҳисобланади. Умумий ҳолда:

$$[H^+] = C_{\text{кисл}} ; [OH^-] = K_W / C_{\text{кисл}}$$

Масалан. 0,001 м HCl эритмасини pH ва pOH ини ҳисобланг.

$$[H^+] = 1 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}; pH = -\lg[H^+] = \lg 1 \cdot 10^{-3} = 3; pOH = 14 - 3 = 11$$

Кучли асос (ишқорий ва ишқорий ер металлларининг гидроксидлари) лар ҳам суюлтирилган сувли эритмада ионларга тўлиқ диссоциацияланади. Агар гидроксиднинг концентрацияси маълум бўлса, pH ва pOH ни ҳисоблаш мумкин. Умумий ҳолда:

$$[OH^-] = C_{\text{асос}} ; [H^+] = K_W / C_{\text{асос}}$$

Масалан. 0,025 м NaOH эритмасини рН ва рОН ини ҳисобланг.

$$[OH^-] = 2,3 \cdot 10^{-2}; \quad pOH = -\lg 2,3 \cdot 10^{-2} = -\lg 2,3 - \lg 10^{-2} = -(0,40 - 2) = 1,6;$$

$$pH = 14 - 1,6 = 12,40$$

Кучсиз кислота ва асос эритмаларини рНини ҳисоблашда уларнинг диссоциацияланиш доимийлигидан фойдаланилади. Кучсиз кислотанинг диссоциацияланиш $HAn \leftrightarrow H^+ + An^-$

$$K_{HAn} = \frac{[H^+] + [An^-]}{[HAn]}$$

$$\text{Эритмада } [H^+] = [An^-], [HAN] = C_{\text{кисл}} = C_{HAn}$$

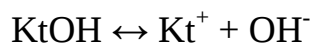
$$\text{унда, } [H^+] = \sqrt{K_{HAn} * C_{HAn}}$$

$$-\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{An} - \frac{1}{2} \lg C_{HAn}$$

$$pH = \frac{1}{2} pK - \frac{1}{2} \lg C_{HAn},$$

$$\text{унда } pOH = 14 - pH = 14 - \frac{1}{2} pK_{HAn} + \frac{1}{2} \lg C_{HAn}$$

Кучсиз асос эритмаларининг рНи ҳам худди юқоридагидек ҳисобланади:



$$K_{KtOH} = \frac{[Kt^+] + [OH^-]}{[KrOH]}$$

Эритмада Kt^+ ва OH^- ионларининг концентрацияси бир хил $[Kt^+] = [OH^-]$

$$\text{Демак, } [OH^-] = \sqrt{K_{KtOH} * C_{KtOH}}$$

$$-\lg[OH^-] = -\frac{1}{2} \lg K_{KtOH} - \frac{1}{2} \lg C_{KtOH}$$

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

$$\text{унда, } pH = 14 - pOH = 14 - \frac{1}{2} pK_{KrOH} + \frac{1}{2} \lg C_{KtOH}$$

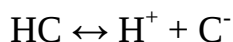
7-масала. 0,003 н НС эритмасининг рН қийматини ҳисобланг.

Берилган:

$$[H^+] = 0,003 \text{ н}$$

pH - ?

Ечиш. 1) HС нинг диссоциацияланиш тенгламаси ёзилади:



2) HС кучли электролит бўлганлиги сабабли тўлиқ ионларга ажралади.

$$\text{Шунинг учун } [H^+] = [HС] = 0,003 = 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{унда, } pH = -\lg[H^+] = -\lg 3 \cdot 10^{-3} = -\lg 10^{-3} - \lg 3 = 3 - 0,48 = 2,52$$

8-масала. Эритманинг рНи 5,28 га тенг бўлса, водород ионлари концентрациясини ҳисобланг.

Берилган:

$$pH = 5,28$$

$[H^+]$ - ?

Ечиш. 1) $pH = -\lg[H^+]$ билган ҳолда $[H^+]$ топиш учун антилогарифлаб жадвалдан қийматини топамиз:

$$[H^+] = 10^{-pH} = 10^{-5,28} = 5,25 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

9-масала. Эритмани ион кучини ҳисобга олиб 0,05 н HС эритмасини рНини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{HС} = 0,05 \text{ н}$$

pH - ?

Ечиш. 1) Эритмани ион кучини ҳисоблаймиз.

$$\mu = \frac{1}{2}(C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2) = \frac{1}{2}(0,05 \cdot 1^2 + 0,05 \cdot 1^2) = \frac{1}{2}(0,05 + 0,05) = \frac{0,1}{2} = 0,05$$

2) ???-жадвалдан активлик коэффициентини топамиз. $f_{H^+} = 0,81$

3) Эритмадаги ионларининг активлиги ҳисобланади:

$$a_{H^+} = C_{HCl} \cdot f_{H^+} = 0,05 \cdot 0,81 = 0,0405 = 4,05 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

4) Эритманинг рН ни ҳисоблаймиз:

$$pH = -\lg[H^+] \text{ бўлса, } pH = -\lg[a_{H^+}] = -\lg 4,05 \cdot 10^{-2} = -\lg 4,05 - \lg 10^{-2} = -0,607 + 2 \approx 1,39$$

10-масала. Диссоциацияланиш даражаси 3 % бўлган 0,01 м Чумоли кислота эритмасини pH нини ҳисобланг.

Берилган:

$$\alpha = 3\% = 0,03$$

$$C_{\text{HCOOH}} = 0,01 \text{ м}$$

pH - ?

Ечиш. 1) $[H^+]$ топамиз.

$$\alpha = \frac{C_{\text{ион}}}{C_{\text{умум}}}, C_{\text{ион}} = [H^+]$$

$$\text{унда, } [H^+] = \alpha \cdot C_{\text{HCOOH}} = 0,03 \cdot 0,01 = 0,0003 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

2) Эритма pH и ҳисобланади:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 3 \cdot 10^{-4} = -\lg 3 - \lg 10^{-4} = 4 - 0,4771 + 4 = 3,52$$

11-масала. 0,003 м карбонат кислотадаги $[H^+]$ ва эритма pH нини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 0,003 \text{ м}$$

$[H^+]$ - ?

pH - ?

Ечиш. 1) Карбонат кислота икки негизли кучсиз кислота бўлиб икки босқичда диссоциацияланади.



2) Реакция тенгламага мувофиқ ҳар бир босқич учун диссоциацияланиш доимийлигини ифодаси қуйидагича ёзилади.

$$K'_{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{[H^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \text{ ва } K''_{\text{H}_2\text{CO}_3} = \frac{[H^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$$

3) 1-жадвалдан карбонат кислотани диссоциацияланиш доимийлигини топамиз:

$$K'_{H_2CO_3} = 4,5 \cdot 10^{-7}, \quad K'' = 4,8 \cdot 10^{-11}$$

Келтирилган қийматлардан кўринаяптики, иккинчи диссоциацияланиш доимийлигини қиймати биринчисига нисбатан анча кичик, шунинг учун $[H^+]$ и биринчи босқичга нисбатан ҳисоблаймиз.

$$[H^+] = \sqrt{K'_{H_2CO_3} \cdot C_{H_2CO_3}} = \sqrt{4,5 \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = \sqrt{13,5 \cdot 10^{-10}} = 3,67 \cdot 10^{-5} \text{ з-ион / л}$$

4) Эритма рНини ҳисоблаймиз.

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 3,67 \cdot 10^{-5} = -\lg 3,67 - \lg 10^{-5} = -0,56 - 5 = 4,44$$

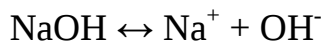
12-масала. 0,06 м ли NaOH эритмасининг рНини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{NaOH} = 0,06 \text{ м}$$

рН – ?

Ечиш. 1) Диссоциацияланиш тенгламасини ёзамиз:



2) Эритмани рОН ини ҳисоблаймиз:

NaOH кучли электролит бўлганлиги сабабли $C_{NaOH} = [OH^-] = 0,06 \text{ м}$

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 6 \cdot 10^{-2} = -0,78 + 2 = 1,22$$

3) Эритмани рНини ҳисоблаймиз:

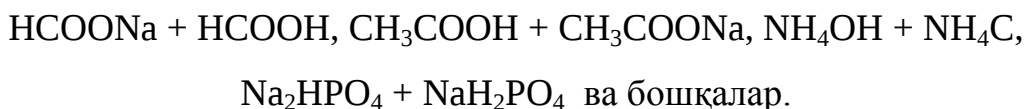
$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1,22 = 12,78$$

2.5. Буфер эритмалар ва уларнинг рНини ҳисоблаш

Аналитик кимёда айрим тажрибаларни, айниқса, текшириладиган эритмадан ионларни чўктиришда, эритмадаги водород ионлари концентрацияси аниқ ва доимий бўлиши керак. Шунинг учун анализ жараёнида $[H^+]$ ионлари концентрациясини доимий сақлаб турувчи буфер эритмалар (бошқарувчилар) ишлатилади. Эритма суюлтирилганда ёки эритмага оз миқдорда кучли кислота (ёки ишқор) қўшганда ҳам рН қиймати

Ўзгармайдиган кучсиз кислота ва унинг тузидан ёки кучсиз асос ва унинг тузи аралашмаларидан иборат бўлган эритмалар буфер эритмалар дейилади. Буфер эритмаларга қуйидаги аралашмалар киради:



Буфер эритмалар буфер сиғими билан характерланади. Ҳажми 1 л бўлган буфер эритманинг рН қийматини бир-бирликка ўзгартириш учун қўшилган кислота ёки ишқорнинг грамм-эквивалент миқдори буфер сиғим дейилади.

Кимёвий анализда ишлатиладиган буфер эритмаларнинг рН қийматини назарий ҳисоблаш мумкин. Кучсиз кислота ва унинг тузи аралашмасидан иборат буфер эритмадаги $[\text{H}^+]$ – ионларининг концентрацияси

$$[\text{H}^+] = K_{\text{кисл}} * \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{кисл}}} \quad (1)$$

формула билан ҳисобланади.

Бу тенглама логарифмлаб олинса, шу эритмада водород кўрсаткичини ҳисоблаш формуласи келиб чиқади:

$$\text{pH} = \text{p}K_{\text{кисл}} - \lg \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{туз}}} \quad (2)$$

Кучсиз асос ва унинг тузи эритмаси учун эритманинг рОН, рН – қийматлари қуйидагича ҳисобланади:

$$\text{pOH} = \text{p}K_{\text{асос}} - \lg \frac{C_{\text{асос}}}{C_{\text{туз}}} \quad (3)$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - \text{p}K_{\text{кисл}} + \lg \frac{C_{\text{асос}}}{C_{\text{туз}}} \quad (4)$$

13-масала. 0,1 м ли CH_3COOH ва 0,1 м ли CH_3COONa эритмаларидан иборат аралашмани рНини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{CH_3COOH} = 0,1M$$

$$C_{CH_3COONa} = 0,1M$$

pH - ?

Ечиш. Кучсиз кислота ва унинг тузидан ҳосил бўлган буфер эритманинг рНи қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$pH = pK_{кисл} - \lg \frac{C_{кисл}}{C_{туз}}$$

pK – кислотанинг диссоциацияланиш доимийлигини логарифм кўрсатгичи.

$$pK = -\lg K = -\lg 1,74 \cdot 10^{-5} = -\lg 1,74 - \lg 10^{-5} = -0,24 + 5 = 4,76$$

$$pH = 4,76 - \lg \frac{0,1}{0,1} = 4,76$$

14-масала. 30 мл 0,1 м ли CH_3COOH эритмасига 50 мл 0,3 м ли CH_3COOK эритмаси қўшилди. Ҳосил бўлган эритмани рНини ҳисобланг.

Берилган:

$$V_{CH_3COOH} = 30\text{мл}$$

$$C_{CH_3COOH} = 0,1M$$

$$V_{CH_3COOK} = 50\text{мл}$$

$$C_{CH_3COOK} = 0,3M$$

$$K_{CH_3COOH} = 1,74 \cdot 10^{-5}$$

pH - ?

Ечиш. 1) Эритманинг умумий ҳажми ҳисобланади:

$$V_{умум} = 30 + 50 = 80 \text{ мл}$$

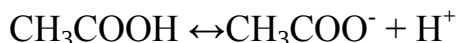
2) Эритмалар аралаштиргандан кейинги CH_3COOH нинг концентрацияси ҳисобланади.

$$C_{CH_3COOH} = \frac{0,1 \cdot 30 \cdot 1000}{1000 \cdot 80} = \frac{3}{80} = 0,0375 \text{ моль / л}$$

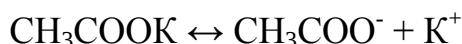
3) Эритмалар аралаштирилгандан кейинги CH_3COOK нинг концентрацияси ҳисобланади:

$$C_{CH_3COOK} = \frac{0,3 * 50 * 1000}{1000 * 80} = \frac{15}{80} = 0,188 \text{ моль / л}$$

4) Эритмада водород ионлари H^+ фақат CH_3COOH нинг диссоциацияланиши натижасида ҳосил бўлади:



CH_3COO^- аниони, худди шундай CH_3COOK диссоциацияланиши натижасида ҳам ҳосил бўлади:



5) CH_3COOH нинг бошланғич концентрацияси 0,0375 моль/л. Диссоциацияланган ионлар концентрацияси x моль/л бўлса, унда,

$$[CH_3COOH] = 0,0375 - x \text{ моль/л}$$

$$[H^+] = x \text{ моль/л}$$

$$[CH_3COO^-] = 0,188 + x \text{ моль/л}$$

6) Бу қийматлар диссоциацияланиш доимийлиги ифодасига қуйилса,

$$K_{CH_3COOH} = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} ; \quad 1,74 * 10^{-5} = \frac{(0,188 + x)x}{(0,0375 - x)}$$

Тенгламани ечиш учун қуйидагича мулоҳаза этилади:

$X \leq 0,0375 \leq 0,188$ бўлган шароитда $0,0375 - X \approx 0,0375$, $0,188 + X \approx 0,188$ деб, олинади. У ҳолда тенглама

$$1,74 * 10^{-5} = \frac{0,188}{0,0375} * X$$

қўринишга келиб қолади. Тенгламадан $X = [H^+]$ катталиқ топилади:

$$X = [H^+] = \frac{1,74 * 10^{-5} * 0,0375}{0,188} = 3,5 * 10^{-6} \text{ моль / л}$$

$[H^+]$ нинг қийматидан фойдаланиб,

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{3,5 * 10^{-6}} = 2,85 * 10^{-9} \text{ моль / л}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(3,5 * 10^{-6}) = 6 - 0,54 = 5,36$$

15-масала. 0,1 моль NH_4OH + NH_4C аралашмасидан иборат буфер эритманинг рНини ҳисобланг? Агар а) 1 л аралашмага 0,01 моль HC

қўшилса; б) 1 л аралашмага 0,01 моль NaOH қўшилса; в) аралашма 10 марта сув билан суюлтирилса эритманинг рНи қандай ўзгаради. $pK_{\text{NH}_4\text{OH}} = 4,75$.

Ечиш. 1) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{C}$ аралашмаси кучсиз асос ва унинг туз аралашмасидан иборат буфер эритма бўлганлиги сабабли эритма рН и куйидаги формула билан ҳисобланади:

$$pH = 14 - pOH = 14 - pK_{\text{асос}} + \lg \frac{C_{\text{асос}}}{C_{\text{туз}}}$$

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,1}{0,1} = 9,25$$

2) Эритманинг 1 л га 0,01 моль НС қўшилганда:

$$C_{\text{асос}} = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ м}$$

$$C_{\text{туз}} = 0,1 + 0,01 = 0,11 \text{ м бўлади, унда}$$

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,09}{0,11} = 14 - 4,75 + \lg 9 \cdot 10^{-2} - \lg 1,1 \cdot 10^{-1} = 14 - 4,75 + \lg 9 + \lg 10^{-2} - \lg 1,1 - \lg 10^{-1} = 14 - 4,75 + 0,95 - 2 - 0,04 + 1 = 9,16$$

3) Эритманинг 1 л га 0,01 моль NaOH қўшилганда:

$$C_{\text{асос}} = 0,1 + 0,01 = 0,11$$

$$C_{\text{туз}} = 0,1 - 0,01 = 0,09 \text{ бўлади, унда}$$

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,11}{0,09} = 14 - 4,75 + \lg 1,1 \cdot 10^{-1} - \lg 9 \cdot 10^{-2} = 14 - 4,75 + \lg 1,1 + \lg 10^{-1} - \lg 9 - \lg 10^{-2} = 14 - 4,75 + 0,04 - 1 - 0,95 + 2 = 9,34$$

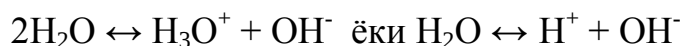
4) Эритма 10 марта суюлтирилганда.

$$pH = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,01}{0,01} = 9,25$$

2.6. Тузларнинг гидролизи. Гидролиз доимийлиги ва даражаси

Аналитик реакциялар туз ҳосил бўлиши, яъни уларнинг бир турдан бошқасига ўтиши билан боради. Шу сабабли тузларнинг сувли эритмалардаги ҳолати ва улар билан боғлиқ бўлган кимёвий жараёнларни, айниқса, тузларнинг гидролизини етарлича ўрганиш зарур. Гидролиз

эритмадаги туз ионлари билан сув молекулаларининг ўзаро таъсири натижасида кучсиз электролитлар ҳосил бўлиш жараёнидир. Гидролиз натижасида кўпинча эритманинг муҳити (рН и) ўзгаради. Гидролиз жараёнида эритма кучсиз асос, кучсиз кислота, гидро-гидроксо-тузлар, кам эрийдиган бирикмалар, баъзан комплекс бирикмалар ҳосил бўлади. Натижада гидролиз туфайли сувнинг диссоциланиш мувозанати:

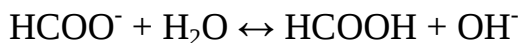


у ёки бу томонга силжийди. Буни қуйидаги ҳолларда кўриш мумкин:

Агар сувнинг H^+ ионлари туз ионлари билан бирикса, эритмада OH^- ионлари миқдори ошиб кетади ($[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$), бунда муҳит ишқорий бўлиб қолади ($\text{pH} > 7$). Агар туз ионлари ўзига OH^- ионларини бириктириб олса, эритмада H^+ ионлари кўпайиб, ($[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$) эритма кислотали муҳит намоён қилади ($\text{pH} < 7$).

Гидролиз қайтар жараён бўлиб, ҳар бир туз гидролизланиш доимийлиги $K_{\text{гидр}}$ ва гидролизланиш даражаси h билан характерланади. Тузларнинг гидролиз доимийси, гидролизланиш даражалари гидролизланаётган тузнинг таркибига, табиатига ва шароитга боғлиқ бўлади. Шуларни ҳисобга олган ҳолда айрим тузлар учун $K_{\text{гидр}}$ ва h нинг ифодаларини келтириб чиқарайлик.

Анион бўйича гидролизга учрайдиган тузнинг гидролиз реакция тенгламасини ёзиб, массалар таъсири қонуни асосида мувозанат доимийлиги ёзилади:



$$K = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} \quad (1)$$

Сувнинг концентрацияси – $[\text{H}_2\text{O}]$ ўзгармайди, шунинг учун тенгламани чап томонига ўтказамиз:

$$K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{HCOOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HCOO}^-]} \quad (2)$$

$K[H_2O]$ ни K гидролиз ($K_{гидр}$) билан белгиланса, унда:

$$K_{гидр} = \frac{[HCOOH] * [OH^-]}{[HCOO^-]} \quad (3)$$

(3) тенгламани соддалаштириш учун, тенгламани сурат ва махражини $[H^+]$ га кўпайтирилиб, тенглама тубдан ўзгартирилади.

$$K_{гидр} = \frac{[HCOOH] * [OH^-] * [H^+]}{[HCOO^-] * [H^+]} \quad (4)$$

$$K_w = [OH^-] * [H^+] \quad (5)$$

$$K_{HCOOH} = \frac{[HCOOH]}{[HCOO^-] * [H^+]} \quad (6)$$

(5) ва (6) тенглама (4) тенгламага қўйсақ:

$$K_{гидр} = \frac{K_w}{K_{HCOOH}}$$

ёки умумий кўринишда

$$K_{гидр} = \frac{K_w}{K_{кисл}} \text{ келиб чиқади } \quad (7)$$

Гидролиз даражаси гидролизланган туз концентрациясининг ($C_{гидр}$) тузнинг умумий концентрацияси ($C_{умум}$) га бўлган нисбати билан аниқланади:

$$h_{гидр} = \frac{C_{гидр}}{C_{умум}}$$

Анион бўйича гидролизга (кучсиз кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган туз) учрайдиган тузларнинг гидролиз даражаси қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$h_{гидр} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{кисл} * C_{туз}}} \quad (8)$$

Катион бўйича гидролизга (кучли кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз) учрайдиган тузларнинг гидролиз доимийлиги ва даражаси қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$K_{гидр} = \frac{K_{ц}}{K_{асос} * K_{кисл}} \quad (9)$$

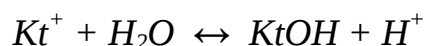
Гидролиз даражаси эса қуйидаги тенглик билан ифодаланади:

$$\frac{h_{\text{гидр}}}{1 - h_{\text{гидр}}} = \sqrt{\frac{K_w}{K_{\text{асос}} * K_{\text{кисл}}}} \quad (10)$$

2.7. Гидролизга учрайдиган туз эритмаларининг рН ва рОН ини ҳисоблаш

1. Кучли кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз эритмаларининг рН ва рОН ини ҳисоблаш.

Бундай туз гидролизини умумий ҳолда қуйидагича ифодалаш мумкин:



Гидролиз реакция тенгламасидан кўринаяптики, $[KtOH] = [H^+]$, буларнинг кўпайтмаси $[KtOH] \cdot [H^+] = H^2$ тенг. Маълумки, бундай тузларнинг гидролиз даражаси унча катта эмас, $h \leq 0,01$. Унда гидролизга учрамаган катионнинг концентрацияси тузнинг умумий моляр концентрациясига $[Kt^+] = C_{\text{туз}}$ тенг, юқоридаги катталикларни гидролизланиш доимийлиги тенгламасига қўйсак:

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[KtOH][H^+]}{[Kt^+]} = \frac{[H^+]^2}{C_{\text{туз}}} \quad (1)$$

$$[H^+] = \sqrt{K_{\text{гидр}} \cdot C_{\text{туз}}} \quad (2)$$

аслида
$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_w}{K_{KtOH}} \quad (3)$$

(3) тенглама (2) тенгламага қўйилса,

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \cdot C_{\text{туз}}}{K_{KtOH}}} \quad (4)$$

(4) тенглама логарифмлаб эритмани рНи топилади.

$$- \lg[H^+] = -\frac{1}{2}(\lg K_w + \lg C_{\text{туз}} - \lg K_{KtOH});$$

$$- \lg[H^+] = \frac{1}{2}(-\lg K_w - \lg C_{\text{туз}} + \lg K_{KtOH});$$

$$pH = \frac{1}{2}(-\lg 10^{-14} - \lg C_{\text{туз}} + \lg K_{KtOH});$$

ёки

$$pH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{асос} - \frac{1}{2} \lg C_{муз} \quad (5)$$

$$pOH = 14 - pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{асос} + \frac{1}{2} \lg C_{муз} \quad (6)$$

2. Кучсиз кислота ва кучли асосдан ҳосил бўлган туз эритмаларининг рН ва рОН ини ҳисоблаш.

Бундай тузлар қуйидаги кўринишда гидролизга учрайди:



ионли тенгламадан кўринаяптики, $[HAn] = [OH^-]$, кўпайтмаси $[HAn] \cdot [OH^-] = [OH^-]^2$, $[An^-] = C_{туз}$ деб гидролиз доимийлиги тенгламасига қўйилса:

$$K_{гидр} = \frac{[HAn] \cdot [OH^-]}{[An^-]} = \frac{[OH^-]^2}{C_{муз}} \quad (7)$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{гидр} \cdot C_{муз}} \quad (8)$$

$$K_{гидр} = \frac{K_W}{K_{HAn}} \quad (9)$$

(9) тенглама (7) тенгламага қўйиб, логарифмланса,

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_W \cdot C_{муз}}{K_{HAn}}}$$

$$\lg [OH^-] = \frac{1}{2} (\lg K_W + \lg C_{муз} - \lg K_{HAn})$$

$$-\lg [OH^-] = \frac{1}{2} (-\lg K_W - \lg C_{муз} + \lg K_{HAn})$$

ёки

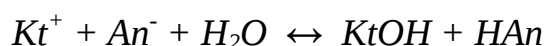
$$pOH = \frac{1}{2} (-\lg 10^{-14} + \lg K_{кисл} - \lg C_{муз})$$

$$pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{кисл} - \frac{1}{2} \lg C_{муз} \quad (10)$$

$$pH = 14 - pOH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{кисл} + \frac{1}{2} \lg C_{муз} \quad (11)$$

3. Кучсиз кислота ва кучсиз асосдан ҳосил бўлган туз эритмаларининг рН ва рОН ини ҳисоблаш.

Бундай тузлар қуйидаги кўринишда гидролизга учрайди:



Гидролиз доимийлиги тенгламаси

$$K_{гидр} = \frac{[KtOH][HAn]}{[Kt^+][An^-]} = \frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{кисл}} \quad (12)$$

қайсики, $[KtOH] = [HAn]$, кўпайтмаси $[KtOH][HAn] = [HAn]^2$, $[Kt^+] = [An^-] = C_{туз}$, кўпайтмаси $[Kt^+] \cdot [An^-] = C_{туз}^2$ катталикларни (12) тенгламага қўйилса:

$$K_{гидр} = \frac{[HAn]^2}{C_{туз}^2} = \frac{K_W}{K_{KtOH} \cdot K_{HAn}} \quad (13)$$

$$[HAn] = \frac{[H^+][An^-]}{K_{HAn}} \text{ билган ҳолда } \frac{[H^+]^2 C_{туз}^2}{C_{туз}^2 \cdot K_{HAn}^2} = \frac{K_W}{K_{асос} \cdot K_{кисл}}$$

$$[H^+]^2 = \frac{K_W \cdot C_{туз}^2 \cdot K_{кисл}^2}{K_{асос} \cdot K_{кисл} \cdot C_{туз}^2}$$

тенглама қисқартириб ёзилса,

$$[H]^2 = \frac{K_W \cdot K_{кисл}}{K_{асос}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_W \cdot K_{кисл}}{K_{асос}}} \quad (14)$$

(14) тенглама логарифмланса,

$$\lg[H^+] = \frac{1}{2}(\lg K_W + \lg K_{кисл} - \lg K_{асос})$$

$$-\lg[H^+] = \frac{1}{2}(-\lg K_W - \lg K_{кисл} + \lg K_{асос})$$

$$pH = \frac{1}{2}(-\lg 10^{-14} - \lg K_{кисл} + \lg K_{асос})$$

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{кисл} + \frac{1}{2} \lg K_{асос} \quad (15)$$

16-масала. 0,1 м CH_3COONa эритмасининг гидролиз даражасини ва рНини ҳисобланг.

Берилган:

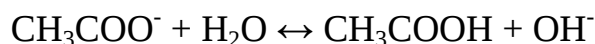
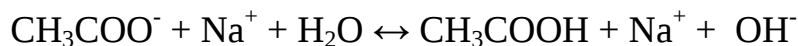
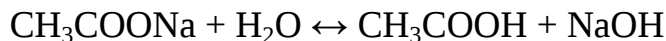
$$C_{CH_3COONa} = 0,1M$$

$K_{\text{кисл}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ 1-жадвалдан олинади.

α ?

pH - ?

Ечиш. 1) Тузнинг гидролиз реакция тенгламаси ёзилади.



2) Тузнинг гидролиз доимийлиги ҳисобланади.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{кисл}}} = \frac{10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 5,56 \cdot 10^{-10}$$

3) Тузнинг гидролиз даражаси ҳисобланади.

$$h_{\text{гидр}} = \frac{K_{\text{гидр}}}{C_{\text{м}}} = \frac{5,56 \cdot 10^{-10}}{0,1} = 5,56 \cdot 10^{-9}$$

4) Эритмадаги OH^- ионларининг концентрацияси ҳисобланади.

$$[\text{OH}^-] = h_{\text{гидр}} C_{\text{м}} = 5,56 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1 = 5,56 \cdot 10^{-10} \text{ моль/л.}$$

5) Эритманинг pOH и ҳисобланади.

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 5,56 \cdot 10^{-10} = -\lg 5,56 - \lg 10^{-10} = 0,25 + 10 = 10,25$$

6) Эритманинг pH и ҳисобланади.

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 10,25 = 3,75$$

17-масала. 0,05 м CH_3COOK эритмасидаги $[\text{H}^+]$, $[\text{OH}^-]$ ионлари концентрациясини ва эритма pH ини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOK}} = 0,05 \text{ м}$$

pH – ?

Ечиш. 1) OH^- ионлари концентрацияси қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_{\text{H}_2\text{O}} \cdot C_{\text{туз}}}{K_{\text{кисл}}}} = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 0,05}{1,74 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{50}{1,74} \cdot 10^{-12}} = 5,42 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

2) H^+ ионлари концентрацияси эса:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_{H_2O} \cdot K_{кисл}}{C_{муз}}} = \sqrt{\frac{10^{-14} * 1,74 * 10^{-5}}{0,05}} = \sqrt{\frac{1,74 * 10^{-18}}{0,5}} = 1,87 * 10^{-9} \approx$$

$$\approx 1,9 * 10^{-9} \text{ моль / л}$$

3) Эритмани рНи ҳисобланади:

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{кисл} + \frac{1}{2} \lg C_{муз} = 7 - \frac{1}{2} \lg(1,74 * 10^{-5}) + \frac{1}{2} \lg 0,05 = 7 + 2,38 = 9,38$$

18-масала. 0,1 м K_3PO_4 тузининг гидролиз даражаси ва доимийлигини ҳамда эритма рН ини ҳисобланг.

Берилган:

$$C_{K_3PO_4} = 0,1 \text{ м}$$

$h_{гидр}$ - ?

$K_{гидр}$ - ?

рН - ?

Ечиш. 1) Ҳисоблашларда H_3PO_4 кислотанинг учинчи босқичда диссоциацияланиш доимийлигидан, фойдаланиб, K_3PO_4 тузнинг биринчи босқичда гидролизланиши ҳисобланади. ($K_{K_3PO_4}^{\text{III}} = 4,2 * 10^{-13}$)

$$h_{гидр} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{кисл} * C_{муз}}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,2 * 10^{-13} * 0,1}} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{4,2 * 10^{-14}}} \approx 0,49 \text{ ёки } 0,49100 = 49\%$$

2) Гидролиз доимийлиги

$$K_{гидр} = \frac{K_{H_2O}}{K_{кисл}} = \frac{10^{-14}}{4,2 * 10^{-13}} = 0,024$$

3) Эритма рНини ҳисоблаймиз:

$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{кисл} + \frac{1}{2} \lg C_{муз} = 7 - \frac{1}{2} \lg(4,2 * 10^{-13}) + \frac{1}{2} \lg 0,1 =$$

$$= 7 - \frac{1}{2} \lg 4,2 - \frac{1}{2} \lg 10^{-13} + \frac{1}{2} \lg 10^{-1} = 7 - \frac{2,05}{2} + \frac{13}{2} - \frac{1}{2} = 11,98$$

Назорат саволлари

1. Массалар таъсири қонунига таъриф беринг ва унинг аналитик кимёдаги аҳамиятини тушунтиринг.

2. Электрoлитик диссоциацияланиш назариясини тушунтиринг.
3. Диссоциацияланиш даражаси ва доимийлигига изох, беринг.
4. Диссоциацияланиш даражаси ва доимийлигига қандай омиллар таъсир қилади.
5. Активлик ва активлик коэффициентлари тўғрисида тушунча беринг.
6. Сувнинг ионланиши рН ва рОН ҳақида тушунча беринг.
7. Кислота ва асос эритмаларининг рН и қандай ҳисобланади.
8. Буфер эритма нима?
9. Буфер сифими нима?
10. Буфер эритмаларнинг рН и қандай ҳисобланади.
11. Буфер эритмалардан аналитик кимёда фойдаланиш.
12. Туз гидролиз нима? Қандай тузлар гидролизга учрайди?
13. Гидролиз доимийлиги ва даражасига изох беринг.
14. Гидролиз доимийлиги ва даражасига қандай омиллар таъсир қилади.
15. Гидролизга учраган туз эритмаларининг рН и қандай ҳисобланади?
16. Туз гидролизидан аналитик кимёда фойдаланишга мисоллар келтиринг.

Мустақил ечиш учун масалалар

33. Диссоциацияланиш даражаси 1,21 % бўлган 0,12 м ли сирка кислотанинг (CH_3COOH) диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. (Ж. $1,75 \cdot 10^{-5}$)
34. Диссоциацияланиш доимийлиги $6,90 \cdot 10^{-4}$ бўлган 0,12 м нитрит кислота HNO_2 нинг диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг. (Ж. 7,6 %)
35. 0,1 м ли аммоний гидроксидини диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг. (Ж. 1,33 %)
36. Эритмада водород ионини концентратцияси ва ацетат $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ ионлари $0,00132 \text{ кмоль/м}^3$ бўлган 0,1 м ли эритмасида диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. (Ж. $1,74 \cdot 10^{-5}$)

37. 0,14 м чумоли кислотанинг диссоциацияланиш даражаси 4,24 % бўлса, диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. ($J.1,8 \cdot 10^{-4}$)

38. Диссоциацияланиш даражаси 0,932 % бўлган 0,2 м сирка кислотанинг диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. ($J.1,74 \cdot 10^{-5}$)

38. Диссоциацияланиш даражаси 13,2 % бўлган 0,001 м сирка кислота эритмасида ацетат ионини $[CH_3COO]$ концентрациясини ҳисобланг. ($J.1,32 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

40. Гидроксид ионлари $[OH^-]$ концентрацияси 0,00425 моль/л бўлган, 1,028м. аммоний гидроксидининг диссоциацияланиш даражаси ва доимийлигини ҳисобланг. ($J.0,00413$ ёки 0,413 %)

41. 0,15 н ли чумоли кислота($HCOOH$) эритмаси 3 марта суюлтирилганда диссоциацияланиш даражаси қандай ўзгаради.

42. Водород ионлари концентрацияси 0,01 г-ион/л бўлган 0,5 н ли чумоли кислотанинг диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг. ($J.2 \%$)

43. Диссоциацияланиш даражаси 4,5 % бўлган 0,2 м ли нитрит кислотанинг (HNO_2) диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. ($J. 24 \cdot 10^{-4}$)

44. 0,2 м ли цианид кислота (HCN) эритмасида диссоциацияланиш даражаси $6,0 \cdot 10^{-3} \%$ бўлса Диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. ($J. 7,2 \cdot 10^{-10}$)

45. Диссоциацияланиш даражаси 0,3 % бўлган 0,05 м ли карбонат кислотанинг (H_2CO_3) (биринчи босқичга нисбатан) диссоциацияланиш доимийлигини ҳисобланг. ($J.4,5 \cdot 10^{-7}$)

46. 0,1 м HC ва 0,1 м сирка кислотадаги водород ионлари $[H^+]$ концентрациясини солиштиринг. ($J.0,091$ моль/л; $1,32 \cdot 10^{-3}$ моль/л)

47. 6 % ли хлорид кислота HC эритмасидаги водород ионлари концентрациясини ҳисобланг. ($J.1,32$ моль/л)

48. Диссоциацияланиш даражаси 3 % булган 0,2 м чумоли кислотада ($HCOOH$) водород ионлари $[H^+]$ концентрациясини ҳисобланг. ($J.6 \cdot 10^{f3}$ моль/л)

49. Диссоциацияланиш даражаси 1,36 % диссоциацияланиш доимийлиги $1,74 \cdot 10^{-5}$ бўлса, эритманинг моляр концентрациясини ҳисобланг. (Ж.~0,1 м)

50. 0,55 м сирка кислота (CH_3COOH) эритмасидаги ацетат ионлари $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $3,1 \cdot 10^{-3}$ моль/л)

51. Эритма концентрацияси 0,48 м водород ионлари $[\text{H}^+] = 0,01$ моль/л бўлган чумоли кислотани диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг. (Ж. 0,02 ёки 2 %)

52. 0,2 м сирка кислота 2 марта суюлтирилганда диссоциацияланиш даражаси қанчага ўзгаради. (Ж. 1,73 марта ортади)

53. 0,1 м натрий хлорид эритмасининг ион кучини ва хлор ионини активлигини ҳисобланг. (Ж.).1; $7,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

54. 0,005 м AlCl_3 эритмасининг ион кучини ва алюминий катионини актив концентрациясини ҳисобланг. (Ж. 0,03; $1,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л)

55. 1 л да 0,01 моль Na_2SO_4 ва 0,01 м $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ бўлган эритманинг ион кучини ҳисобланг. (Ж. 0,18)

56. 1 л да 0,0012 моль Na_2SO_4 ва 0,0012 м $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ сақлаган эритмани ион кучини ва эритмадаги хром ионини активлигини ҳисобланг. (Ж.).0108; $8,76 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

57. 0,015 м ZnCl_2 эритмасида хлор ионини активлик коэффиценти ва активлигини ҳисобланг. (Ж. 0,82; $2,45 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

58. 0,05 м аммоний гидроксиди эритмасига 5,24 г аммоний хлорид (NH_4Cl) қўшилганда, гидроксид ионларини активлиги неча марта камайди. (Ж. 82,5 марта)

59. Эритманинг ион кучи 0,09 бўлган BaCl_2 эритмасининг концентрациясини моль/л да ҳисобланг. (Ж. 0,03 м)

60. 0,012 м хлорид кислота эритмасидаги водород ионини активлигини ҳисобланг ($f_{\text{H}^+} = 0,83$) (Ж. $1,09 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

61. 0,1 м водород фторид кислотасини диссоциацияланиш даражасини эритмани ион кучини ҳисобга олиб ҳисобланг. (Ж. 7,87 %)

62. 0,01 м КОН эритмасининг ион кучини ҳисобга олган ҳолда эритмадаги анионларни актив концентрацияси a_{OH^-} ҳисобланг. ($J.9 \cdot 10^{-3}$)

63. Калий нитрат KNO_3 нинг 0,02 м ли эритмасининг ион кучини ҳисобланг. ($J.0,02$)

64. 0,005 м ли алюминий сульфат $Al_2(SO_4)_3$ тузи эритмасининг ион кучини ҳисобланг. ($J.0,075$)

66. 1 л да 0,005 моль барий нитрат $Ba(NO_3)_2$ ва 0,001 моль темир(III)-сульфат $Fe_2(NO_4)_3$ тузи эритмаларининг ион кучини ҳисобланг. ($J.0,030$)

67. 0,002 моль кальций хлорид $CaCl_2$ тузи эритмасидаги ионларнинг активлик коэффициенти ва активлигини ҳисобланг. ($J.0,70$; $0,915$; $1,4 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л; $3,66 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л)

68. 1 л 0,001 моль калийли аччиқтош $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ эритмаси таркибидаги ионларнинг активлигини ҳисобланг. ($J.9,0 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л; $4,4 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л; $1,34 \cdot 10^3$ г-ион/л)

69. 1 л да 0,01 моль барий хлорид $BaCl_2$ ва 0,1 моль калий нитрат KNO_3 сақлаган эритманинг ион кучини ҳисобланг. ($J.0,13$)

70. 1 л да 0,01 моль кальций хлорид ва 0,1 моль натрий сульфат Na_2SO_4 сақлаган эритманинг ион кучини ҳисобланг. ($J.0,33$)

71. 1 л да 0,01 моль натрий сульфат Na_2SO_4 ва 0,005 моль алюминий хлорид $AlCl_3$ бўлган эритманинг ион кучини ва эритмадаги ионлар активлигини ҳисобланг. ($J.0,06$; $a_{Na^+} = 0,016$; $a_{SO_4^{2-}} = 0,00435$; $a_{Al^{3+}} = 0,00135$; $a_{Cl^-} = 0,0120$ г-ион/л)

72. 100 г/л натрий сульфат Na_2SO_4 сақлаган эритманинг ион кучини ҳисобланг. ($J.2,11$)

73. Қандай концентрациясида алюминий хлорид эритмасининг ион кучи 0,06 тенг бўлади. ($J.0,01$ м)

74. 0,02 н ли кальций хлорид эритмасидаги кальций Ca^{2+} ва хлор Cl^- ионларининг активлигини топинг. ($J. a_{Ca^{2+}} = 0,00872$ – ион / л; $a_{Cl^-} = 0,0322$ – ион / л)

75. 10 л сувда 8 г NaOH эритилган. Эритмадаги гидроксид OH^- ионлари активлигини ҳисобланг. (Ж.0,0174 г-ион/л)

76. 0,05 м ли калий ацетат CH_3COOK , кальций хлорид CaCl_2 , натрий сульфат Na_2SO_4 , алюминий сульфат $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ эритмаларининг ион кучини ҳисобланг. (Ж.0,008 г-ион/л)

77. рНи 4,32 тенг бўлган эритмадаги водород ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж.4,78*10⁻⁵ моль/л)

78. рНи 4,5 тенг бўлган эритмадаги водород ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж.3,16*10⁻⁵ моль/л)

79. Эритмадаги H^+ ионлари концентрацияси 1,5*10⁻⁵ г-ион/л га тенг бўлса. Эритманинг рНини ҳисобланг. (Ж.;,82)

80. 50 мл сувда 1,2 г КОН эритилди. Эритманинг рОН ва рН ини ҳисобланг. (Ж.0,37; 14,63)

81. рН и 5 тенг бўлган эритмадаги гидроксид ионлари OH^- концентрациясини ҳисобланг. (Ж.1*10⁻⁹ г-ион/л)

82. рН и 11 тенг бўлган эритмадаги водород ва гидроксид ионлари (H^+ , OH^-) концентрациясини ҳисобланг. (Ж.1*10⁻¹¹ г-ион/л; 1*10⁻³ г-ион/л)

83. 0,1 м CH_3COOH эритмасидаги H^+ концентрациясини ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.1,33*10⁻⁴ моль/л; 3,8)

84. 25 мл 4 % ли НС эритмаси ($d=1,173$ г/мл) 1 л гача суюлтирилди. Ҳосил бўлган эритмадаги H^+ концентрациясини ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.3,2*10⁻² моль/л; 1,49)

85. 1 л эритмада 2,6 г аммиак эриган бўлса, эритманинг рНини ҳисобланг. (Ж.11,22)

86. 30 мл 0,001 н КОН эритмаси 75 мл гача суюлтирилди. Ҳосил бўлган эритмани рНини ҳисобланг.

87. 0,052 м карбонат кислота H_2CO_3 эритмаси рНини ҳисобланг. ($K'_{\text{H}_2\text{CO}_3} = 4,5*10^{-7}$) (Ж.4,15)

88. 0,05 м сульфид кислота эритмаси рНини ҳисобланг. ($K' = 1,0*10^{-7}$)

89. рН и 11,2 тенг бўлган NH_4OH эритмаси аммоний ионини концентрацияси ва эритманинг диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг. (Ж. $1,586 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 1,11 %)

90. Таркибида 1,7 мг/л аммиак сақлаган эритма рНини ҳисобланг. (Ж.10)

91. 0,0018 м сульфит кислота H_2SO_3 эритмасидаги водород ионини H^+ концентрацияси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж. $5,0 \cdot 10^{-3}$ моль/л; 2,3)

92. Сувнинг 18°C дан 80°C гача қиздириганда водород ионлари H^+ концентрацияси неча марта ортади. (Ж. 6,5 марта)

93. рН и 5 га тенг бўлган эритмадаги водород ионлари H^+ концентрациясини ҳисобланг. (Ж. 10^{-5} г-ион/л)

94. рН и 3,7 га тенг бўлган эритмадаги водород ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $2,0 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л)

95. 0,01 н ли сирка кислота эритмасидаги водород ионлари H^+ концентрациясини ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж. $4,17 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л; 3,38)

96. 0,002 м ли нитрит кислота HNO_2 эритмасидаги водород ионлари H^+ концентрацияси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж. $7,87 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л; 3,10)

97. 0,05 н ли калий гидроксиди KOH эритмасидаги гидроксид ионлари OH^- активлигини ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж. $a_{\text{OH}^-} = 0,04052$ –ион / л; 12,61)

98. 1 л сувга 37 г кальций гидроксиди эритилган эритманинг рНини ҳисобланг. (Ж.13)

99. 0,2 н ли аммиак эритмасидаги гидроксид ионлари OH^- концентрацияси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж. $1,88 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л; 11,27)

100. 0,001 н ли аммоний гидроксиди эритмасининг рНини ҳисобланг. (Ж.10,12)

101. Диссоциацияланиш даражаси 0,013 тенг бўлган 0,01 м ли сирка кислота CH_3COOH эритмасининг рНини ҳисобланг. (Ж.3,89)

102. Активлик коэффициентини ҳисобга олган ҳолда 0,1 м ли хлорид кислота эритмасининг рНини ҳисобланг. (Ж.1,08)

103. 0,05 м ли аммоний гидроксиди NH_4OH эритмасининг pOH ва pH ни ҳисобланг. (Ж.3,03; 10,97)

104. Диссоциацияланиш даражаси 58% булган 0,1 н ли сульфат кислота H_2SO_4 эритмасининг pH ни ҳисобланг. (Ж.1,24)

105. 0,056 моль/л NH_4OH ва 0,1 моль/л NH_4C дан иборат буфер эритманинг pH қийматини ҳисобланг. (Ж.8,76)

106. 0,01 м чумоли кислота HCOOH ва 0,02 м калий формиат HCOOK эритмаларидан ҳосил бўлган буфер эритмани pH ни ҳисобланг. (Ж.4,05)

107. 0,1 м аммоний гидроксиди NH_4OH ва 0,01 м аммоний нитрат NH_4NO_3 эритмаларидан ҳосил бўлган буфер эритмани pH ва pOH ни ҳисобланг. (Ж.3,75; 10,25)

108. pH и 4,0 тенг бўлган формиатли буфер эритма олиш учун 25 мл 0,03 м чумоли кислотага HCOOH неча грамм HCOOK эритиш керак. (Ж.0,11 г)

109. 250 мл 0,2 м сирка кислотага 4,9 г сувсиз калий ацетат эритилди. Эритма pH ни ҳисобланг. (Ж.4,76)

110. 100 мл 23 н HCOOH эритмаси 30 мл 5 н HCOONa эритмаси билан аралаштирилди. Ҳосил бўлган аралашмани pH ни ҳисобланг. (Ж.3,45)

111. 1 л сувда 11,5 г HCOOH ва 10,5 г HCOOK эритилди. Қандай эритма ҳосил бўлади? Эритманинг pH қиймати ҳисоблансин. (Ж.3,45)

112. 25 мл 0,2 н CH_3COOH ва 20 мл 0,15 н CH_3COONa эритмаси аралашмасидан иборат буфер эритмадаги $[\text{H}^+]$ ва pH қийматни ҳисобланг. (Ж. $2,88 \cdot 10^{-4}$ моль/л; 3,34)

113. 100 мл 0,03 м NH_4C эритмасига NH_4OH нинг 0,04 м эритмасидан 50 мл қўшилган. Буфер эритмадаги OH^- ва H^+ ионлари концентрацияси ва эритма pH и ҳисоблансин. (Ж. $1,2 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $8,33 \cdot 10^{-8}$ моль/л; 9,08)

114. 100 мл 0,0375 м CH_3COOH эритмасига 0,102 г CH_3COONa қўшилди. Ҳосил бўлган эритманинг pH ни ҳисобланг. (Ж.4,20)

115. 30 мл 0,1 м Na_2CO_3 эритмаси 15 мл 0,1 м NaHCO_3 эритмаси билан аралаштирилди. Ҳосил бўлган эритманинг pH ни ҳисобланг. (Ж.10,62)

116. Эритма рН и 2,3 тенг бўлиши учун 23 мл 0,2 м H_3PO_4 эритмасига неча мл 0,4 % NaOH эритмасидан қўшиш керак. (Ж.27,7 мл)

117. Эритма рН и 10 тенг бўлиши учун 100 мл 0,1 м NaHCO_3 эритмасига неча грамм NaOH эритиш керак. (Ж.0,13)

118. 20 мл 0,02 м Трилон Б ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{ЭДТА}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) . Эритмаси 30 мл 0,01 м HCl эритмаси билан аралаштирилганда, ҳосил бўлган эритмани рНини ҳисобланг. (Ж.2,19)

119. Эритма рН=11,5 бўлиши учун 100 мл 0,1 м KOH эритмасига неча грамм K_2HPO_4 эритиш керак. (Ж.3,1 г)

120. Эритмада 0,045 моль/л NH_4OH ва 0,2 моль/л NH_4Cl бор. Шу эритманинг рН қиймати ҳисоблансин. (Ж.2,88*10⁻⁴ моль/л; 3,34)

121. 0,1 м ли чумоли кислота HCOOH ва 0,1 м ли калий формиат HCOOK сақлаган буфер эритмани рНини ҳисобланг. (Ж.3,75)

122. Эритма рН и 9,25 га тенг бўлиши учун 100 мл 0,5 н ли аммоний гидроксидига неча мл 0,5 м ли аммоний хлорид қўшиш керак. (Ж.100 мл)

123. 20 мл 0,2 м ли натрий ацетат CH_3COONa эритмасига 20 мл 0,3 н ли сирка кислота қўшилишидан ҳосил бўлган эритма рНини ҳисобланг.

124. Эритма рН и 3,32 тенг бўлиши учун 100 мл 0,2 м ли чумоли кислота HCOOH эритмасига неча грамм натрий формиат HCOONa қўшиш керак. (Ж.~0,5 г)

125. 0,1 м ли аммоний нитрат ва 0,01 н ли аммоний гидроксиди эритмаси 4 марта суюлтирилганда буфер эритма рН и қандай ўзгаради. (Ж.ўзгармайди)

126. 0,5 л да 30 г сирка кислота CH_3COOH ва 41 г натрий ацетат бўлган буфер эритма рНини ҳисобланг. (Ж.4,76)

127. 1 л сувда 11,5 г чумоли кислота ва 10,5 г калий формиат эритилди. Ҳосил бўлган буфер эритмани рН ва рОН ини ҳисобланг. (Ж.3,45; 10,55)

128. 30 мл 0,2 м ли сирка кислота ва 30 мл 0,1 м ли натрий ацетат эритмалари аралаштирилди. Ҳосил бўлган эритмадаги H^+ , OH^- ва эритма рНини ҳисобланг. ($5,75 \cdot 10^{-5}$ моль/л; $1,74 \cdot 10^{-10}$ моль/л; 4,24)

129. 0,1 м ли 50 мл KH_2PO_4 ва 0,2 м ли 25 мл K_2HPO_4 эритмалари аралаштирилди. Ҳосил бўлган эритманинг рНини ҳисобланг. (Ж.7,21)

130. 0,1 м ли 15 мл Na_2CO_3 ва 0,1 м ли 8 мл NaHCO_3 эритмалари аралаштирилди. Ҳосил бўлган эритмадаги водород ионлари концентрациясини ва эритма рНини ҳисобланг. ($2,5 \cdot 10^{-11}$ моль/л; 10,60)

131. Эритма рН и 10,20 тенг бўлган 100 мл аммиакли буфер эритмага 4,00 мл сув қўшилди. Эритма рН ини ҳисобланг. (Ж.10,2)

132. 1 л эритмада 11,76 г CH_3COOK сақлаган эритманинг гидролиз доимийлиги ва даражасини ҳисобланг. ($5,74 \cdot 10^{-10}$; $6,92 \cdot 10^{-3} \%$)

133. Гидролиз натижасида эритма рН и 8,5 тенг бўлиши учун 250 мл сувга неча грамм CH_3COOK эритиш керак. (Ж.0,426 г)

134. 0,12 м HCOONa тузи эритмасининг гидролиз доимийлиги ва даражасини ҳисобланг. ($0,555 \cdot 10^{-10}$; $2,14 \cdot 10^{-3} \%$)

135. 1 л сувга 10,7 г NH_4C эритилган ҳосил бўлган туз эритмасининг гидрол даражаси ва эритма рНини ҳисобланг. ($5,32 \cdot 10^{-3} \%$; 4,97)

136. Эритма рН и 5,6 тенг бўлса, 1 л сувга неча грамм аммоний нитрат эритилган. (Ж.8,8 г)

137. 0,1 м аммоний ацетат $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ тузи эритмасининг гидролиз доимийлиги ва даражаси ҳамда эритма рНини ҳисобланг. ($3,15 \cdot 10^{-6}$; 0,176 %; 6,5)

138. 0,1 м KHCO_3 тузи эритмасининг гидролиз доимийлиги, рН ва рОН ини ҳисобланг. ($2,22 \cdot 10^{-8}$; 8,33; 5,67)

139. 0,052 м Na_2CO_3 тузи эритмасининг гидролиз даржаси ва рНини ҳисобланг (биринчи босқичига нисбатан) (Ж.0,11 %; 11,5; 2,5)

140. 0,05 м калий сульфит K_2SO_3 тузи эритмасининг диссоциацияланиш доимийлиги, даражаси ва рНини ҳисобланг (биринчи босқичга нисбатан) ($1,61 \cdot 10^{-7}$; 0,18 %; 9,95)

141. 0,5 л эритмада 4,8 г $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ бўлса, тузнинг гидролиз даражаси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.0,567 %; 7)

142. 250 мл эритмада 2,88 г $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ бўлса, тузнинг гидролиз доимийлиги, даражаси ва эритма рНини ҳисобланг (биринчи босқичга нисбатан) (Ж.8,15; 74 %; 9,78)

143. 0,012 м марганец хлорид тузи эритмасининг гидролиз даражаси ва рОН инини ҳисобланг (биринчи босқичга нисбатан) (Ж.4,09*10⁻³ %; 7,69)

144. 0,12 м калий фосфат K_3PO_4 тузи эритмасининг гидролиз (учинчи босқичга нисбатан) доимийлиги ва даражасини ҳисобланг. (Ж.1,4*10⁻¹²; 0,000343 %; 7,6)

145. 500 мл эритмада 1,07 г аммоний хлорид сақлаган 500 мл, эритмадаги тузнинг гидролиз даражаси ва рНини ҳисобланг. (Ж.1,19*10⁻² %; 5,32)

146. 0,02 н аммоний сульфид тузи эритмасининг гидролиз даражасини биринчи босқичга нисбатан ва рНини ҳисобланг. (Ж.97,7 %; 10,9)

147. 0,5 л эритмада 4,1 г CH_3COONa сақлаган тузнинг гидролиз даражасини ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.8,88; 7,6*10⁻³%)

148. 200 мл эритмада 0,65 г KCN сақлаган тузнинг гидролиз даражаси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.10,95; 1,8 %)

149. 30 мл сувга 5 мл 3 м ли калий нитрит KNO_2 қўшилган. Ҳосил бўлган эритмани рНини тузнинг гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.8,46; 6,8*10⁻⁴ %)

150. 500 мл эритмада 2,52 г Na_2CO_3 сақлаган тузнинг гидролиз даражаси ва эритма рНини ҳисобланг. (Ж.11,50; 6,6 %)

151. 0,05 м ли Na_2CO_3 тузи эритмасининг рНини ва гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.11,51; 6,42 %)

152. 0,05 м ли $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ туз эритмаси 10 марта суюлтирилганда, ҳосил бўлган эритманинг рНини ва тузнинг гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.*.48; 6,1*10⁻³ %)

153. Эритма рН и 8,52 тенг бўлиши учун 500 мл сувга неча грамм CH_3COONa қўшиш керак. (Ж.0,78 г)

154. Эритма рН и 12,94 бўлган 100 мл эритмадаги Na_2S нинг миқдорини, тузнинг гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.0,78 г; 88 %)

155. Эритма рН и *.28 бўлган 25 мл эритмадаги $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ нинг миқдорини, тузнинг гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.0,067 г; $0,96 \cdot 10^{-2}$ %)

156. Эритма рН и 11,10 бўлган 10 мл эритмадаги KCN нинг миқдорини ҳисобланг. (Ж. $6,5 \cdot 10^{-2}$ г)

157. 40 мл 0,3 м ли HCOOK ва 20 мл 0,15 м ли KOH эритмалари аралаштирилди. Эритманинг рНини ва тузнинг гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.12,7; $1,11 \cdot 10^{-7}$ %)

158. 250 мл эритмада 0,535 г NH_4C сақлаган туз эритмасининг рНини ва гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.5,32; $1,2 \cdot 10^{-2}$ %)

159. 0,01 м ли Рух хлорид ZnCl_2 тузи эритмасининг рНини ва гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж. 5,70; $1,58 \cdot 10^{-2}$ %)

160. 0,01 м ли кобальт хлорид CoCl_2 тузи эритмасининг рНини ва гидролиз даражасини ҳисобланг.

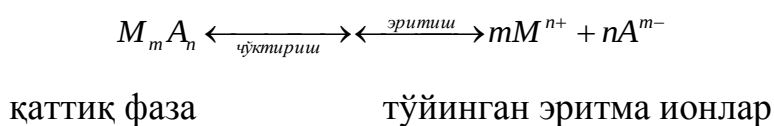
161. 0,1 м ли мис нитрат $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ тузи эритмасининг рНини ва гидролиз даражасини ҳисобланг. (Ж.4,0; 0,1 %)

2.8. Массалар таъсири қонуни ва гетероген система

Чўктириш реакцияси натижасида янги фаза қаттиқ модда, 2 фазали гетероген система ҳосил бўлади.

эритма $\leftrightarrow$ чўкма

Бу система мувозанатни қуйидагича ифодалаш мумкин.



Бундай системада моддалар таъсири қонуни қўлланилади. Доимий хароратда қийин эрувчан электролитнинг тўйинган эритмадаги ионлар

концентрацияларининг (активликларини) кўпайтмаси ўзгармас микдор бўлиб, эрувчанлик кўпайтмаси деб айтилади.

$$\mathcal{E}K_{MmA_n} = [M^{n+}]^m [A^{m-}]^n \quad (1)$$

ЭК – айрим ҳолда эрувчанлик активлиги ҳам дейилади, чунки қийин эрувчан электролитларнинг эрувчанлик кўпайтмасини жуда аниқ ҳисоблаш учун ионларни активлигидан фойдаланилади. Амалда электролит эритмасида ионлараро таъсир куч бўлади.

$$\mathcal{E}K_{MmA_n} = a_{M^{n+}}^m * a_{M^{m-}}^n \quad (2)$$

$$\mathcal{E}A = \mathcal{E}K * f_{M^{n+}}^m * f_{M^{m-}}^n \quad (3)$$

Кам эрувчан электролит ионларининг концентрацияларини кўпайтмаси ўзининг эрувчанлик кўпайтмаси қийматига эришганда чўкма ҳосил бўлади, яъни эритма ўта тўйинган бўлганда, тўйинмаган эритмалардан чўкма ҳосил бўлмайди, аксинча қаттиқ фаза эрийди.

Моддаларнинг ЭК қийматини билган ҳолда кам эрувчан модданинг эрувчанлигини ҳисоблаш мумкин.

$$\mathcal{E}_{MmA_n} = m + n \sqrt{\frac{\mathcal{E}K_{MmA_n}}{m^m * n^n}} \quad (4)$$

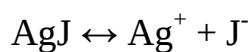
Эрувчанликни г/л (дм³) ҳисоблаш учун моляр концентрацияни модданинг молекуляр оғирлигига кўпайтириш керак.

Бу формулани эритмани ион кучини ва конкурент (тескари рақобат) реакцияларни ҳисобга олмаганда ишлатиш мумкин.

Масалаларни ечишга доир намуналар

1-масала. 25°C да эрувчанлиги $2,865 \cdot 10^{-6}$ г/л бўлган AgJ нинг эрувчанлик кўпайтмасини ҳисобланг.

Ечиш.1) AgJ нинг диссоциаланиш тенгламаси ёзилади:



Ундан эрувчанлик кўпайтмаси ифодаси ёзилади.

$$\mathcal{E}K_{\text{AgJ}} = [\text{Ag}^+] [\text{J}^-]$$

2) AgJ нинг эрувчанлигини моль/л да ҳисоблаш учун AgJ нинг молекуляр массаси 234,8 билган ҳолда эритма концентрацияси:

$$[\text{AgJ}] = \frac{2,865 \cdot 10^{-6}}{234,8} = 1,22 \cdot 10^{-8} \text{ моль / л}$$

3) 1 моль AgJ диссоциацияланганда 1 моль Ag^+ 1 моль J^- ҳосил бўлади. Уларнинг концентрацияси:

$$[\text{Ag}^+] = [\text{J}^-] = [\text{AgJ}] = 1,22 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$$

4) Эрувчанлик кўпайтмаси ифодасига $[\text{Ag}^+]$ ва $[\text{J}^-]$ қийматини қуйсак,

$$\text{ЭК}_{\text{AgJ}} = 1,22 \cdot 10^{-8} \cdot 1,22 \cdot 10^{-8} = 1,5 \cdot 10^{-16}$$

2-масала. CaCO_3 сувдаги эрувчанлигини г/л ҳисобланг.

$$\text{ЭК}_{\text{CaCO}_3} = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 3,8 \cdot 10^{-9}$$

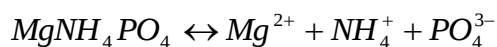
$$\text{Э} = \sqrt{\text{ЭК}} = \sqrt{3,8 \cdot 10^{-9}} = 6,16 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ г}$$

$$\text{Э} = 6,16 \cdot 10^{-5} \cdot 100 = 6,16 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

3-масала. Магний-аммоний фосфатнинг эрувчанлик кўпайтмаси $2,5 \cdot 10^{-13}$. Тузнинг моляр эрувчанлигини ва ҳар бир ионнинг тўйинган эритмадаги эрувчанлигини г-ион/литрда ҳисобланг.

Ечиш. 1) MgNH_4PO_4 диссоциацияланиш тенгламасини ёзиб



эритмадаги ҳар бир ионнинг концентрациясини X билан белгиланади.

2) MgNH_4PO_4 учун эрувчанлик кўпайтмасини ифодасини ёзиб X қиймати топилади.

$$\text{ЭК}_{\text{MgNH}_4\text{PO}_4} = [\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}] = X \cdot X \cdot X = 2,5 \cdot 10^{-13}$$

$$X = \sqrt[3]{2,5 \cdot 10^{-13}} = 6,3 \cdot 10^{-5} \text{ моль / л}$$

3) MgNH_4PO_4 нинг моляр эрувчанлигини билган ҳолда, ҳар бир ион концентрацияси г-ион/л ҳисобланади.

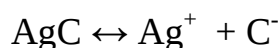
$$C_{\text{Mg}^{2+}} = 6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 24,34 = 153,15 \cdot 10^{-5} = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ г / л}$$

$$C_{NH_4^+} = 6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 18 = 113,4 \cdot 10^{-5} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

$$C_{PO_4^{3-}} = 6,3 \cdot 10^{-5} \cdot 94,97 = 598,31 \cdot 10^{-5} = 5,98 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$$

4-масала. AgC нинг тоза сувда ва 0,01 н КС эритмасида эрувчанлигини ҳисобланг.

Ечиш. 1) AgC нинг эрувчанлик кўпайтмаси қийматини маълумотномалардан топиб ($\mathcal{K}_{AgC} = 1,78 \cdot 10^{-10}$) сувдаги эрувчанлиги ҳисобланади:



$$[Ag^+] = [C^-] = X$$

$$\mathcal{K}_{AgC} = [Ag^+][C^-] = X \cdot X = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$X = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,334 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

2) AgC нинг 0,01 н КС эритмасидаги эрувчанлиги ҳисобланади.

$$[Ag^+] = X \quad [C^-] = 0,01 + X$$

$$\mathcal{K} = [Ag^+][C^-] = X(0,01 + X) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$[C^-] = 0,01 + X$ тенгламадаги X нинг қиймати 0,01 мольга нисбатан анча кичик бўлганлиги сабабли ташлаб ёзилади, унда

$$X \cdot 0,01 = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$X = \frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,01} = 1,78 \cdot 10^{-8} \text{ моль/л}$$

5-масала. CaSO₄ нинг сувда ва 0,01 м Mg(NO₃)₂ даги эрувчанлигини ҳисобланг. $\mathcal{K}_{CaSO_4} = 2,37 \cdot 10^{-5}$

Ечиш. 1) CaSO₄ нинг сувдаги эрувчанлиги ҳисобланади.



$$\mathcal{K}_{CaSO_4} = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = X \cdot X = 2,37 \cdot 10^{-5}$$

$$X = \sqrt{2,37 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{23,7 \cdot 10^{-6}} = 4,868 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

2) Эритманинг ион кучи ва активлик коэффиценти ҳисобланади.

$$\mu = \frac{1}{2} ([Mg^{2+}] * 2^2 + 2[NO_3^-] * 1^2 + [Ca^{2+}] * 2^2 + [SO_4^{2-}] * 2^2) =$$

$$= \frac{1}{2} (0,01 * 4 + 2 * 0,01 * 1 + 0,004868 * 4 + 0,004868 * 4) = 0,0495 = 0,05$$

$\mu=0,05$ бўлганда _____ жадвалдан $f_{Ca^{2+}} = f_{SO_4^{2-}} = 0,45$

$$\mathcal{K}_{CaSO_4} = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] * f_{Ca^{2+}} * f_{SO_4^{2-}}$$

$$\mathcal{K}_{CaSO_4} = X * X * (0,45)^2 = 2,3 * 10^{-5}$$

$$X = \frac{2,37 * 10^{-5}}{0,2025} = 1,17 * 10^{-4} = 1,082 * 10^{-2} \text{ моль / л}$$

Демак, $\frac{10,82 * 10^3}{4,868 * 10^3} = 2,2$ марта, $CaSO_4$ нинг эрувчанлиги $Mg(NO_3)_2$ да

сувга нисбатан кўп.

Назорат саволлари

1. Эрувчанлик кўпайтмаси нима?
2. Чўкмаларнинг эрувчанлигига қандай омиллар таъсир қилади?
3. Бир хил концентрацияли хлорид, бромид ва йодид ионлари бор бўлган эритмага $AgNO_3$ эритмаси қўшганда қайси чўкма биринчи чўкади.
4. Қайси бир бирикмаларнинг – $BaSO_4$, $CaCO_3$, AqC , ZnS , $(MqOH)_2CO_3$ эрувчанлиги эритма кислоталигига боғлиқ эмас? Нима учун ?
5. Қайси эритма муҳитида а) 2 м CH_3COOH ; б) 2 м HCl ; в) 0,2 м CH_3COONa , Ba^{2+} , ионни $K_2Cr_2O_7$ билан тўлиқ чўктирилади.
6. Қайси муҳитда $pH = 7$; $pH = 10$ $Mq(OH)_2$ эрувчанлиги катта?
7. Бир хил миқдордаги Ba^{2+} ; Ca^{2+} ; Sr^{2+} ионларининг эритмасига H_2SO_4 қўшганда қандай кетма-кетликда чўкмалар тушади.

Мустақил ечиш учун масалалар

162. Кумуш фосфат Ag_3PO_4 нинг эрувчанлик кўпайтмаси $1,8 * 10^{-18}$ бўлса, шу тузнинг эрувчанлигини моль литрда ҳисобланг. (Ж. $1,6 * 10^{-5}$ моль/л)

163. 0,005 н ли $AgNO_3$ эритмасига эквивалент миқдорда HCl қўшилса, Ag^{2+} ионини концентрацияси неча марта камаяди. (Ж. 400 марта)

164. Эрувчанлик кўпайтмаси $1,5 \cdot 10^{-32}$ бўлган кўрғошин фосфат $Pb_3(PO_4)_2$ нинг эрувчанлигини г/лда ҳисобланг. (Ж. $1,38 \cdot 10^{-4}$ г/л)

165. Тенг ҳажмда 0,2 н ли кальций нитрат $Ca(NO_3)_2$ ва 0,02 н ли калий сульфат K_2SO_4 эритмалари аралаштирилганда чўкма ҳосил бўладими? (Ж. чўкади)

166. Ҳар хил ҳажмдаги 0,1 м ли кўрғошин нитрат $Pb(NO_3)_2$ билан натрий хлорид $NaCl$ аралаштирилганда кўрғошин хлорид $PbCl_2$ чўкмаси тушадими? (Ж. чўкади)

167. Эрувчанлик кўпайтмаси $1,2 \cdot 10^{-10}$ бўлган барий оксалат BaC_2O_4 нинг активлик коэффицентини ҳисобга олган ҳолда эрувчанлигини ва барий ион Ba^{2+} лари концентрациясини моль литрда ҳисобланг. (Ж. 0,46)

168. $25^\circ C$ да эрувчанлиги 2,865 г/л бўлган кумуш иодид AgI нинг, эрувчанлик кўпайтмасини ҳисобланг. (Ж. $1,5 \cdot 10^{-16}$)

169. $25^\circ C$ да эрувчанлиги $1,31 \cdot 10^{-4}$ моль/л бўлган Ag_2CrO_4 нинг эрувчанлик кўпайтмасини ҳисобланг. (Ж. $9,00 \cdot 10^{-12}$)

170. Кальций оксалат CaC_2O_4 нинг эрувчанлиги тоза сувга нисбатан 0,01 м ли $(NH_4)_2C_2O_4$ неча марта кам (активлик коэффицентини ҳисобга олманг). (Ж. 200 марта)

171. Эрувчанлик кўпайтмаси қийматидан фойдаланиб $AgCl$ ва $AgBr$ нинг қайси бирининг тўйинган эритмасида кумуш ионини концентрацияси катта жавобни ҳисоблаб исботланг. (Ж. $AgCl$ эритмасида)

172. Қайси бир тузнинг Ag_3PO_4 ми ёки Ag_2CrO_4 ни тўйинган сувли эритмасида кумуш Ag^+ ионини концентрацияси кам. (Ж. Ag_3PO_4 да)

173. Стронций сульфат $SrSO_4$ нинг эрувчанлик кўпайтмаси $2,8 \cdot 10^{-7}$ бўлса, шу тузнинг эрувчанлигини моль/л ҳисобланг. (Ж. $5,29 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

174. Барий сульфат $BaSO_4$ нинг 0,1 м ли калий хлориддаги эрувчанлигини ҳисобланг. (Ж. $3,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л)

175. Кумуш хромат Aq_2CrO_4 нинг 0,05 м ли натрий нитратдаги эрувчанлигини ҳисобланг. (Ж. $1,12 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

176. Кумуш фосфат Ag_3PO_4 нинг 0,05 м ли калий нитратдаги эрувчанлигини ҳисобланг. ($\text{Ж.}5,1 \cdot 10^{-6}$ моль/л)

177. Стронций хроматнинг SrCrO_4 0,01 м ли а) 0,01 м ли калий хлорида; б) 0,01 м ли магний нитратда; в) 0,01 м ли алюминий хлориддаги эрувчанлигини ҳисобланг. ($\text{Ж. а) } 9,1 \cdot 10^{-3}$ моль/л; б) $1,2 \cdot 10^{-2}$ моль/л; в) $1,5 \cdot 10^{-2}$ моль/л)

178. Кальций оксалатнинг сувда ва 0,1 м ли калий хлориддаги эрувчанлигини ҳисоблаб, солиштиринг. (Ж. 3 марта)

179. $f_{\text{Ba}^{2+}} = 0,38$ ва $f_{\text{PO}_4^{3-}} = 0,095$ ($\mu=0,1$) эканлигини билиб, эрувчанлиги берилган шароитда 0,225 мг/100 мл бўлган, барий фосфат $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ нинг эрувчанлик активлигини ҳисобланг. ($\text{Ж.}3,9 \cdot 10^{-29}$)

180. $f_{\text{Ag}^+} = 0,805$ ва $f_{\text{CrO}_4^{2-}} = 0,445$ ($\mu=0,05$) эканлигини билиб, эрувчанлиги берилган шароитда $2,36 \cdot 10^{-1}$ г/л бўлган, Ag_2CrO_4 нинг эрувчанлик кўпайтмасини ҳисобланг. ($\text{Ж.}4,15 \cdot 10^{-10}$)

181. BaSO_4 нинг тўйинган эритмасида барий ионини Ba^{2+} концентрацияси 10 марта оширилди. Сульфат ионини концентрациясини ҳисобланг. ($\text{Ж.}1 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л)

182. Тўйинган кумуш бромид эритмасида бром ионини концентрацияси 17 марта оширилди. Кумуш Ag^{2+} ионини концентрациясини топинг. ($\text{Ж.}3,7 \cdot 10^{-9}$ г-ион/л)

183. Тўйинган қўрғошин сульфат PbSO_4 эритмасида сульфат SO_4^{2-} ионини концентрацияси 100 марта оширилди. Қўрғошин ионини концентрациясини аниқланг. ($\text{Ж.}1,37 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л)

184. Тўйинган темир(III)-гидроксиди $\text{Fe}(\text{OH})_3$ эритмасида гидроксил OH^- ионини концентрацияси 15 марта оширилди. Темир(III) Fe^{3+} ионини концентрациясини ҳисобланг. ($\text{Ж.}5,8 \cdot 10^{-9}$ г-ион/л)

185. Қўрғошин йод PbI_2 нинг тўйинган эритмасида, қўрғошин Pb^{2+} ионини концентрацияси 10 марта оширилди. Йодид I^- ионининг концентрациясини топинг. ($\text{Ж.}8,0 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л)

186. Активлик коэффициентини ҳисобга олиб BaSO_4 нинг 0,01 м ли Na_2SO_4 эритмасида эрувчанлигини ҳисобланг. ($4,58 \cdot 10^{-3}$ г/л; $1,56 \cdot 10^{-3}$ г/л)

187. Кумушни чўктириш учун 100 млда 0,3398 г AgNO_3 сақлаган эритмага 0,1 м ли 17 мл НС қўшилди. Эритмадаги чўкмай қолган кумушнинг миқдорини молларда ҳисобланг. ($\sim 3 \cdot 10^{-4}$ м)

188. BaCrO_4 нинг тоза сувда, ҳамда 0,97 г K_2CrO_4 сақлаган 500 мл эритмадаги эрувчанлигини ҳисобланг. ($2,78 \cdot 10^{-3}$ г/л)

189. 0,1 моль/л Ba^{2+} ионни ва 0,01 моль/л Ca^{2+} ионни бўлган эритмага аммоний оксалат таъсир этирилганда қайси бир катион биринчи чўкмага тушади. (Ca^{2+} ионни)

190. 0,2 моль/л Ba^{2+} ионни ва 0,001 моль/л Ag^{2+} ионни сақлаган эритмага K_2CrO_4 таъсир этирилганда қайси бир туз биринчи чўкади. (AgJ)

191. 0,1 моль SO_4^{2-} ионни ва 0,01 моль/л CrO_4^{2-} ионни сақлаган эритмага BaC_2 эритмаси қўшганда қайси чўкма биринчи тушади. (Ж.)

192. 10 мл 0,01 м ли AgNO_3 эритмасига 10 мл 0,01 м ли NaC эритмаси қўшилганда AgC чўкмага тушадими?

193. 15 мл 0,02 м ли BaC_2 эритмасига 15 мл 0,02 м ли $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ эритмаси қўшилганда BaCO_3 чўкмага тушадими?

2.9. Оксидланиш-қайтарилиш жараёнлари

1. Оксидланиш-қайтарилиш потенциали ва реакция йўналишини аниқлаш

Аналитик кимёда оксидланиш-қайтарилиш жараёнларидан кенг фойдаланилади. Эритмада оксидловчи ва қайтарувчиларни кимёвий активлиги стандарт водород электрод ($E_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^o = 0$) га нисбатан ўлчанган нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциалининг қиймати (4-жадвал) билан тавсифланади.

Системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалини қиймати айрим физик катталиклар ва оксидловчи ва қайтарувчи концентрациялари нисбатига боғлиқлиги Нернст тенгламаси билан ифодаланади.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{ок}}{a_{кай}} \quad (1)$$

E^0 - нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари

$a_{ок}^0$, $a_{кай}$ - оксидланган ва қайтарилган формаларни активлиги, моль/л

R - газ доимийлиги, 8,314 Дж/к.моль

T - абсолют ҳарорат, К

F - Фарадей сони, 96500 К

n - ярим реакцияда иштирок этадиган электронлар сони

a, b - стехиометрик коэффициентлари.

Суюлтирилган эритмалар учун активлик ўрнига мувозанатдаги концентрация ишлатилади.

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[окс]^a}{[кай]^b} \quad (2)$$

$t^0 = 25^0C$, $n=1$ бўлганда,

$$\Theta = \frac{2,3RT}{F} = 0,059 \quad B = 59 \text{ мВ}$$

Агар (2) тенгламадаги доимийликларнинг сон қийматлар қўйилса ва натурал логарифмдан ўнли логарифмга ўтилса (ўтиши коэффициентлари 2,303 га тенг) формула қуйидаги кўринишни олади:

$$E = E_{оксид/кайтар}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[оксид]}{[кайтар]} \quad (3)$$

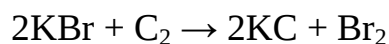
Агар жараёнда оксидловчи-қайтарувчи жуфти электрон берса, водород иони $2H^+ \xrightarrow{+2e} H_2$ ҳосил қилиб потенциал манфий ҳисобланади, қайтар реакцияда эса мусбат бўлади.

Жуфтлардан оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари катта бўлгани оксидловчи, кичик бўлгани қайтарувчи ҳисобланади.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Хлорили сув билан КВг орасида реакция борадими?

Ечиш. 1) Реакция тенгламани ёзамиз

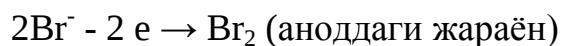


2) 4-жадвалдан нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциалини топамиз:

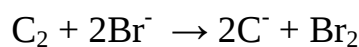
$$E_{\text{Br}_2 / 2\text{Br}^-}^o = 1,09\text{B} , \quad E_{\text{Cl}_2 / 2\text{Cl}^-}^o = 1,36\text{B}$$

Демак, $1,36 > 1,09$ жараён боради.

3) Қандай ярим реакциялар боришини аниқлаймиз:



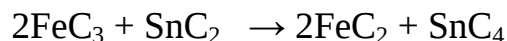
4) Реакцияни умумий тенгламасини ёзамиз.



Реакция Br^- эркин бромгача Br_2 оксидланиши томон боради, эритма оч-қўнғир рангли бўлади

2-масала. Бир хил концентрацияли тенг ҳажмдаги FeC_3 ва FeC_2 , SnC_4 ва SnC_2 туз эритмалари аралаштирганда реакцияни йўналишини аниқланг.

Ечиш. 1) Тегишли оксидланиш-қайтарилиш реакция тенгламаси ёзилади.



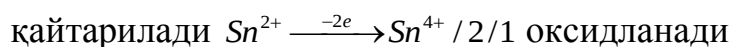
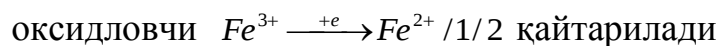
2) 4-жадвалдан стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциалини қиймати олинади.

$$E_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}}^o = +0,77\text{B}$$

$$E_{\text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+}}^o = +0,15\text{B} , \text{ Демак}$$

$$E_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}}^o > E_{\text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+}}^o$$

Реакция чапдан ўнга боради Fe^{3+} ионлари Sn^{2+} ионларини оксидлайди.



Оксидланиш-қайтарилиш системаси учун оксидланиш-қайтарилиш потенциални ҳисобланг ($t = 25^{\circ}\text{C}$) $a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 1\text{г-ион/л}$, $a_{\text{Cr}^{3+}} = 0,1\text{г-ион/л}$, $a_{\text{H}^+} = 1\text{г-ион/л}$,

Ечиш. 1) Системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^{0j} + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}}}{a_{\text{Cr}^{3+}}} [\text{H}^+]^{14}$$

2) Нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциалнинг қиймати 4-жадвалдан олинади.

$$E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 = +1,33\text{В}$$

3) Агар $a_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = 1\text{г-ион/л}$; $a_{\text{Cr}^{3+}} = 0,1\text{г-ион/л}$; $a_{\text{H}^+} = 1\text{г-ион/л}$;

$$T = 25^{\circ}\text{C} \text{ да } \theta = \frac{2,3RT}{F} = 0,059\text{В бўлса,}$$

$$E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = 1,33 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{1}{0,1} 1^{14} = 1,33 + 0,0098 = 1,3398\text{В}$$

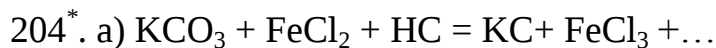
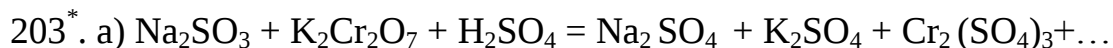
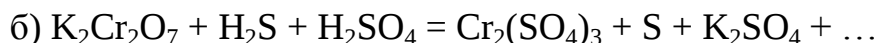
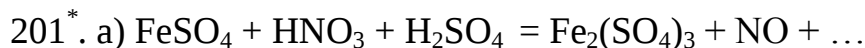
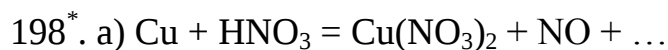
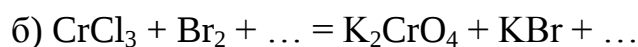
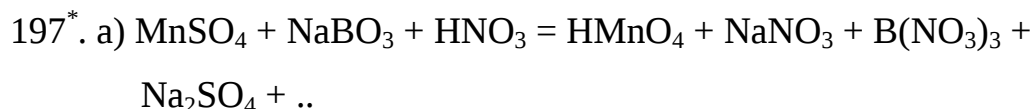
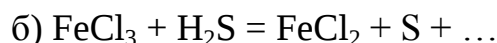
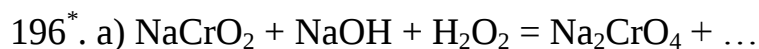
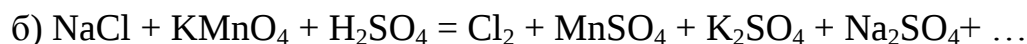
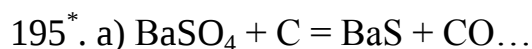
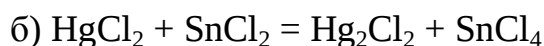
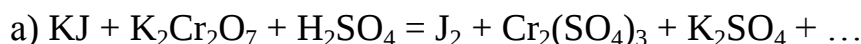
Назорат саволлари

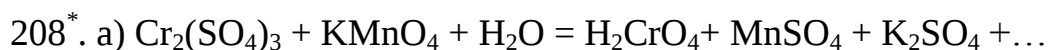
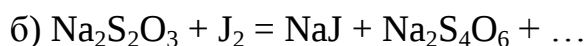
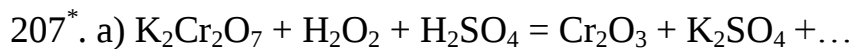
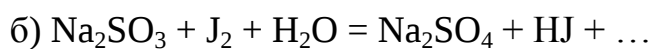
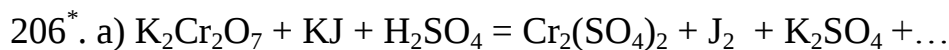
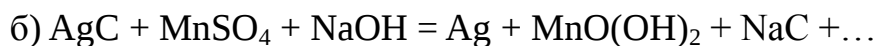
1. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияси деб нима айтилади?
2. Асосий оксидловчи ва қайтарувчиларга мисоллар келтиринг.
3. Оксидланиш-қайтарилиш потенциали нима?
4. Нернст тенгламасини ёзиб ўзгармас катталикларига изоҳ, беринг.
5. Нормал, потенциал, реаль потенциал, формал потенциал тушунчаларига, изоҳ беринг.
6. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларидан аналитик кимёда фойдаланиш.
7. Аналитик кимёда энг кўп ишлатиладиган оксидловчи ва қайтарувчиларга мисоллар келтиринг.
8. Эритма муҳити тузумнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалига қандай таъсир қилади?

9. Нима учун Cr^{3+} ионини водород пероксиди таъсирида оксидлаш ишкорий муҳитда олиб борилади?

Мустақил ечиш учун масалалар

194*. Қуйидаги оксидланиш-кайтарилиш реакция тенгламаларини охиригача ёзиб, электрон баланс усули билан тенглаштиринг. Реакция (тузум)нинг ЭЮК ини ҳисоблаб, реакциянинг йўналишини аниқланг.





209. Перманганат ионини концентрацияси $[\text{MnO}_4^-] = 0,1$ моль/л, марганец Mn^{2+} ионини концентрацияси $[\text{Mn}^{2+}] = 0,01$ моль/л эритма муҳитининг $\text{pH} = 7$ бўлган тузумнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалини ҳисобланг.

210. $[\text{Br}_2] =$ моль/л ва $[\text{Br}^-] = 0,012$ моль/л бўлган $\text{Br}_2/2\text{Br}^-$ жуфти учун оксидланиш-қайтарилиш потенциалини ҳисобланг.

211. Ишқорий муҳитда калий перманганат KMnO_4 таъсирида а) $\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$ гача; б) $\text{J}_2 \rightarrow \text{JO}_3$ гача; в) $\text{Br}^- \rightarrow \text{BrO}^-$ гача; г) $\text{Co}^{2+} \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3$ гача оксидланиши мумкинми?

212. Кислотали муҳитда натрий нитрит NaNO_2 таъсирида а) $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$ гача; б) $\text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Zn}$ гача; в) $\text{CO}_3^- \rightarrow \text{C}^-$ гача; г) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow \text{Cr}^{3+}$ гача қайтарилиши мумкинми?

213. Кислотали муҳитда калий бихромат $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ таъсирида а) $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ гача; б) $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ гача; в) $\text{Mn}^{2+} \rightarrow \text{MnO}_4^-$ гача; г) $\text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{SO}_4^{2-}$ гача оксидланиши мумкинми?

214. Бромнинг концентрацияси $0,2$ моль/л ва бром ионини концентрацияси $0,01$ моль/л бўлса, бромнинг стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциали $E_{\text{Br}_2/2\text{Br}^-}^0$ – қанчага ўзгаради.

^x – Мисолларни шарти 194-мисолда берилган

215. Ионларнинг активлиги $a_{\text{ClO}_3} = 12 - \text{ион} / \text{л}$; $a_{\text{Cl}^-} = 0,012 - \text{ион} / \text{л}$; $a_{\text{H}^+} = 0,12 - \text{ион} / \text{л}$ бўлса, $\text{CO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{C} + 3\text{H}_2\text{O}$ тузумнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалини ҳисобланг.

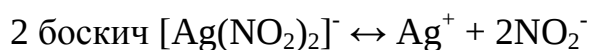
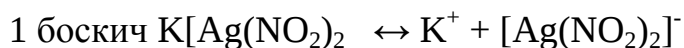
216. Ортиқча хлорид кислотага темир эритилганда темир(II)-хлорид FeCl_2 ҳосил бўлади. Ортиқча нитрат кислотада эритилганда эса темир (III)-нитрат ҳосил бўлади. Сабабини тегишли реакция тенгламаларини ёзиб тушунтиринг.

217. Кобальт ионини Co^{2+} концентрацияси $0,01 \text{ г-ион/л}$ бўлган водород электрод ва Co^{2+}/Co жуфтдан иборат гальваник элементнинг электр юритувчи кучи (ЭЮК) ни ҳисобланг.

218. Эритмада 1 моль/л MnO_4^- , 1 моль/л Mn^{2+} ва 10^{-1} моль/л H^+ ионлари сақлаган системанинг оксидланиш-қайтарилиш потенциалини ҳисобланг.

2.10. Комплекс бирикмалар

Комплекс бирикмаларнинг барқарорлиги уларнинг диссоциацияланиши билан тавсифланади. Комплекс бирикмалар икки босқичда диссоциацияланади:



1 босқич – кучли электролит диссоциацияланиш. 2 босқич кучсиз электролитларнинг диссоциацияланиши кабидир. Диссоциацияланиши қайтар жараён бўлганлиги сабабли, мувозанат қарор топганда массалар таъсири қонунига кўра мувозанат доимийлиги қуйидагича ёзилади:

$$K_{[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]} = \frac{a_{\text{Ag}^+} \cdot a_{\text{NO}_2}^2}{a_{[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-}}$$

Мувозанат доимийлиги комплекс ионнинг диссоциацияланган доимийлиги ёки комплекснинг беқарорлик доимийлиги дейилади. Агар $a = c$ бўлса,

$$K_{\text{бекарор}} = K_{[Ag(NO_2)]} = \frac{[Ag^+][NO_2^-]^2}{[Ag(NO_2)_2]^-}$$

Бекарорлик доимийлиги қанча кичик бўлса, комплекс бирикма шунча барқарор бўлади. Унинг қийматини билган ҳолда комплекс бирикма таркибидаги ионларнинг концентрациясини ҳисоблаб, ионларни очишда реакция йўналишини аниқлаш мумкин.

Масалалар ечиш учун намуналар

1-масала. 1 м $[Zn(NH_3)_4]C_2$ эритмасидаги Zn^{2+} , NH_3 ионларини концентрациясини ва комплекс ионнинг диссоциацияланиш даражасини ҳисобланг.

Ечиш. 1) Комплекс ионнинг эритмада қуйидагича диссоциацияланади:



2) Комплекс ионнинг бекарорлик доимийлигини ёзамиз:

$$K_{\text{бекарор}} = \frac{[Zn^{2+}][NH_3]^4}{[Zn(NH_3)_4]^{2+}}$$

$[Zn^{2+}] = X$ $[NH_3] = 4X$ ионларга ажралмаган ионлар концентрацияси $1 - X$ билан ифодаланади.

3) Бекарорлик доимийлиги формуласига ифодаларни қўямиз.

$$K_{\text{бекарор}} = \frac{X * (4X)^4}{1 - X} = 2,6 * 10^{-10}$$

X 1 га нисбатан жуда кичик бўлганлиги сабабли X нинг қийматини ҳисобга олмаймиз:

$$K = X(4X)^4 = 256 X^5 = 2,6 * 10^{-10}$$

$$X = [Zn^{2+}] = \sqrt[5]{\frac{2,6 * 10^{-10}}{256}} = 3,99 * 10^{-3} \approx 4,0 * 10^{-3}$$

$$[Zn^{2+}] = 4,0 * 10^{-3} \text{ моль/л}$$

Унда аммиакнинг концентрацияси:

$$[NH_3] = 4,0 * 10^{-3} * 4 = 16 * 10^{-3} = 1,6 * 10^{-2} \text{ моль/л}$$

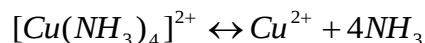
4) Диссоциацияланиш даражасини ҳисоблаймиз

$$\alpha = \frac{C_{\text{дисс}}}{C_{\text{умм}}} = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,004$$

Фоизларда $\alpha = 0,004 \cdot 100 = 0,4 \%$

2-масала. 0,2 м CuSO_4 эритмасига тенг ҳажмда 2 м аммиак эритмаси қўшилди. Эритмада $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ комплекс ион ҳосил бўлган деб, Cu^{2+} ионни концентрациясини ҳисобланг.

Ечиш. 1) Комплекс ион қуйидагича диссоциацияланади:



$$K_{\text{бекарор}} = \frac{[\text{Cu}^{2+}][\text{NH}_3]^4}{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

2) Cu^{2+} ионларининг мувозанатдаги концентрацияси X деб, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 0,2 - x$. Комплекс ҳосил бўлганда аммиакнинг концентрацияси $4 \cdot (0,2 - x)$ га камаяди.

Мувозанатдаги концентрацияси

$$2 - 4(0,2 - x) = 1,2 - 4x \text{ (моль)}$$

Эритмада: $[\text{Cu}^{2+}] = x$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 0,2 - x$, $[\text{NH}_3] = 1,2 - 4x$

3) Топилган ифодаларни бекарорлик доимийлиги ифодасига қўямиз:

$$\frac{x \cdot (1,2 - 4x)^4}{0,2 - x} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

0,02 ва 1,2 қийматлари x дан катта бўлганлиги сабабли

$$\frac{1,2^4 \cdot x}{0,2} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

$$x = \frac{9,33 \cdot 10^{-13} \cdot 0,2}{1,2^4} = \frac{18,66 \cdot 10^{-14}}{2,074} = 8,1 \cdot 10^{-14}$$

4) Демак, эритмадаги Cu^{2+} ионлари концентрацияси $8,1 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Комплекс ионларнинг бузилиш ва чўкмаларнинг эришидан уларнинг бўлиши комплекс ионнинг бекарорлик доимийлиги ва қийин эрувчанлик бирикмани эрувчанлик кўпайтмаси маълум бўлса, комплекс ионни бузилиши ва қийин эрувчан бирикма ҳосил бўлиши тўғрисидаги масалани ҳал қилиш мумкин.

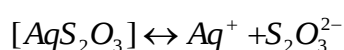
3-масала. 10 мл 0,01 м Na[AqS₂O₃] тузи эритмасига 0,1 м KBr эритмаси қўшилганда AqBr чўкмаси ҳосил бўладими?

Ечиш. 1) Эритмаларни аралаштирилганда моддаларнинг концентрацияси ўзгаради:

$$[Na[AqS_2O_3]] = \frac{0,01 \cdot 10}{30} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ моль / л}$$

$$[KBr] = \frac{0,1 \cdot 20}{30} = 6,66 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л}$$

2) Комплекс ион қуйидагича диссоциацияланади:



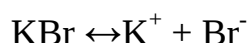
$$K_{\text{бекарор}} = \frac{[Aq^+][S_2O_3^{2-}]}{[AqS_2O_3]} = 1,51 \cdot 10^{-9}$$

3) Aq⁺ ва S₂O₃²⁻ ионларини концентрацияси х тенг, комплекс ионни концентрацияси 0,0033 – х деб ифодалаймиз унда,

$$K_{\text{бекарор}} = \frac{x \cdot x}{0,0033 - x} = \frac{x^2}{0,0033 - x} \approx \frac{x^2}{0,0033} = 1,51 \cdot 10^{-9}$$

$$x = [Aq^+] = [S_2O_3^{2-}] = \sqrt{0,0033 \cdot 1,51 \cdot 10^{-9}} = \sqrt{4,98 \cdot 10^{-12}} = 2,23 \cdot 10^{-6} \text{ моль / л}$$

4) KBr кучли электролит бўлиб эритмада тўлиқ ионларга диссоциацияланади.



$$[Br^-] = 6,66 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л}$$

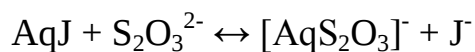
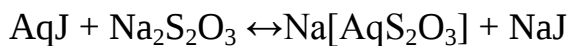
5) AqBr эрувчанлик кўпайтмасини ёзсак:

$$\mathcal{K}_{AqBr} = [Aq^+][Br^-] = 2,23 \cdot 10^{-6} \cdot 6,66 \cdot 10^{-2} = 14,85 \cdot 10^{-8} = 1,48 \cdot 10^{-7}$$

Маълумотномадан олинган эрувчанлик кўпайтмасининг қиймати ($\mathcal{K}_{AqBr} = 5,3 \cdot 10^{-13}$) билан солиштирилса, $1,4 \cdot 10^{-7} > 5,3 \cdot 10^{-13}$ дан, демак берилган шароитда AqBr чўкмага тушади.

4-масала. 0,1 г AqJ эритиш учун 1 м Na₂S₂O₃ эритмасидан неча мл керак.

Ечиш. 1) AqJ нинг $Na_2S_2O_3$ да эриш жараёнини қуйидаги тенглама билан ифодалаш мумкин.



2) Мувозанат доимийлиги қуйидагича ёзилади:

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{[AqS_2O_3]^- * [J^-]}{[S_2O_3^{2-}]} \quad (1)$$

$$\mathcal{E}K_{AqJ} = [Aq^+][J^-] \text{ бунда } [J^-] = \frac{\mathcal{E}K_{AqJ}}{[Aq^+]} \quad (2)$$

(2) ни (1) чи тенглама қўйсак

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{[AqS_2O_3]^- * \mathcal{E}K_{AqJ}}{[S_2O_3^{2-}][Aq^+]} \quad (3)$$

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{[AqS_2O_3]^-}{[S_2O_3^{2-}][Aq^+]} \quad (4)$$

(4) ни (3) чи тенгламага қўйсак,

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{\mathcal{E}K_{AqJ}}{K_{[AqS_2O_3]^-}} ;$$

Маълумотномалардан $\mathcal{E}K_{[Aq]} = 8,3 * 10^{-17}$; $K_{[AqS_2O_3]^-} = 1,5 * 10^{-9}$

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{x * x}{1,5 * 10^{-9}} = 5,54 * 10^{-8}$$

3) Эритмага ўтган AqJ нинг моль миқдорини x билан, унда AqJ нинг эриш тенгласидан $[AqS_2O_3]^- = [J^-] = x$, мувозанатдаги $[S_2O_3^{2-}] = 1-x$. Бу қийматларни мувозанат доимийлиги қийматига қўйсак,

$$K_{\text{мувоз}} = \frac{x * x}{1 - x} = 5,54 * 10^{-8}$$

Махраждаги x ни ҳисоблаб олмасак

$$\frac{x^2}{1} = 5,54 * 10^{-8}; x = \sqrt{5,54 * 10^{-8}} = 2,35 * 10^{-4} \text{ моль / л}$$

Демак, 1 л 1 м $Na_2S_2O_3$ эритмасига $2,35 * 10^{-4}$ моль AqJ эриши мумкин.

$$4) 0,1 \text{ г } AqJ \quad \frac{0,1}{234,8} = 4,254 * 10^{-4} \text{ моль}$$

Агар 1 л $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $2,35 \cdot 10^{-4}$ моль AqJ ни эритса, $4,25 \cdot 10^{-4}$ моль AqJ ни эритиш учун қанча ҳажм $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ керак бўлади.

$$V = \frac{4,25 \cdot 10^{-4}}{2,35 \cdot 10^{-4}} = 1,80 \text{ л} = 1800 \text{ мл}$$

Назорат саволлари

1. Комплекс бирикмалар деб нимага айтилади? Уларнинг қўш тузлардан фарқи нимада?

2. Сифат анализида ишлатиладиган комплекс тузларнинг қандай турларини биласиз?

3. Сифат анализида: а) ионларни топишда халақит; б) берадиган ионларни ниқоблашда; в) чўкмаларни эритишда; г) оксидланиш-қайтарилиш хоссасини ўзгартиришда; д) кислота-асосли хоссасини ўзгартиришда ишлатиладиган комплекс бирикмаларга мисол келтиринг.

4. Қуйидаги комплекс тузларнинг сувли эритмада диссоциацияланиш тенгламаларини ёзинг: а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{C}_2$; б) $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$; в) $[\text{N}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ г) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; д) $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$.

5. Координацион бирикмаларнинг барқарорлик доимийлиги нима? Унинг қийматига қандай омиллар таъсир қилади?

6. Эритмада а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$; б) $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-}$; в) $[\text{CuC}_4]^{2-}$ ионлари бўлган эритма водород сульфид билан тўйинтирилганда мис сульфид CuS чўкмага тушадими?

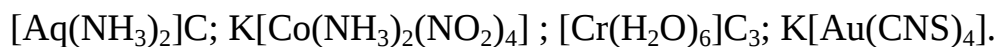
7. Қуйидаги комплекс бирикмаларда комплекс ионнинг заряда ва комплекс ҳосил қилувчининг координацион сонини ва оксидланиш даражасини аниқланг.

а) $\text{K}[\text{Aq}(\text{CN})_2]$; $\text{K}_2[\text{N}(\text{CN})_4]$; $[\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{C}$

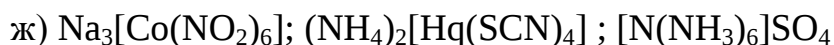
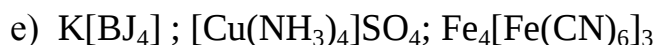
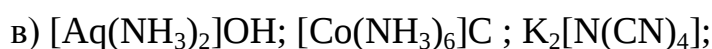
б) $[\text{Aq}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$; $\text{K}_2[\text{N}(\text{CN})_4]$; $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$; $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$

Мустақил ечиш учун масалалар

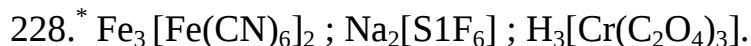
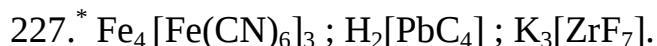
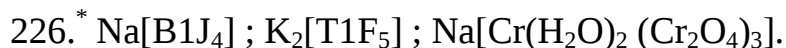
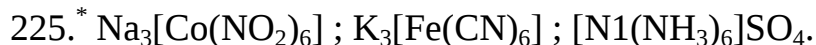
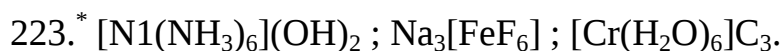
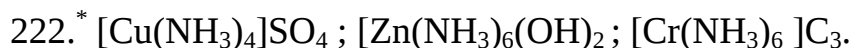
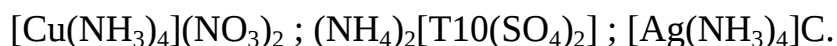
219. Қуйидаги ҳар бир комплекс бирикмани диссоцияланиш реакция тенгламаларини тузинг ва уларни номланг.



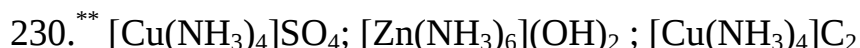
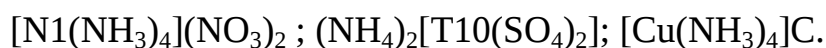
220. Қуйидаги комплекс бирикмаларни ҳосил бўлиш, парчаланиш реакция тенгламаларини ёзинг: а) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$; $\text{Na}[\text{Aq}(\text{CN})_2]$; $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$. Электродитик диссоциациясини ва беқарорлик константаларини қийматини келтиринг.



221.* Қуйидаги комплекс бирикмалар учун ҳосил бўлиш ва электродитик диссоциацияланиш тенгламаларини ёзинг ва барқарорлик доимийсининг қийматини келтиринг.



229.** Қуйидаги комплекс бирикмаларни ИЮПАК қоидалари бўйича номланг ва аналитик хусусиятларини (ранги, кристалл тузилиши, эрувчанлиги, барқарорлик доимийси қийматлари) келтиринг.



- 231.** $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6(\text{OH})_2]$; $\text{Li}_3[\text{FeF}_6]$; $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{C}_3$
- 232.** $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $[\text{Ag}(\text{CN})_4]\text{NO}_3$; $\text{K}_2[\text{ZnO}(\text{NO}_2)_4]$
- 233.** $\text{KNa}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- 234.** $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$; $[\text{Ni}(\text{CN})_4]\text{SO}_4$; $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- 235.** $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{C}$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$; $\text{Na}_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$
- 236.** $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$; $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$; $\text{K}_2[(\text{CN})_4]$
- 237.** $\text{Na}_2[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{C}_2$; $\text{Na}_2[\text{CdJ}_4]$
- 238.** $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$
239. 0,01 м ли а) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_2$; б) $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ комплекс туз эритмаларидаги кумуш ионини концентрациясини ҳисобланг. (Ж.а) $5,24 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л; б) $3,31 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л)
240. 0,01 м ли $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_6]$ комплекс туз эритмасидаги олтин ионини Au^+ концентрациясини ҳисобланг. ($2,3 \cdot 10^{-14}$ г-ион/л)
241. Бир хил концентрацияли комплекс туз эритмаларининг қайси бирида кумуш ионини концентрацияси катта $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_4]\text{OH}$ ёки $\text{K}[\text{HgS}_2\text{O}_3]$. (Ж. Аммиакли бирикмада)
242. Қайси комплекс бирикмада 0,1 м ли $\text{xCd}(\text{NH}_3)_2$ и ёки 0,1 м ли $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ да кадмий ионини – Cd^{2+} концентрацияси кўп. (Ж. $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]\text{C}_2$ – эритмасида)
243. 0,1 м ли $\text{K}_2[\text{HgC}_4]$ эритмасидаги симоб- (II)- Hg^{2+} ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $1,19 \cdot 10^{-4}$ моль/л)
244. 0,1 м ли $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ комплекс тузи эритмасидаги Ag^+ ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $2,92 \cdot 10^{-8}$ моль/л)
245. 0,1 м ли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ комплекс тузи эритмасидаги Fe^{2+} ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $1,54 \cdot 10^{-8}$ моль/л)
246. Бир хил концентрацияли $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ ва $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$ қайси бирида Hg^{2+} ионини концентрацияси кўп. (Ж. $\text{K}_2[\text{HgJ}_4]$ эритмасида)
247. $1 \cdot 10^{-3}$ м ли 1 л кадмий нитрат $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ эритмасидаги Cd^{2+} ионлари концентрациясини $1 \cdot 10^{-8}$ моль/л гача камайтириш учун неча моль KCN қўшиш керак. (Ж. $4,0 \cdot 10^{-3}$ моль)

248. 0,5 м ли 1 л AqNO_3 эритмасидаги Aq^+ ионлари концентрациясини 10^{-5} моль/л гача камайтириш учун неча моль аммиак қўшиш керак. (Ж.1,006 моль)

249. 20 мл сувга 0,1842 г $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ эритилди. Эритмадаги Fe^{2+} ионлари концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $1,27 \cdot 10^{-6}$ моль/л)

250. 0,1 м ли $[\text{Cd}(\text{CN})_4]\text{C}_2$ таркибли комплекс тузга тенг ҳажмда 0,1 м ли Na_2S қўшилганда кадмий сульфид- CdS чўкмага тушадими. (Ж. Чўкма тушади)

251. 1 л сувга 0,02 моль AqNO_3 0,02 моль NaC ва 0,5 моль аммиак - NH_3 эритилса кумуш хлорид чўкмага тушадими. (Ж. чўкма тушмайди)

252. 0,2 м ли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ таркибли комплекс тузга 0,02 м ли Na_2S қўшганда FeS чўкмаси ҳосил бўладими? (Ж. чўкма ҳосил бўлади)

253. 10 мл 0,05 м ли $\text{K}_3[\text{AlF}_6]$ комплекс тузи эритмасига 10 мл 0,1 м ли кальций нитрат қўшилганда комплекс бирикма бузиладими? ($K_{[\text{AlF}_6]^{3-}} = 2,14 \cdot 10^{-21}$) (Ж. Комплекс бирикма бузилади)

254. 0,001 м ли $[\text{Aq}(\text{NH}_3)_2]\text{C}$ эритмасига сульфид ионлари концентрацияси $1 \cdot 10^{-10}$ моль/л бўлгунча водород сульфид юборилса AqS чўкмага тушадими? (Ж. чўкма тушади)

255. 1 л 1 м ли аммиак эритмасига $\text{Zn}(\text{OH})_2$ эритилиши натижасида $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ таркибли комплекс ион ҳосил бўлса $\text{Zn}(\text{OH})_2$ эритмадаги эрувчанлигини ҳисобланг. (Ж. $5,13 \cdot 10^{-3}$ моль/л)

256. 1 л 1 мл. ли аммиак эритмасига неча грамм AqCl эрийди? (Ж. 6,88 г).

257. 0,1 м ли аммиак эритмасида кумуш бром – AqBr нинг эрувчанлигини моль/л да ҳисобланг. (Ж. $2,14 \cdot 10^{-4}$ моль/л).

258. 0,1 г кумуш хлоридни эритиш учун 1 м. ли аммиак эритмасидан неча миллилитр керак. (Ж. 14,6 мл)

259. $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ комплекс ионли бирикма ҳосил қилиш учун 5 мл 2 м ли аммиак эритмасига неча миллиграмм $\text{Zn}(\text{OH})_2$ эритиш керак. (Ж. 69,3 мг)

260. 0,1 г кумуш йодид AqJ ни эритиш учун неча миллилитр 5 м ли аммиак эритмасидан олиш керак. (Ж.2470 мл)

261. 1,33 г AqC 1 мл 2 м ли аммиак эритмасига эритилди. Ҳосил бўлган эритмадаги Aq^+ ионини концентрациясини ҳисобланг. (Ж. $1,65 \cdot 10^{-10}$ моль/л)

262. $[N(NH_3)_6]^{2+}$ таркибли комплекс ион ҳосил қилиш учун 1 л 0,05 м ли аммиак эритмасига $N(OH)_2$ эритилди. $N(OH)_2$ нинг эрувчанлигини ҳисобланг. (Ж. $2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л)

263. 0,1 г $AqBr$ ни тўлиқ эритиш учун 2 м ли аммиак эритмасидан неча миллилитр керак. (Ж.123 мл)

264. N^{2+} , Co^{2+} ионларини аниқлашда қандай комплекс бирикмалар ҳосил бўлишидан фойдаланилади. Тегишли реакция тенгламалари ёзилсин.

265. Агар $[Aq(NH_3)_2]^+$ ионнинг 0,1 моляр эритмасида $[Aq^+] = 5,5 \cdot 10^{-3}$ моль/л бўлса комплекс ионининг $K_{бек}$ қиймати ҳисоблансин. Бу комплекс ион сифат анализида қўлланиладими?

266. Қуйидаги $[N(NH_3)_6]^{2+}$; $[Aq(NH_3)_2]^+$; $[BJ_4]^-$ ионлар ҳосил бўладиган аналитик реакцияларни ёзинг. $K_{бек}$ ифодаси ёзилсин.

267. Диаммино кумуш(I) хлориднинг 0,1 моль/л эритмасидаги $[Aq^+]$; $[C^-]$ ионлари концентрацияси ҳисоблансин. Бу бирикманинг сифат анализи учун аҳамиятини кўрсатувчи реакция тенгламаси ёзилсин. $K_{бек} = 5,75 \cdot 10^{-8}$

268. Дицианоаргентат () – калийнинг эритмасига $КС$ таъсир этса AqC чўкмаси ҳосил бўладими? Жавобингизни $K_{бек}$ – асосида изоҳланг. Шу комплекс бирикманинг 0,5 моль/л эритмасидаги $[Aq^+]$ ва $[CN^-]$ ҳисоблансин.

269. Тетраиодиомеркурат()-калийнинг сифат анализидаги аҳамияти нимадан иборат. Бу комплекс бирикмани ҳосил қилиш ва ишлатилишига доир реакция тенгламалари ёзилсин.

270. Гексацианоферриткалийнинг сифат анализида ишлатилишига доир реакция тенгламалари ёзилсин. Шу модданинг эритмасига H_2S таъсир эттирилса, чўкма ҳосил бўладими? Жавобингизни $K_{бек}$ – асосида изоҳланг.

271. Гексацианоферраткалийнинг сифат анализидида ишлатилишига доир мисоллар келтиринг. Шу моддага NaOH таъсирида темир(III)-гидроксид чўкмага тушадими? Сабабини тушунтиринг.

272. Тетраамминокупрат (II) сульфатнинг аналитик хоссаларини кўрсатувчи реакция тенгламалари ёзилсин. Унинг 0,05 моляр эритмасидаги $[Cu^{2+}]$ ҳисоблансин. $K_{бек} = 9,93 \cdot 10^{-13}$

273. Гексанитрокобальтат (III) натрий ва тетрароданидокобальтат (II)-комплекс ионининг аналитик хоссаларини кўрсатувчи реакция тенгламалари ёзилсин. Бу комплексларнинг ҳосил бўлиш реакциялари ёзилсин. Бу икки комплексдан қайси бири барқарор?

II БЎЛИМ. МИҚДОРИЙ АНАЛИЗ

2.1. Тортма анализ

Тортма анализ аниқланадиган модда массасини аниқ тортишга асосланган бўлиб, қуйидаги турларга бўлинади: ажратиш, чўктириш, ҳайдаш. Кўпчилик ҳолларда чўктириш усулидан фойдаланилади. Тортма анализнинг чўктириш усули билан модда массасини аниқлаш бир катор кетма-кетликларни ўз ичига олади:

- 1) анализ учун намуна олиш;
- 2) олинган намунани эритиш;
- 3) чўктириладиган шаклни танлаш;
- 4) чўктирувчи модда(реагент)ни танлаш;
- 5) чўктириш шароитини танлаш;
- 6) чўкмани ажратиш (филтрлаш), ювиш;
- 7) чўкмани қуритиш ва тортиладиган шаклга ўтказиш;
- 8) анализ натижаларини ҳисоблаш.

Анализ учун намуна олиш. Анализ учун олинган модда миқдори намуна дейилади. Олинадиган намуна миқдори аниқлаш усулига (макро-, полумикро-, микроанализ), чўкманинг хусусияти ва тузилишига (кристалл, аморф) боғлиқ.

Тажрибалар натижаси шуни кўрсатадики ҳосил бўладиган чўкма кристалл тузилишли бўлса, массаси 0,5 г, аморф тузилишли модда бўлса, 0,1 – 0,3 г атрофида бўлиши керак. Намунанинг массаси чўктириш реакциясининг тенгламаси асосида қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\text{Кристалл чўкма учун - } m_{\text{н}} = \frac{a * M_A * 0,5}{b * M_B}$$

$$\text{Аморф чўкма учун - } m_{\text{н}} = \frac{a * M_A * 0,1}{b * M_B}$$

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр оғирлиги.

M_B – тортиладиган шаклнинг молекуляр оғирлиги.

a, b – реакция тенгламадаги стехиометрик коэффициентлар.

Чўктирувчи миқдори ҳисоблаш. Чўктирувчининг миқдори тегишли реакция тенгламаси бўйича ҳисобланганда 1,5 марта кўп олиниши керак.

Чўктирувчи ҳажми қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$V_B = \frac{a * M_A * m_n * 100 * 1,5}{b * M_B * C * d}$$

m_n – намунанинг оғирлиги, г

M_A – аниқланадиган модданинг молекуляр оғирлиги, г

M_B – чўктирувчининг молекуляр оғирлиги, г

V_B – чўктирувчи эритмасининг ҳажми, см³ ёки мл

d - чўктирувчи эритмасининг зичлиги, г/см³ ёки г/мл

C – чўктирувчи эритмасининг процент концентрацияси

a, b – реакция тенгламадаги стехиометрик коэффициентлар

Анализ натижаларини ҳисоблаш

Аниқланадиган модда массаси граммларда қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$Q_H = m_1 * F$$

m_1 –тортиладиган шаклнинг массаси

F – аналитик кўпайтувчи ёки қайта ҳисоблаш омили аниқланаётган модданинг молекуляр массасини чўкмани (тортиладиган шакл)нинг молекуляр массасига нисбати F ўзгармас сон бўлиб, анализ учун қанча модда тортиб олинганлигига боғлиқ эмас

$$F = \frac{aM_A}{bM_T}$$

M_A - аниқланадиган модданинг молекуляр массаси, г

M_T –тортиладиган шаклнинг молекуляр массаси, г

a, b – реакция тенгламадаги стехиометрик коэффициентлар.

Аниқланадиган модда массаси фоизларда қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

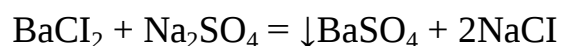
$$C_{\%} = \frac{m_1 F * 100}{m_n}$$

m_n – намуна массаси, г

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Тортма анализ усули билан барий хлорид таркибидаги барийни аниқлаш учун барий хлорид $BaCl_2$ дан қанча намуна олиш керак.

Ечиш. Эритмадан барий $BaSO_4$ шаклда чўктирилади.



$BaSO_4$ – чўктириладиган ва тортиладиган шаклдаги кристалл чўкма, демак 0,5 г атрофида намуна олиш керак.

$$m_n = \frac{aM_{BaSO_4} * 0,5}{bM_{BaCl_2}}$$

$$m_{BaCl_2} = 207; M_{BaSO_4} = 233$$

$$m_n = \frac{207 * 0,5}{233} = 0,4444 \text{ г. } BaCl_2$$

2-масала. 0,7500 г $BaCO_3$ ни эритиш учун 10 % ли ($d=1,049$) HCl дан неча мл керак.

Берилган:

$$m_{BaCO_3} = 0,7500$$

$$C_{HCl} = 10 \%$$

$$d_{HCl} = 1,049$$

$$V_{HCl} - ?$$

Ечиш. 1) HCl нинг массаси ҳисобланади.

$BaCO_3$		2 HCl
197,4 г	-	2*36,5 г
0,7500	-	X

$$X = \frac{0,7500 * 2 * 36,5}{197,4} = 0,2770 \text{ г}$$

2) 10 % HCl нинг массаси ҳисобланади:

100 г эритмада - 10 г HCl

X - 0,2770 г HCl

$$X = \frac{100 * 0,2770}{10} = 2,770\text{г}$$

3) Зичлигини билган ҳолда 2,770 г HCl нинг ҳажми ҳисобланади.

$$d = \frac{m}{V}; V = \frac{m}{d} = \frac{2,770}{1,049} = 2,641\text{мл}$$

3-масала. Тортма анализ усули билан 0,3996 г доломитдан 0,1234 г CaO ва 0,1836 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ олинди. Намуна таркибидаги CaCO_3 ва MgCO_3 нинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

Берилган:

$$m_{\text{H}} = 0,3996 \text{ г}$$

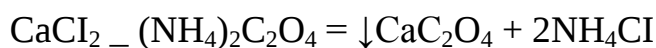
$$m_{\text{CaO}} = 0,1234 \text{ г}$$

$$m_{\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7} = 0,1836\text{г}$$

CaCO_3 % - ?

MgCO_3 % - ?

Ечиш. 1) $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{CO}_2\uparrow$



2) $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{MgNH}_4\text{PO}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$



а) CaO - CaCO_3

$$56 \quad - \quad 100$$

$$0,1234 \quad - \quad X$$

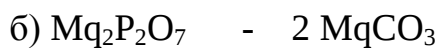
$$X = \frac{0,1234 * 100}{56} = 0,2200\text{г}$$

фоизларда ҳисобланса,

$$0,3996 \text{ г} \quad - \quad 0,2200 \text{ г}$$

$$100 \% \quad - \quad X$$

$$X = \frac{100 * 0,2200}{0,3996} = 55\% \text{CaCO}_3$$



$$222 - 168,6$$

$$0,1836 - X$$

$$X = \frac{0,1836 * 168,6}{222} = 0,1390 \text{ г}$$

фоизларда:

$$0,3996 \text{ г} - 0,1390 \text{ г}$$

$$100 \% - X$$

$$X = \frac{100 * 0,1390}{0,3996} = 34,7\% \text{ MgCO}_3$$

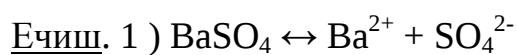
4-масала. 200 мл дистилланган сувга BaSO_4 чўкмаси ювилди. Ювиш натижасида неча грамм BaSO_4 йўқотилди. ($\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = 10^{-10}$)?

Берилган:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 200 \text{ мл } 0,2 \text{ л}$$

$$\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = 10^{-10}$$

$$m_{\text{BaSO}_4} - ?$$



BaSO_4 нинг эрувчанлик кўпайтмасининг ифодаси.

$$\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 10^{-10}$$

2) BaSO_4 нинг ЭК билган ҳолда эрувчанлигини моль/л да ҳисоблаймиз.

$$\text{Э} = \sqrt{\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4}} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ г-ион / л}$$

BaSO_4 нинг молекуляр массаси – 233

3) BaSO_4 нинг эрувчанлиги г/млда ҳисобланади:

$$1 * 10^{-3} \text{ моль/л} * 230 \text{ г/моль} * 0,2 \text{ л} = 0,0005 \text{ г}$$

5-масала. 0,5210 г оҳакдан намуна олиб, унга ишлов берилиб, 0,2218г CaO ва 0,0146 г $Mg_2P_2O_7$ олинди. Намуна таркибидаги $CaCO_3$ ва $MgCO_3$ нинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

Берилган:

$$m_H = 0,5210 \text{ г}$$

$$m_{CaO} = 0,2218 \text{ г}$$

$$\underline{m_{Mg_2P_2O_7} = 0,0146 \text{ г}}$$

$CaCO_3$ % - ?

$MgCO_3$ % - ?

Ечиш. Намуна таркибидаги тузларнинг фоиз миқдорини қуйидаги формуладан фойдаланиб топамиз.

$$Q_{\%} = \frac{m_B * M_A * 100}{m_H * M_B}$$

$$1) Q_{CaCO_3\%} = \frac{m_{CaO} * M_{CaCO_3} * 100}{m_H * M_{CaO}} = \frac{0,2218 * 100 * 100}{0,5210 * 56} = 75,98\%$$

$$2) Q_{MgCO_3\%} = \frac{m_{Mg_2P_2O_7} * 2M_{MgCO_3} * 100}{m_H * M_{Mg_2P_2O_7}} = \frac{0,0146 * 168 * 64 * 100}{0,5210 * 222,56} = 2,13\%$$

Назорат саволлари

1. Тортма анализнинг моҳияти ва турлари.
2. Тортма анализ қандай кетма-кетликлардан иборат?
3. Чўктириладиган шакл нима ва у қандай талабларга жавоб бериши керак.
4. Тортиладиган шакл нима ва у қандай талабларга жавоб бериши керак.
5. Чўктирувчи қандай танланади ва у қандай талабларга жавоб бериши керак.
6. Чўкмалар неча хил бўлади ва улар қандай хоссаларга эга.
7. Кристалл чўкма қандай шароитда чўктирилади?
8. Аморф чўкма қандай шароитда чўктирилади?

9. Биргалашиб чўкиш нима?
10. Биргалашиб чўкиш эритмада қандай кимёвий жараёнларни содир бўлишига олиб келади?
11. Чўкманинг тозалигига қандай омиллар таъсир қилади?
12. Адсорбция, акклюзия тушунчаларига, изоҳ беринг.

Мустақил ечиш учун масалалар

274. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ таркибидаги кристалланган сув миқдорини аниқлаш учун қанча намуна олиш керак? (Ж.0,3г)
275. $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ таркибидаги кристалланган сув миқдорини аниқлаш учун қанча намуна олиш керак.(Ж.0,2 г)
276. 0,5 г AgCl чўкмасини олиш учун таркибида 30% хлор бўлган намунадан қанча олиш керак. (Ж.~2,4 г)
277. Темирни темир-(III) гидроксиди кўринишида чўктириш учун, таркибида 70 % темир бўлган рудадан қанча намуна олиш керак. (Ж. 0,1 г)
278. Кумушни AgCl кўринишида чўктириш учун кумуш нитратдан қанча намуна олиш керак. (Ж.0,6 г)
279. Алюминийни аниқлаш учун таркибида 85 % алюминий бўлган техник аччиқ тош $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ дан қанча намуна олиш керак. (Ж.0,77 г)
280. 0,3г CaO олиш учун CaCO_3 дан қанча намуна олиш керак.(Ж.0,54 г)
281. 0,3 г куйдирилган CaO олиш учун кальций фосфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ дан қанча намуна олиш керак. (Ж.0,55 г)
282. 0,3 г алюминийни эритиш учун 10 % ли сульфат кислота H_2SO_4 дан қанча ҳажм олиш керак. (Ж.20 мл)
283. 0,5 г кўрғошин нитратдаги кўрғошинни чўктириш учун 1 м ли хлорид кислота HCl дан неча миллилитр олиш керак. (Ж.1,5 мл)
284. 1 г темир аммонийли аччиқтош сақлаган эритмадан темирни чўктириш учун зичлиги $0,99 \text{ г/см}^3$ бўлган аммиак эритмасидан неча миллилитр олиш керак? (Ж.4,3 мл ёки 1,5 марта ортиқча 6 мл)

285. 0,20 г аммоний сульфат $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ни чўктириш учун 1 л да 63 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ сақлаган эритмадан неча миллилитр керак. (Ж.6 мл)

286. 0,3269 г $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ чўктириш учун 0,5 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ эритмасидан қанча ҳажм керак. (Ж.4,8 мл)

287. 0,4162 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ таркибидаги барийни тўлиқ чўктириш учун 2 н ли H_2SO_4 дан неча мл керак?

288. Таркибида 22,4 % CaO бўлган 0,4273 г намунани чўктириш учун 0,5 н ли $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ дан неча мл керак. (Ж.6,8 мл)

289. 1,234 г аммонийли аччиқтош $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ чўктириш учун 2,5 % ли ($d=0,989$) аммоний гидроксидидан неча мл керак. (Ж.5,6 мл)

290. Таркибида 5 % қўшимчаси бўлган 2 г мис купороси эритилган эритмадан сульфат ионини SO_4^{2-} чўктириш учун 1 н BaCl_2 эритмасидан неча мл олиш керак. (Ж.23 мл)

291. 0,1 г BaSO_4 250 мл дистилланган сув билан ювилди. Қанча чўкма эритмага ўтган (% ларда ҳисобланг). (Ж.0,6 %)

292. 0,15 г BaCO_3 200 мл дистилланган сув, билан ювилганда, қанча чўкма эритмага ўтганини фоизларда ҳисобланг. (Ж.1,8 %)

293. 0,01 BaCrO_4 100 мл дистилланган сув билан ювилганда қанча чўкма эритмага ўтганини фоизларда ҳисобланг. (Ж.3,8 %)

294. 200 мл дистилланган сув билан 0,5 г $\text{CaCrO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ чўкмаси ювилганда қанча чўкма эритмага ўтади (фоизларда ҳисобланг). (Ж.3,6 %)

295. BaSO_4 чўкмаси 500 мл 0,01 м ли H_2SO_4 билан ювилганда, неча грамм BaSO_4 эритмага ўтади.

296. 500 мл сувга 5,3 г сувсиз содда эритиб тайёрланган суюқликни 250 мл билан SrCO_3 чўкмаси ювилди. Неча грамм чўкма эритмага ўтади. (Ж. $3,5 \cdot 10^{-7}$ г)

297. 1 л сувга 1 мл 2 н H_2SO_4 қўшиб тайёрланган суюқликни 150 мл билан 0,2 г BaSO_4 чўкмаси ювилди. Қанча чўкма эритмага ўтганини фоизларда ҳисобланг. (Ж.0,002 %)

298. 250 мл сувга 0,83 г аммоний сульфат кўшиб тайёрланган эритма билан BaSO_4 чўкмаси ювилганда, неча грамм чўкма эритмага ўтади. (Ж.0,0012 мг)

299. 0,3245 г барий хлорид кристалл гидратидан 0,3100 г BaSO_4 чўкмаси олинган. Барий хлорид таркибида неча молекула кристалланган сув бўлган.

300. 0,5520 г магний сульфат кристалл гидратидан 0,2492 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ чўкмаси олинган. Магний сульфат таркибида неча молекула кристалланган сув бўлган. (Ж.7,0)

301. 0,7000 г алюминий сульфат кристалл гидратидан 0,0535 г Al_2O_3 олинди. Алюминий сульфат таркибида неча молекула кристалланган сув бўлган. (Ж.18,0)

302. 0,8500 г хром сульфат кристалгидратидан 0,1803 г Cr_2O_3 олинди. Хром сульфат таркибида неча молекула кристалланган сув бўлган. (Ж.18)

303. 0,50-20 г темир-аммонийли аччиқтошдан 0,0891 г Fe_2O_3 олинди. Темир аммонийли аччиқтош таркибида неча молекула кристалланган сув бўлган. (Ж.12,0)

304. 0,2115 г тортиладиган шаклдаги $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ олиш учун неча грамм ортафосфат кислота керак. (Ж.0,1879 г)

305. Тортиладиган шаклдаги 0,1448 г $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$ олиш учун неча грамм рух хлорид ZnCl_2 дан намуна олиш керак. (Ж.0,1225 г)

306. 50 мл сувга AgCl чўкмаси ювилди. Ювиш натижасида неча грамм AgCl эритмага ўтади.

307. Эритмадаги хлор ионни AgCl кўринишида чўктириб, 0,1562 г чўкма олинди. Эритмадаги хлор ионларини миқдорини (г) ҳисобланг. (Ж.0,0386 г)

308. Эритмадаги кумуш ионни AgCl кўринишида чўктириб, 0,4206 г чўкма олинди. Эритмадаги кумуш ионларини миқдорини (г) ҳисобланг. (Ж.0,3165 г)

309. Натрий бромид эритмасидаги бром ионни AgBr кўринишида чўктириб, 0,2510 г чўкма олинди. Эритмадаги натрий бромид NaBr нинг миқдори (г) ҳисобланг. (Ж.0,1375 г)

310. Магний хлорид MgCl_2 эритмасидаги магний MgNH_4PO_4 кўринишида чўктирилди. Чўкма куйдирилгандан кейин 0,1113 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ олинди. Реакция тенгламаларини тенглаштириб, эритмадаги магнийни миқдори (г) ҳисобланг. (Ж.0,0240 г)

311. Таркибида SiO_2 , Al_2O_3 , Fe ва Fe_2O_3 бўлган чўкмага фторид ва сульфат кислота билан ишлов берилди. Чўкмани массаси 0,2607 г га камайди. Тегишли реакция тенгламаларини ёзиб, дастлабки чўкмадаги, кремнийнини миқдори (г) ҳисобланг. (Ж.0,1216 г)

312. 0,2466 г кумушли қотишмага ишлов бергандан кейин 0,2675 г кумуш хлорид AgCl чўкмаси олинди. Қотишма таркибидаги кумушнинг фоиз миқдори топинг. (Ж.80,60 %)

313. 1,086 г махсус пулат эритилиб, реактив Чугаева билан никель, диметилглиоксим кўринишида чўктирилиб 0,2136 г қуритилган чўкма олинди. Пулат таркибидаги никельнинг фоиз миқдори ҳисобланг. (Ж.~4%)

314. 2,051 г пулатга тегишли ишлов берилиб, куйдирилган 0,1898 г WO_3 чўкмаси олинди. Пулат таркибидаги вольфрамнинг масса улушини ҳисобланг. (Ж.9,26 %)

315. Хлорни кумуш хлор кўринишида аниқлашдаги аналитик кўпайтувчини ҳисобланг. (Ж.0,2474)

316. Fe_2O_3 ни FePO_4 кўринишида аниқлашдаги аналитик кўпайтувчини ҳисобланг. (Ж.0,5294)

317. Фторни кальций фторид CaF_2 ва кремний фторид SiF_4 кўринишида аниқлашдаги аналитик кўпайтувчини ҳисобланг. (Ж.0,4867 ва 0,7308)

318. Қуйидаги мисолларда аналитик кўпайтувчини ҳисобланг: Ca ни CaO кўринишида; Cr ни Cr_2O_3 кўринишида; MgSO_4 ни $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ кўринишида; K ни $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ кўринишида. (Ж.0,7147; 0,6843; 1,0816; 0,1722)

319. Таркиби 17,23 % Al_2O_3 , 18,92 % CaO , 60,81 % SiO_2 , 3,04 % H_2O бўлган силикатнинг формуласини келтириб чиқаринг. (Ж. $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

320. Таркибида магний, фосфор, кислород бўлган модда анализ қилинганда 36,23 % MgO ва 63,77 % P_2O_5 борлиги аниқланди. Модданинг формуласини келтириб чиқаринг. (Ж. $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$)

321. Темир оксидини анализ қилиш натижасида 69,94 % темир ва 30,06 % кислород борлиги аниқланди. Оксиднинг формуласини аниқланг. (Ж. Fe_2O_3)

322. Минералнинг анализи қуйидаги натижани берди: 46,36 % - Mn , 6,91 % - CaO , 46,83 % - SO_2 . Модданинг формуласини келтириб чиқаринг. (Ж. $(\text{MnCa})\text{SO}_3$)

323. Таркибида 26,67 % углерод, 2,24 % водород, 71,09 % кислород бўлган модданинг формуласини аниқланг. (Ж. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

324. Таркибида 21,53 % - K_2O , 23,35 % - Al_2O_3 , 55,12 % - SiO_2 бўлган минералнинг формуласини келтириб чиқаринг. (Ж. KAlSi_2O_6)

325. Анализ натижалари қуйидагиларни кўрсатди: 23,53 % - C , 2,37 % - H_2 , 36,49 % - P , 37,61 % - O_2 бўлган модданинг формуласини келтириб чиқаринг. (Ж. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$)

2.2. Ҳажмий (титриметрик) анализнинг моҳияти

Ҳажмий анализда бирор модданинг миқдорини аниқлаш, ўзаро реакцияга киришадиган икки модда эритмасини ҳажмини ўлчашга асосланган. Булардан бирини концентрациясини билиб, иккинчисини концентрациясини топиш мумкин. Концентрацияси номаълум бўлган моддаларни аниқлашда ишлатиладиган концентрацияси аниқ бўлган эритмалар титрланган яъни титри аниқ бўлган (стандарт ишчи) эритма дейилади.

Дастлабки титрланган эритмаларнинг титри ва нормал концентрацияси 0,0001 г хонагача аниқлик билан тортиб олинган тортимга

нисбатан ҳисобланади. Ҳажмий анализда эритма концентрацияси 1 литрда бўлган модданинг г-экв миқдори билан ифодаланади.

Эквивалент нуктада реакцияга киришаётган эритмаларнинг ҳажмининг нормаллигига кўпайтмаси бир-бирига тенг.

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

Бошқача қилиб айтганда эквивалент нуктада реакцияга киришаётган эритмалар ҳажмлари нормаликларига тескари пропорционал

$$\frac{N_1}{V_2} = \frac{N_2}{V_1} \quad (1)$$

Бу қоида эквивалентлар қоидаси дейилади.

Ҳажмий анализдаги ҳисоблаш формулалари

1. Текшириладиган модда (А) нинг нормал концентрацияси ва миқдорини ҳисоблаш.

А моддадан олиб V_K ҳажмдаги колбада эритилди. Шу эритмани титрлаш учун N_B нормал концентрациядаги V_B ҳажм В модда сарфланди.

А модданинг нормал концентрацияси (N_A), титри (T_A) ва умумий миқдорини ҳисобланг.

Эквивалентлар қоидаси тенгламасидан А модданинг нормал концентрацияси топилади.

$$N_A = \frac{V_B * N_B}{V_A} \quad (2)$$

___ бетга келтирилган формула асосида А модданинг титри ҳисобланади.

$$T_A = \frac{N_A * \mathcal{E}_A}{1000} \text{ г / мл} \quad (3)$$

Аниқланаётган А модданинг умумий миқдори:

$$Q_A = T_A * V_A \quad (4)$$

$V_K = V_A$ бўлиб (2) ва (3) формулани (4) га қўйсак

$$q_A = \frac{N_B * V_B * \mathcal{E}_A * V_K}{1000 * V_A} \quad (5)$$

2. Текшириладиган модда миқдорини дастлабки титрланган эритма титри (T_B ёки $T_{B/A}$) орқали аниқлаш.

Анализ учун А моддадан тарозида а грамм тортиб, ҳажми аниқ бўлган идишга эритилди. Тайёрланган эритма титри T_B га тенг бўлган В модданинг стандарт V_B , эритмаси билан титрланди. Намунадаги А модданинг фоиз миқдори ҳисоблансин.

Ҳисоблашда 1 г-экв А модда 2г-экв В модда билан реакцияга киришади деб тахмин қилинади. Реакцияга киришаётган В модданинг миқдори: $q_B = T_B * V_B$ га тенг.

Пропорция тузамиз:

$$\mathcal{E}_B : \mathcal{E}_A = q_B : q_A$$

$$\text{унда } q_A = \frac{\mathcal{E}_A * q_B}{\mathcal{E}_B} = \frac{\mathcal{E}_A * T_B * V_B}{\mathcal{E}_B} \quad (6)$$

$$\text{Фоизларда: } q_{A(\%)} = \frac{\mathcal{E}_A * T_B * V_B * 100}{\mathcal{E}_B * a} \quad (7)$$

Баъзан титрлашда текширилаётган эритманинг бутун ҳажми (V_K) эмас, балки унинг бир қисми (V_A) титрланади.

Аниқланаётган модданинг умумий миқдори титр орқали қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$q_A = T_A * V_K = \frac{\mathcal{E}_A * T_B * V_B * V_K}{\mathcal{E}_B * V_B} \quad (8)$$

Кислота – асосли титрлаш (нейтраллаш) усули

Ҳажмий анализда модда миқдорини аниқлаш, нейтралланиш реакциясига асосланган усули кислота-асосли титрлаш ёки нейтраллаш усули дейилади. Нейтраллаш жараёни эритмаларда гидроксоний (H_3O^+) (ёки H^+) ионларининг гидроксил OH^- ионлари билан ўзаро таъсирланиб кучсиз электролит сувнинг ҳосил бўлишидир.



Демак, эритмада H^+ ва OH^- ионлари концентрациясининг, яъни рНини ўзгариши кузатилади.

Бу усул билан бирор кислотанинг титрланган эритмасидан фойдаланиб ишқорларнинг миқдорини аниқлаш (ацидиметрия) ёки ишқорнинг титрланган эритмасидан фойдаланиб, кислоталарнинг миқдорини аниқлаш (алкалиметрия) , ҳолида гидролизга учраб эритмада H^+ ёки OH^- ионларини ҳосил қиладиган тузларни миқдорини аниқлаш мумкин.

Кислоталарнинг титрини аниқлашда бошланғич модда сифатида: $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, Na_2CO_3 , C_2H_5ONa лар ишлатилади.

Ишқорларнинг титрини аниқлашда: оксалата кислота - $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, қаҳрабо кислотаси - $H_2C_4H_4O_6$ ишлатилади.

Индикатор танлаш. Титрлашда энг асосий шароит индикаторни тўғри танлаш керак. Агар анализдаги ҳамма шартлар тўғри бажарилган бўлиб, индикатор тўғри танланмаса, олинган натижалар нотўғри бўлади.

Индикаторнинг ўзгариш соҳаси - рН сакрамага, индикаторнинг титрлаш кўрсаткичи эса, эквивалент нуқтанинг рН ига тўғри келиши керак.

Шунинг учун индикаторни танлашдан олдин, титрлаш эгри чизиқларидан рН сакрама оралиғи аниқланади, кейин ўзгариш соҳаси шу оралиқга тўғри келадиган индикатор танланади.

Титрлаш эгри чизиглари деб, титрланадиган эритма рНини, унга қўшиладиган стандарт эритма ҳажмига боғлиқлигини кўрсатадиган эгри чизиқларига айтилади.

Масалалар ечиш учун намуналар

1-масала. Зичлиги 1,031 г/мл бўлган 18 г ортофосфат кислота 282 мл сувга эритилди. Ҳосил бўлган эритманинг фоиз($C\%$), моляр(C_m), нормал (C_n), концентрациясини ва титрини ҳисобланг.

Берилган: $d = 1,031$ г/мл

$$m_1 = 18 \text{ г}$$

$$V = 282 \text{ мл}$$

$C_{\%}$ - ? C_M - ?

C_H - ? T - ?

Ечиш. 1) 100 г эритмада эриган модда миқдорига (граммлар сони) фоиз концентрация дейилади. Фоиз концентрация қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$C_{\%} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} * 100$$

Сувнинг зичлиги 2 г/мл га тенглиги сабабли 282 мл сув 282 г тенг деб олинади, унда $m_2 = 282$ унда $m_1 + m_2 = 300$ г

$$C_{\%} = \frac{18}{300} * 100 = 6\%$$

2) 1 л (1000 мл) эритмада эриган модда миқдорининг г-моль сони билан ифодаланишига моляр концентрация дейилади. У қуйидагича ҳисобланади.

$$C_M = \frac{m * 1000}{M * V}$$

H_3PO_4 нинг моляр массаси: 98 г/моль

$$C_M = \frac{18 * 1000}{98 * 282} = 0,6513_M$$

3) 1 л (1000 мл) эритмадаги эриган модда миқдорининг грамм-эквивалентлар сони эритманинг нормал концентрацияси (C_H ёки N) дейилади. У қуйидагича ҳисобланади:

$$C_H = N = \frac{m * 1000}{\mathcal{E} * V}$$

H_3PO_4 нинг эквивалент массаси:

$$\mathcal{E}_{H_3PO_4} = \frac{M}{3} = \frac{98}{3} = 32,66 \text{ г / моль}$$

$$C_H = N = \frac{18 * 1000}{32,66 * 282}$$

4) 1 мл эритма таркибидаги эриган модданинг граммларда ифодаланган миқдори эритма титри дейилади. У қуйидагича ҳисобланади.

$$T = \frac{m}{V}$$

Агар эритманинг нормал концентрацияси маълум бўлса,

$$T = \frac{N * \mathfrak{E}}{1000}; T = \frac{1,9544 * 32,66}{1000} = 0,06382 / \text{мл}$$

2-масала. 25,00 мл H_2SO_4 эритмасини титрлаш учун титри 0,004085 г/мл бўлган 24,17 мл NaOH сарф бўлди. Эритмада неча грамм H_2SO_4 бўлганини ҳисобланг.

Берилган:

$$V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 25,00 \text{ мл}$$

$$T_{\text{NaOH}} = 0,004085 \text{ г/мл}$$

$$V_{\text{NaOH}} = 24,17 \text{ мл}$$

$$q_{\text{H}_2\text{SO}_4} - ?$$

Ечиш. 1) NaOH нинг нормал концентрацияси ҳисобланади:

$$T_{\text{NaOH}} = \frac{\mathfrak{E}_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}}}{1000}; N_{\text{NaOH}} = \frac{T_{\text{NaOH}} * 1000}{\mathfrak{E}_{\text{NaOH}}}; \mathfrak{E}_{\text{NaOH}} = 40,01$$

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{0,004085 * 1000}{40,01} = 0,1021 \text{ моль / л.}$$

2) H_2SO_4 нинг нормал концентрацияси ҳисобланади:

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} * V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = N_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}}$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{N_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{H}_2\text{SO}_4}} = \frac{0,1021 * 24,17}{25,00} = 0,09873 \text{ моль / л}$$

3) H_2SO_4 нинг титри ҳисобланади:

$$T_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\mathfrak{E}_{\text{H}_2\text{SO}_4} * N_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{1000} = \frac{0,09873 * 49,04}{1000} = 0,0048382 / \text{мл}$$

4) H_2SO_4 нинг массаси ҳисобланади:

$$q_{\text{H}_2\text{SO}_4} = T_{\text{H}_2\text{SO}_4} * V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,004838 * 25,00 = 0,1209 \text{ г}$$

3-масала. 1,0320 г оҳактош намунаси 250 мл ўлчов колбасига 0,1212 н HCl эритмасига эритилди. Эритманинг 25 мл ни титрлашда 10,20 мл NaOH ($T_{\text{NaOH}} = 0,003825$ г/мл) эритмасидан сарф бўлди. Намуна таркибидаги CaCO_3 ни фоиз миқдорини ҳисобланг.

Берилган:

$$m_{\text{CaCO}_3} = 1,0320 \text{ г}$$

$$N_{\text{HCl}} = 0,1212 \text{ н}$$

$$V_{\text{умум}} = 250 \text{ мл}$$

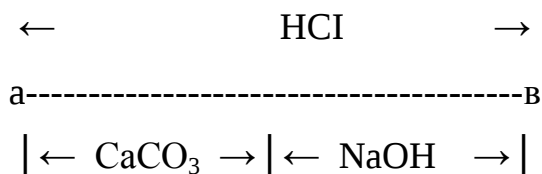
$$V_{\text{н}} = 25 \text{ мл}$$

$$V_{\text{NaOH}} = 10,20 \text{ мл}$$

$$T_{\text{NaOH}} = 0,003825 \text{ г/мл}$$

$$Q_{\%(CaCO_3)} - ?$$

Ечиш. Масала шартини чизмада қуйидагича ифодалаш мумкин.



ас – бўлак CaCO_3 билан реакцияга киришган HCl нинг г-экв миқдори тўғри келса, қолган св бўлак эритмадаги қолган HCl ни титрлашга сарф бўлган NaOH ни г-экв миқдори, яъни

$$n_1 = \frac{T_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}}}{\mathcal{E}_{\text{NaOH}}} \quad (1)$$

Колбада қолган кислотани титрлаш учун сарф бўлган ишқорни г-экв миқдори:

$$n_2 = \frac{T_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}} * V_{\text{колба}}}{\mathcal{E}_{\text{NaOH}} * V_{\text{нупетка}}} \quad (2)$$

(1) ва (2) формула орасидаги фарқ HCl билан реакцияга киришган CaCO_3 ни г-экв миқдорини кўрсатади.

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{N_{\text{HCl}} * V_{\text{колба}}}{1000} - \frac{T_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}} * V_{\text{колба}}}{\mathcal{E}_{\text{NaOH}} * V_{\text{нун}}}$$

Намуна таркибидаги CaCO_3 ни фоиз миқдори қуйидаги формула асосида ҳисобланади:

$$\begin{aligned} Q_{n(\text{CaCO}_3)} &= \left[\frac{N_{\text{HCl}} * V_{\text{колба}}}{1000} - \frac{T_{\text{NaOH}} * V_{\text{NaOH}} * V_{\text{колба}}}{\mathcal{E}_{\text{NaOH}} * V_{\text{нун}}} \right] * \frac{\mathcal{E}_{\text{CaCO}_3} * 100}{m_{\text{н}}} ; \\ Q_{n(\text{CaCO}_3)} &= \left[\frac{0,1212 * 250}{1000} - \frac{0,003825 * 10,20 * 250}{40 * 25} \right] * \frac{50 * 100}{1,032} = 99,53\% \end{aligned}$$

4-масала. 100 мл 0,1 н. HCl эритмасига 0,1 н. NaOH эритмасидан 50; 99; 99,9; 100; 101,1; 101 мл қўшилганда эритманинг pH қийматларини ҳисоблаб ва титрлаш эгри чизиғини чизинг ва титрлашнинг охириги нуқтасини аниқлаш учун индикатор танланг.

Ечиш: Титрлашга қадар эритма pHини ҳисоблаш формуласи:

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg C_{\kappa-та} = -\lg 0,1 = 1$$

0,1 н HCl эритмасига 50, 90, 99,9 мл.да 0,1 н NaOH қўшилганда эритмадаги $[H^+]$ ва pH ўзгариб боради. Унда эритма pHи қуйидаги 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 мл 0,1 н NaOH қўшганда:

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

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

ва ҳоказо. 100 мл 0,1 н NaOH қўшилгунга қадар худди шу формула билан ҳисобланади.

Қўшилганда 100 мл 0,1 н NaOH эритмадаги кислотага эквивалент миқдорда бўлади. Ҳосил бўлган туз NaCl гидролизга учрамайди, ва эритма муҳити нейтрал $pH = pOH = 7$ бўлади.

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

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

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

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

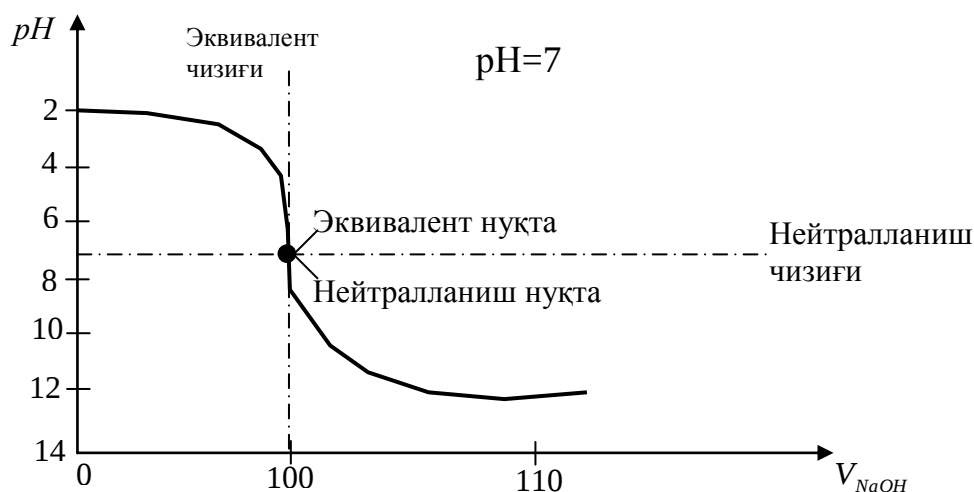
кейинги нуқталар учун ҳам худди шундай ҳисобланади. Олинган натижалар қуйидаги 1-жадвал кўринишида ёзилиб, олинган натижалар асосида титрлаш эгри чизиғи чизилади (1-чизма). Титрлаш охирида pH нинг кескин ўзгариши титрлаш сакрамаси дейилади.

100 мл 0,1н. HCl эритмасини $NaOH$ нинг 0,1н. эритмаси билан (ёки аксинча) титрлашда pH нинг ўзгариш тартиби.

1-жадвал

Қўшилган $NaOH$ ҳажми, мл	$[OH^+]$	$[OH^-]$	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 нуқта билан нейтрал нуқта бир нуқтага мос келади.



1-чизма. 100 мл 0,1н. HCl кислотани 0,1н. $NaOH$ эритмаси билан титрлаш эгри чизиғи

Титрлаш эгри чизиғидан кўринаяптики, титрлашнинг бошида эритманинг pH и секин ўзгаради, эквивалент нуқтага яқинлашганда кескин, эквивалент нуқтадан ўтгандан кейин, яна секин ўзгаради.

Кучли кислота ва кучли асос билан титрлаганда pH сакрама 4,3 – 9,7 оралиғига тўғри келиши сабабли метилоранж, фенофталеин ва лакмус индикаторлари ишлатилади.

Назорат саволлари

1. Ҳажмий анализнинг моҳияти тушунтиринг.
2. Ҳажмий анализнинг қандай турларини биласиз?
3. Ҳажмий анализда қандай ўлчов идишлари ишлатилади.
4. Титрант, стандарт эритма, титрлашнинг охириги нуқтаси, эквивалент нуқта тушунчаларига изоҳ беринг.
5. Бошланғич моддалар деб нимага айтилади ва улар қандай талабларга жавоб бериши керак.
6. Стандарт эритмалар қандай усуллар билан тайёрланади.
7. Эритма концентрацияси қандай усуллар билан ифодаланади.
8. Ҳажмий анализда борадиган реакциялар қандай талабларга жавоб бериши керак.
9. Нейтраллаш усулининг моҳиятини тушунтиринг.
10. Нейтраллаш усулида эквивалент нуқта қандай аниқланади.
11. Титрлаш эгри чизиқлари қандай амалий аҳамиятга эга?
12. Титрлаш сакрамаси нима? У қачон бошланиб, қачон тугалланади?
13. Титрлашдаги сакрамага қандай омиллар таъсир қилади?
14. Эквивалент нуқта қандай усуллар билан аниқланади?
15. Индикатор нима? Улар неча хил бўлади.
16. Титрлашда индикатор қандай танланади?

Мустақил ечиш учун масалалар

326. 2 л $\sim 0,05$ м ли NaOH эритмасини тайёрлаш учун, неча грамм NaOH керак.

327. 1,5 л $\sim 0,1$ м ли KOH эритмасини тайёрлаш учун, неча грамм KOH керак.

328. 5 л $\sim 0,1$ м ли HCl эритмасини тайёрлаш учун, 30 % ли ($d=1,15$ г/мл) HCl эритмасидан неча миллилитр керак.

329. Титри 0,01223 г/мл бўлган H_2SO_4 эритмасининг нормал концентрациясини ҳисобланг.

330. Натрий гидроксидига нисбатан титри 0,004010 г/мл бўлган хлорид кислота ($T_{HCl/NaOH} = 0,004010$ г/мл) нинг нормал концентрациясини ҳисобланг.

331. Нормал концентрацияси 0,09617 н бўлган KOH эритмасининг титрини – T_{KOH} ва хлорид кислота бўйича титрини – $T_{KOH/HCl}$ ҳисобланг.

332. Титри 0,005727 г/мл бўлган KOH нинг сульфит кислота бўйича титрини – T_{KOH/H_2SO_4} ҳисобланг.

333. 0,5000 н HCl эритмасини ҳосил қилиш учун 1 л 0,5300 н эритмасини қанча ҳажмгача суюлтириш керак.

334. 550 мл 0,1925 н ли HCl эритмасига титри 0,02370 г/мл бўлган эритмасидан 50 мл қўшилди. Ҳосил бўлган эритманинг нормал концентрацияси ва титрини ҳисобланг.

335. $\approx 0,05$ н HCl эритмасининг титрини аниқлашда ишлатиладиган 500 мл эритмага неча грамм $Na_2B_7O_7 \cdot 10H_2O$ борлигини ҳисобланг.

336. $\approx 0,1$ н H_2SO_4 титрини аниқлаш учун 200 мл сувсиз содда эритмасида неча грамм Na_2CO_3 борлигини ҳисобланг.

337. 20,00 мл 0,1000 н HCl эритмаси билан неча грамм сувсиз соддани CO_2 гача титрлаш мумкин.

338. $T_{HCl/Na_2O} = 0,0035142$ / мл бўлган 22,00 мл хлорид кислота билан неча грамм NaOH ни титрлаш мумкин.

339. HCl нинг титрини аниқлаш учун 2,6030 г сувсиз Na_2CO_3 250,0 мл ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун 26,18 мл HCl сарф бўлди. N_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{NaOH}}$ ҳисобланг.

400. KOH нинг титрини аниқлаш учун 1,4960 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 250,0 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 20,00 мл ни титрлаш учун 21,06 мл KOH сарф бўлди. N_{KOH} , $T_{\text{KOH}/\text{HCl}}$ ҳисобланг.

401. 0,2436 г сувсиз соддани титрлаш учун 21,35 мл H_2SO_4 сарф бўлди. $N_{\text{H}_2\text{SO}_4}$, $T_{\text{H}_2\text{SO}_4}$, $T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}}$ ҳисобланг.

402. 0,6020 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ титрлаш учун 27,16 мл HCl сарф бўлди. Хлорид кислотанинг титри ва нормал концентрациясини ҳисобланг.

403. 0,4217 г бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ни титрлаш учун 17,50 мл HCl сарф бўлди. Кислотанинг нормал концентрацияси ва титрини ҳисобланг.

404. 0,6000 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 100,0 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Эритманинг 20,00 мл ни титрлаш учун 18,34 мл NaOH сарф бўлди. NaOH нинг нормал концентрацияси ва оксалат кислота бўйича титрини ҳисобланг.

405. 15,00 мл KOH эритмасини титрлаш учун 18,70 мл HCl ($T_{\text{HCl}} = 0,002864$ г/мл) сарф бўлди. KOH нинг нормал концентрациясини ҳисобланг.

406. 0,2147 г Na_2CO_3 ни титрлаш учун 22,46 мл сарф бўлган HCl нинг нормал концентрациясини ҳисобланг.

407. 20,00 мл HCl ($T_{\text{HCl}} = 0,003617$ г/мл) эритмасини титрлаш учун 21,15 мл NaOH сарф бўлди. N_{NaOH} , $T_{\text{NaOH}/\text{H}_2\text{SO}_4}$ ҳисобланг.

408. 25,00 мл NaOH ($T_{\text{NaOH}} = 0,04017$ г/мл) дан 250,0 мл ли ўлчов колбасига олиниб эритма суялтирилди. Шу эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун 23,95 мл HCl сарф бўлди. N_{HCl} , T_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{KOH}}$ ҳисобланг.

409. 19,45 мл H_2SO_4 титрлаш учун фиксоналдан тайёрланган 0,1 н бура эритмасидан 20,00 мл сарф бўлди. $N_{\text{H}_2\text{SO}_4}$, $T_{\text{H}_2\text{SO}_4/\text{KOH}}$ ҳисобланг.

410. Таркибида 92 % NaOH бўлган 0,5341 г намунадан олиб 100,0 мл ўлчов колбасига эритилди. Эритманинг 15,00 мл ни титрлаш учун 19,50 мл HCl сарф бўлди. Кислотанинг N_{HCl} , $T_{\text{HCl}/\text{KOH}}$ ҳисобланг.

411. 25 мл HCl эритмасини ($T_{\text{HCl/NaOH}} = 0,01122$ г/мл) титрлаш 25,82 мл NaOH сарф бўлди. NaOH эритмасини нормал концентрациясини ҳисобланг.

412. Титри 0,003592 г/мл булган HCl эритмасининг нормал концентрациясини ҳисобланг.

413. 0,1205 н H_2SO_4 эритмасини титрини ҳисобланг.

414. 20,00 мл HNO_3 ни титрлаш учун 15,00 мл 0,1200н NaOH эритмаси сарф бўлди. HNO_3 эритмасини нормал концентрацияси, титр ива 250 мл эритмадаги миқдорини ҳисобланг.

415. 21,00 мл 0,1133 н HCl эритмасини титрлаш учун 0,1500 н NaOH эритмасидан неча мл сарф бўлди.

416. Титри 0,003810 г/мл бўлган 21,00 мл HCl эритмасини титрлаш учун 0,1500 н NaOH эритмасидан қанча ҳажм керак бўлади.

417. 250 мл ўлчов колбасига 1,7334 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ эритилган эритманинг нормал концентрациясини ҳисобланг.

418. H_2SO_4 эритмасини титрлаш учун 0,2140 н, NaOH эритмасидан 25,40 мл сарф бўлди. Эритмадаги H_2SO_4 миқдорини ҳисобланг.

419.* 10 мл 0,1 н HCl эритмасига 0,1 н NaOH эритмасидан 5,0; 9,0; 9,9 ; 10,0 ; 10,1 ; 11,0 мл қўшилганда эритманинг pH қийматларини ҳисобланг ва титрлаш эгри чизигини чизинг.

420.* 100 мл 0,1 н HCl	110 мл 0,1 н NH_4OH
------------------------	-------------------------------------

421.* 100 мл 0,1 н NaOH	110 мл 0,2 н CH_3COOH
-------------------------	---------------------------------------

422.* 100 мл 0,15 н CH_3COOH	110 мл 0,15 н KOH
--	-------------------

423.* 100 мл 0,3 н HNO_3	110 мл 0,25 н NaOH
-----------------------------------	--------------------

424.* 100 мл 0,2 н H_3PO_4	110 мл 0,2 н NaOH
--	-------------------

425.* 100 мл 0,15 н HCl	110 мл 1 н Na_2CO_3
-------------------------	-------------------------------------

426.* 100 мл 0,1 н HCOOH	110 мл 0,1 н KOH
-----------------------------------	------------------

427.* 100 мл 0,15 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	110 мл 0,1 н NaOH
--	-------------------

* Масаланинг шarti 419 масаладан кўчирилсин

428. 0,5000 г содда 250 мл сиғимли ўлчов колбасида эритилди. Эритманинг 50 мл ни метилоранж индикатори иштирокида титрлаш учун 24,00 мл H_2SO_4 эритмаси сарф бўлди. Бу эритманинг нормаллиги ва титрини ҳисобланг.

429. 0,1040 н 25,00 мл $NaOH$ нинг эритмасини титрлаш учун, 1л эритмада 9,7780 г концентрланган HNO_3 тутган эритмадан 25,45 мл сарф бўлди. Эритмадаги HNO_3 нинг % миқдорини ҳисобланг.

430. Техник ўювчи калийдан тайёрланган эритмани титрлаш учун фенолфталеин иштирокида 0,0950 н HCl эритмасидан 22,40 мл сарф бўлган, метилоранж иштирокида титрланганда эса HCl нинг худди шу эритмасидан 25,80 мл сарф бўлган. Техник ўювчи калий таркибида қанча KOH ва K_2CO_3 бор?

431. Na_2CO_3 ва $NaHCO_3$ аралашмаси эритмасининг 25 мл ни фенолфталеин иштирокида титрлаш учун H_2SO_4 нинг 0,1200 н эритмасидан 9,46 мл, метилоранж иштирокида титрлаш учун эса 24,86 мл сарф бўлган. Шу эритманинг 250 мл да неча грамм Na_2CO_3 ва неча грамм $NaHCO_3$ борлигини аниқланг.

432. 100 мл "қаттиқ" сувни титрлаш учун HCl нинг 0,0900 н эритмасидан 5,00 мл сарф бўлган бўлса, сувнинг карбонат қаттиқлигини ҳисобланг.

433. 100 мл сувга Na_2SO_3 нинг 0,1100 н эритмасидан 10,00 мл таъсир эттириб буғлатилгандан сўнг ортиб қолган Na_2SO_3 ни тескари титрлаш учун HCl нинг 0,1000 н эритмасидан 6,20 мл сарф бўлган бўлса, сувнинг қаттиқлигини ҳисобланг.

434. 15,35 мл 0,25 н KOH эритмаси билан неча грамм H_2SO_4 ни нейтраллаш мумкин.

435. 0,5 г каустик содда сақлаган эритмани нейтраллашда 20 мл 0,5 м HCl эритмасидан сарф бўлди. Намуна таркибидаги $NaOH$ миқдорини фоизларда ҳисобланг.

436. 1,000 г техник H_2SO_4 200 мл ли ўлчов колбасига эритилиб, колбанинг чизиғигача дистилланган сув қуйилди. Тайёрланган эритмани 15,00 мл ни титрлаш учун 0,0500 н 25,33 мл NaOH сарфланди. Намуна таркибидаги H_2SO_4 ни фоиз миқдорини ҳисобланг.

2.3. Ҳажмий анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усули

Ҳажмий анализнинг оксидланиш-қайтарилиш реакцияларига асосланиб моддалар миқдорини аниқлаш усулига оксидланиш – қайтарилиш усули (редоксидиметрик ёки оксидометрик) деб айтилади.

Ҳамма оксидланиш-қайтарилаш усуллари ишлатиладиган асосий титрантнинг хоссасига кўра бир неча турларга бўлинади. Масалан: перманганат иони (MnO_4^-) ёрдамида оксидлашга асосланган усулга перманганатометрик, молекуляр йод ёрдамида оксидланишга ёки йод ионлари I^- билан қайтаришга асосланган усулга йодометрик. Хром (VI) бирикмалари ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; CrO_4^{2-}) ёрдамида оксидлашга асосланган усулга хроматометрик, аскорбин кислотаси ёрдамида қайтаришга асосланган усулга – аскорбинометрик, титан (III) бирикмалари ёрдамида қайтаришга асосланган усулга титанометрик ва бошқа усулларга бўлинади.

2.3.1. Оксидланиш-қайтарилиш усули

Миқдорий анализда оксидланиш-қайтарилиш усули жуда кенг ишлатилади. Миқдорий анализга, тегишли ҳисоблашларнинг, айримлари сифат анализда кўриб чиқилди.

Титриметрик анализга боғлиқ бўлган ҳисоблашларни куриб чиқамиз.

2.3.2. Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаш

Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг моляр эквивалент массаси реакцияда қабул қилган ёки берган электронлар сонига боғлиқ бўлиб, модда

молекуляр массасининг қабул қилган ёки берган электронлар сонига нисбатига тенг:

$$M_{(э.экв)} = \frac{M}{n}$$

M - оксидловчи ва қайтарувчи модданинг моляр массаси

n – қабул қилган ёки берган электронлар сони

Қабул қилган ёки берган электронлар сонини билиш учун оксидловчи ва қайтарувчини бошланғич ва охирги оксидланиш даражаларини билиш шарт.

2.3.3. Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида мувозанат доимийлиги

Оксидланиш-қайтарилиш реакцияларида оксидланиш даражасини у ёки бу томонга ўзгариши мувозанат доимийлигига боғлиқ. У Қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\ell qK = \frac{[E_I^{\circ} - E_{II}^{\circ}]n}{0,059}$$

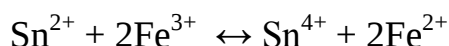
Бунда, K – мувозанат доимийлиги;

E_I° ва E_{II}° – стандарт (нормал) оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари, мВ,

В;

n – реакцияда иштироок этган электронлар сони.

Формуладан кўринаяптики мувозанат доимийлиги потенциаллар фарқига тўғри пропорционал. Бу фарқ қанча катта бўлса, реакция тегишли йўналишда, охиригача боради:



Реакция учун,

$$\ell qK = \frac{[E_{\text{Sn}^{4+} / \text{Sn}^{2+}} - E_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}}]n}{0,059}$$

????- жадвалдан потенциалларнинг қийматини қўйсак

$$\ell qK = \frac{[0,77 - 0,15] * 2}{0,059} = 21, K = 10^{21}$$

Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики мувозанат ҳолатида Sn^{2+} ва Fe^{2+} ионлари концентрацияси кўпайтмаси Sn^{2+} ва Fe^{3+} ионлари концентрацияси кўпайтмасидан 10^{21} марта катта. Бу эса оксидланиш-қайтарилиш реакциясининг охиригача бориши ва ундан миқдорий анализда фойдаланиш эҳтимоллиги катталигини кўрсатади.

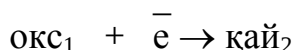
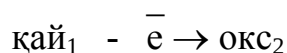
2.3.4. Титрлаш эгри чизиғи

Оксидиметрик титрлашда реакцияга киришаётган модда ёки ионлар концентрацияси ҳар доим ўзгариб туради. Нернст тенгламасига кўра

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{[\text{оксид}]}{[\text{қайтар}]}$$

титрлашнинг турли нуқталарида оксидланиш потенциали ҳам ўзгаради.

Титрлаш ярим реакция кўринишида



Титрлаш жараёнида системанинг потенциали ошиб боради, эквивалент нуқтадаги оксидлаш потенциали қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$E = \frac{n_1 E_1^0 + n_2 E_2^0}{n_1 + n_2}$$

бунда: n_1 ва n_2 — ярим реакция тенгламадаги берган ёки қабул қилган электронлар сони

E_1^0 ва E_2^0 — оксидловчи — қайтарувчи жуфтларнинг нормал потенциали.

2.3.5. Перманганатометрик усул

Перманганатометрик усул перманганат ионни MnO_4^- билан оксидланиш реакцияларига асосланган. Перманганат кислотали муҳитда Mn^{2+} гача ишқорий ва нейтрал муҳитда MnO_2 гача қайтарилади. Миқдорий аниқлашларни ҳамма муҳитда олиб бориш мумкин. Жуфтларнинг оксидланиш-қайтарилиш потенциали $\text{pH} > 7$ бўлганда $E_{\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ / \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}}^0 = +1,51\text{В}$;

$\text{pH} > 7$ бўлганда эса $E^{\circ}_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2} = +0,59\text{В}$; га тенг. Кислотали муҳитда KMnO_4 нинг моляр эквивалент массаси $31,61 \text{ г/моль}$.

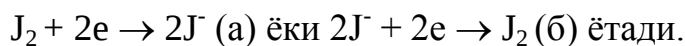
$$M_{(\text{э})}(\text{KMnO}_4) = M(\text{KMnO}_4) / n = 158,08 : 5 = 31,61 \text{ г/моль}$$

Ишқорий ва нейтрал муҳитда эса $52,68 \text{ г/моль}$ га тенг

$$M_{(\text{э})}(\text{KMnO}_4) = M(\text{KMnO}_4) / n = 158,08 : 3 = 52,68 \text{ г/моль}$$

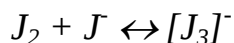
2.3.6. Йодометрик усул

Титриметрик анализнинг йод (J_2) нинг оксидловчилик (ёки йод ионлари (J^-) нинг қайтарувчилик) хоссаларига асосланган усули йодометрик усул дейилади. Йодометрик усулнинг асосида қуйидаги реакциялар:



Бу усул билан (а) реакция ёрдамида қайтарувчиларни (H_2SO_3 , H_3AsO_3 , HSbO_3 нинг тузлари, эркин H_2S , SnCl_2 ва бошқа) ва (б) реакция ёрдамида оксидловчиларни (Cl_2 , Br_2 , KMnO_4 , KClO_3 , H_2O_2 , Cu^{+2} , Fe^{+3} ва бошқалар) аниқлаш мумкин.

Қаттиқ ҳолдаги (кристаллик) йод сувда кам эрийди. Шунинг учун стандарт эритма сифатида йоднинг KJ даги эритмаси ишлатилади. Йод калий йодид эритмасида эриганда $[\text{J}_3]^-$ комплекс ионларини ҳосил қилади.

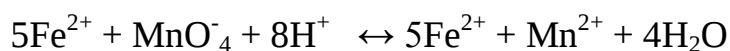


Трийодад - йодид оксидланиш-қайтарилиш жуфтининг нормал оксидланиш - қайтарилиш потенциали $E_{\left[\text{J}_3\right]^- / 3\text{J}^-} = + 0,5355 \text{ В}$ га, $E_{[\text{J}_2] / 2\text{J}^-} = + 0,5345 \text{ В}$ тенг бўлгани учун $\text{J}_2/2\text{J}^-$ ва $[\text{J}_3^-]/3\text{J}^-$ оксидланиш - қайтарилиш жуфтларининг оксидланиш потенциалларини тенг деб олиш мумкин.

Масалаларни ечишга доир намуналар

1-масала. Калий перманганат KMnO_4 билан темир-(II) сульфат FeSO_4 тузининг оксидланиш реакциясини мувозанат доимийлигини ҳисобланг.

Ечиш. 1) Реакция тенгламани ёзамиз:



2) ??? – жадвалдан оксидланиш-қайтарилиш потенциалли қийматини топамиз.

$$E_{\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}}^{\circ} = 1,51\text{В};$$

$$E_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}}^{\circ} = 0,77\text{В}$$

3) Стандарт потенциалларнинг қийматини формулага қуйиб, аниқлаймиз:

$$\ell qK = \frac{[E_i^{\circ} - E_{//}^{\circ}] * n}{0,059} = \frac{[1,51 - 0,77] * 5}{-59} = 63,8$$

4) $\ell q K$ антилогорифлаб сон қийматига ўтамыз:

$$K = \frac{[\text{Mn}^{2+}][\text{Fe}^{3+}]^5}{[\text{MnO}_4^-][\text{Fe}^{2+}][\text{H}^+]^8} = 10^{63,8}$$

2-масала. 3 л 0,02 н калий перманганат эритмасини тайёрлаш учун, неча грамм ундан олиш керак. (кислотали муҳит учун).

Берилган.

$$V = 3 \text{ л} = 3000 \text{ мл}$$

$$N = 0,02 \text{ н}$$

m - ?

Ечиш. 1) KMnO_4 нинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаймиз:

$$M_{(\text{э})} = \frac{158,08}{5} = 31,61 \text{ г / моль}$$

2) Нормал концентрацияни ҳисоблаш формуласидан массани топамиз:

$$C_n = N = \frac{m_1 * 1000}{M_{(\text{э})} * V};$$

$$m = \frac{N * M_{(\text{э})} * V}{1000} = \frac{0,02 * 31,61 * 3000}{1000} = 1,89 \text{ г}$$

3-масала. 500 мл 0,1 н аммоний оксалат эритмасини тайёрлаш учун неча грамм аммоний оксалат кристаллогидратидан олиш керак.

Берилган

$$V = 500 \text{ мл}$$

$$N = 0,1 \text{ н}$$

m - ?

Ечиш: 1) Аммоний оксалатнинг моляр эквивалент массасини ҳисоблаймиз:

$$M_{(\text{э})} = \frac{M(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 * \text{H}_2\text{O}}{2} = \frac{142,11}{2} = 71,06 \text{ г / моль}$$

2) Нормал концентрацияни ҳисоблаш формуласидан фойдаланиб, тузнинг массасини топамиз:

$$C_n = N = \frac{m_1 * 1000}{M_{(\text{э})} * V};$$

$$m = \frac{N * M_{(\text{э})} * V}{1000} = \frac{0,1 * 71,06 * 500}{1000} = 3,55 \text{ г}$$

4-масала. 1,2606 г оксалат кислотанинг кристаллогидрати ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$) 200 мл сиғимли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 20,00 мл ни титрлаш учун KMnO_4 нинг эритмасидан 20,26 мл сарф бўлди. KMnO_4 эритмасининг нормаллигини ҳисобланг.

Берилган.

$$m = 1,2606 \text{ г } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$$

$$V_{\text{колба}} = 200 \text{ мл}$$

$$V_{\text{пипет}} = 20,00 \text{ мл } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 * 2\text{H}_2\text{O}$$

$$V_{\text{KMnO}_4} = 20,26 \text{ мл}$$

$$N_{\text{KMnO}_4} - ?$$

Ечиш. 1) Оксалат кислотанинг титрини ҳисоблаймиз:

$$T = \frac{m}{V} = \frac{1,2606}{200} = 0,006303 \text{ г / мл}$$

2) Оксалат кислотанинг нормал концентрациясини ҳисоблаймиз:

$$T = \frac{\text{Э} * N}{1000}; N = \frac{T * 1000}{\text{Э}}; \text{Э}_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 * 2\text{H}_2\text{O}} = 63,04 \text{ г - экв}$$

$$N = \frac{0,006304 * 1000}{63,04} = 0,0100н$$

3) $KMnO_4$ эритмасининг нормал концентрациясини ҳисоблаймиз.

$$N_{KMnO_4} * V_{KMnO_4} = N_{H_2C_2O_4 * 2H_2O} * V_{H_2C_2O_4 * 2H_2O}$$

$$N_{KMnO_4} = \frac{N_{H_2C_2O_4 * 2H_2O} * V_{H_2C_2O_4 * 2H_2O}}{V_{KMnO_4}} = \frac{0,01 * 20}{20,26} = 0,09876н$$

5-масала. 0,2004 г хлорли оҳак сувга эритилиб, устига KJ ва H_2SO_4 эритмаси қўшилди. Ажралиб чиққан йод 0,1000 н 20,04 мл натрий тиосульфат $Na_2S_2O_3$ эритмаси билан титрланди. Хлорли оҳак таркибидаги актив хлорни фоиз миқдорини ҳисобланг.

Берилган.

$$m = 0,2004 \text{ г}$$

$$N_{Na_2S_2O_3} = 0,1000$$

$$V_{Na_2S_2O_3} = 20,04 \text{ мл}$$

$Q_{Cl}(\%)$ - ?

Ечиш: 1) Натрий тиосульфат эритмасини хлор бўйича титрини ҳисоблаймиз.

$$T_{Na_2S_2O_3 / Cl} = \frac{N_{Na_2S_2O_3} * M_{(э)}(Cl)}{1000} = \frac{0,1 * 35,50}{1000} = 0,003545г / мл$$

2) Хлорни массасини ҳисоблаймиз:

$$Q_{Cl} = T_{Na_2S_2O_3 / Cl} * V_{Na_2S_2O_3} = 0,00355 * 20,04 = 0,0710г$$

3) Хлорни миқдорини фоизларда ҳисоблаймиз:

$$0,2004 \text{ г} - 100 \%$$

$$0,071 \text{ г} - X \%$$

$$X_{\%} = \frac{0,071 * 100}{0,2004} = 35,00\%$$

6-масала. 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасини кислотали муҳитда $[H] = 0,1$ г моль/л, 100 мл 0,1н стандарт $KMnO_4$ эритмаси билан титрлаш эгри чизигини чизинг.

Титрлаш жараёнининг айрим нуқталарида оксидлаш потенциали қуйидагича ҳисобланади:

1) Титрлангунга қадар потенциални ҳисоблаш:

$$E = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \left[\frac{Fe^{3+}}{Fe^{2+}} \right]$$

Fe^{2+} иони эритмасида оз миқдорда Fe^{3+} иони бўлади, уни концентрациясини аниқлаш қийин, шунинг учун оксидиметрик титрлашда бу нуқтадаги потенциал ҳисобга олинмайди.

2) Эквивалент нуқтагача бўлган потенциал қуйидагича ҳисобланади. Фараз қилайлик, 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 50 мл 0,1 н $KMnO_4$ қўшилди. Унда эритмада учта ион Fe^{2+} , Fe^{3+} ва Mn^{2+} бўлади. MnO_4^- эса жуда кам.

$$[Mn^{2+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

$$[Fe^{3+}] = \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] = \frac{5}{150}$$

унда

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1}{150} - \left\{ \frac{50 \cdot 0,1}{150} - [MnO_4^-] \right\} = \frac{5}{150}$$

Мувозанатдаги $[Fe^{2+}]$ ва $[Fe^{3+}]$ ионлари концентрацияси қийматини қуйиб қуйидагини оламиз:

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{5}{150} \cdot \frac{150}{5} = 0,77 В$$

Демак, эритманинг 50 % титрланганда системанинг оксидланиш – қайтарилиш потенциали аниқланадиган оксидловчи – қайтарувчи жуфтининг стандарт потенциалига тенг.

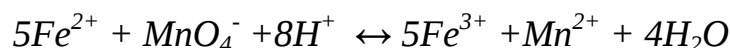
Агар 100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 99,9 мл 0,1 н $KMnO_4$ қўшилганда эритмада Fe^{2+} ионининг ҳажми 0,1 мл қолади:

$$[Fe^{3+}] = \frac{99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{9,99}{199,9}$$

$$[Fe^{2+}] = \frac{100 \cdot 0,1 - 99,9 \cdot 0,1}{199,9} - [MnO_4^-] = \frac{0,01}{199,9}$$

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{99,9/199,9}{0,01/199,9} = 0,95B$$

3) Эквивалент нуктада мувозанат қарор топганда



$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,059 \lg \frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$$

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} [H^+]^8$$

Тенгламани ҳадма – ҳад қўшсак

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51 + 0,059 \lg \frac{[Mn^{2+}][MnO_4^-]}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]} [H^+]^8$$

Эквивалент нуктада ҳар бир $[MnO_4^-]$ ионига 5 $[Fe^{3+}]$ иони тўғри келади.

$$[Fe^{2+}] = 5 [MnO_4^-] \qquad [Fe^{3+}] = 5 [MnO_4^-]$$

Иккинчисини биринчисига бўлганда

$$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]} = \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-]} \quad \text{ва} \quad \frac{[Fe^{3+}][MnO_4^-]}{[Fe^{2+}][Mn^{2+}]} = 1$$

$\lg 1 = 0$ унда,

$$6E = 0,77 + 5 \cdot 1,51 \qquad E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{6} = 1,39B$$

4) Эквивалент нуктадан кейинги нукталарда потенциални ҳисоблаш.

100 мл 0,1 н $FeSO_4$ эритмасига 100,1 мл $KMnO_4$ қўшилганда $[MnO_4^-]$ ионлари ортиқча бўлиб $[Fe^{2+}]$ ионлари жуда кам бўлганда

$$[Fe^{3+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[Mn^{2+}] = \frac{100,1 \cdot 0,1}{200,1} - [Fe^{2+}] = \frac{10,01}{200,1}$$

$$[MnO_4^-] = \frac{100,1 \cdot 0,1 - 100 \cdot 0,1}{200,1} + [Fe^{2+}] = \frac{0,01}{200,1}$$

Бу нуктадаги системанинг потенциали:

$$E_{MnO_4^- + 8H^+ / Mn^{2+} + 4H_2O} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{0,01/200,1}{10,01/200,1} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 10^{-3} = 1,48B$$

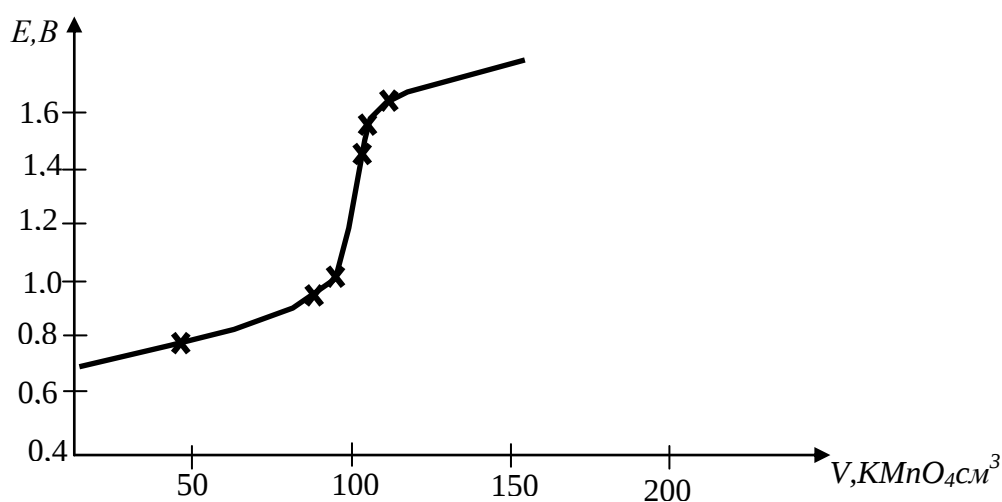
Олинган натижалар 17-жадвал кўринишида ёзилиб, титрлаш эгри чизиғи чизилади (1-чизма).

100 мл 0,1 FeSO₄ эритмасини 0,1 н KMnO₄ эритмаси билан [H⁺] = 0,1 г – ион/л бўлганда титрлашда оксидланиш – қайтарилиш потенциалли қийматининг ўзгариши.

17-жадвал

Титр- лаш босқич	кўшилган $KMnO_4$ ҳажми (мл)	Ортиқча, мл ҳисобида		$\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$	$\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}$	Ҳисоблашлар	E, В
		$FeSO_4$	$KMnO_4$				
2	50	50	-	50/50=1	-	E = 0,77	0,77
	91	9	-	91/9=10	-	E=0,77+0,059lg10	0,829
	99	1	-	99/1=100	-	E=0,77+0,059lg100	0,889
	99,9	0,1	-	99,9/0,1 =1000	-	E=0,77+0,059lg1000	0,9470
3	100	-	-	-	-	$E = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,51}{5 + 1}$	1,387
	100,1	-	0,1	-	0,1/100= 0,001	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,001$	1,475
	101,0	-	1,0	-	1/100=0,01	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,01$	1,486
	110	-	10	-	10/100=0, 1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 0,1$	1,498
	200	-	100	-	100/100=1	$E = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg 1$	1,510

Потенциал сакрама $1,48 - 0,95 = 0,53$ В га тенг.



1 - чизма. $\text{pH} = 1$ бўлганда FeSO_4 нинг KMnO_4 билан титрлаш эгри чизиғи.

Чизмадан кўриниб турибдики, оксидиметрик титрлаш эгри чизиғи, шакл жиҳатидан нейтраллаш усулидаги титрлаш эгри чизиғига ўхшайди, яъни эквивалент нукта яқинида потенциал кескин ўзгаради. Лекин эквивалент нуктага яқин бўлмаган нукталарда чизик бир текис ўзгариб боради, яъни E нинг қиймати титрлаш вақтида жуда секин ўзгаради.

Назорат саволлари

1. Ҳажмий анализнинг оксидланиш-қайтарилиш усуллари ва уларнинг моҳияти тўғрисида қисқача маълумот беринг.
2. Нернст тенгламасини ёзиб, ундаги барча қийматларга изоҳ беринг.
3. Оксидланиш-қайтарилиш потенциали нима? Унга таъсир этувчи омилларни кўрсатинг.
4. Оксидланиш-қайтарилиш усулларида эквивалент нукта қандай аниқланади? Мисоллар келтиринг.
5. Оксидиметрик титрлашда автокаталитик реакциясининг аҳамияти нимада? Мисоллар билан тушунтиринг.
6. Оксидланиш-қайтарилиш индикаторлари нима? Бу индикатор ранги қандай кимёвий жараёнлар натижасида ўзгаради?
7. Оксидиметрик титрлаш усулли ёрдамида қандай моддалар миқдорини аниқлаш мумкин? Мисоллар келтиринг.
8. Перманганатометрик усулининг моҳияти нимада? Нима учун KMnO_4 нинг стандарт эритмасини бевосита тўғри намунадан тайёрлаб бўлмайди?
9. Йодометрик усулнинг моҳияти. Ишчи эритмаларини тайёрлаш ҳақида қисқача тушунча беринг.
10. Йодометрик анализ усул билан қандай моддалар миқдори аниқланади (тўғри, тескари ва ўринбосарни титрлаш)? Мисоллар келтиринг.

11. Титриметрик анализда қўлланиладиган оксидланиш-қайтарилиш реакциялари қандай талабларга жавоб бериши керак?

12. . Перманганатометрик, йодометрик ва хроматометрик анализ усуллари қандай афзалик ва камчиликларга эга.

Мустақил ечиш учун масалалар

437. KMnO_4 нинг 0,05 н 750 мл эритмасини тайёрлаш учун неча грамм KMnO_4 керак бўлади (кислотали муҳитда).

438. Титри 0,001617 г/мл бўлган 1250 мл KMnO_4 эритмасини тайёрлаш учун неча грамм KMnO_4 олинган.

439. Титри темир бўйича $T_{\text{KMnO}_4 / \text{Fe}} = 0,005885 \text{ г/мл}$ булган 2,5 л эритма тайёрлаш учун неча грамм KMnO_4 олинган (кислотали муҳитда).

440. 0,1 н NaNO_2 эритмасини 0,1 н KMnO_4 (pH=0) эритмаси билан титрлашда, эквивалент нуқтадаги оксидланиш-қайтарилиш потенциалини қийматини ҳисобланг.

441. 0,1 н FeSO_4 эритмасини 0,1 н $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ эритмаси билан титрлашда, эквивалент нуқтадаги оксидланиш-қайтарилиш потенциалини ҳисобланг.

442. 500 мл ҳажмли колбада 1,8750 гр KMnO_4 эритилди. Эритманинг кислотали ва ишқорий муҳит учун нормаллиги ва титрини ҳисобланг.

443. 0,0205 н KMnO_4 эритмасининг а) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; б) Fe бўйича титри ҳисоблансин.

444. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ нинг 20 мл эритмасини титрлаш учун (кислотали муҳитда $T_{\text{KMnO}_4} = 0,005751 \text{ г/мл}$ KMnO_4 эритмасидан 21,40 мл сарф бўлди. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ кераклигини ҳисобланг.

445. Калий перманганатнинг нормаллиги 0,01200 н га тенг. Унинг $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ва KNO_2 бўйича титрини ҳисобланг.

446. 15 мл $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ни титрлаш учун 0,01830 н эритмасидан 8,3 мл KMnO_4 сарфланди. Оксалат кислотасининг нормал концентрациясини ва KMnO_4 бўйича титрини ҳисобланг (pH < 7).

447. 500 мл 0,1 н калий перманганат KMnO_4 эритмасини тайёрлаш учун неча грамм KMnO_4 керак.

448. Титри $T = 0,001616$ г/мл бўлган 2,5 л KMnO_4 эритмасини тайёрлаш учун неча грамм KMnO_4 керак.

449. 1,5 л 0,2 н оксалат кислота $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ эритмасини тайёрлаш учун оксалат кислота кристаллогидратидан $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ неча грамм керак.

450. KMnO_4 эритмасининг титрини аниқлашда ишлатиладиган $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ нинг 100 мл 0,1 н эритмасини тайёрлаш учун неча грамм $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ дан олиш керак.

451. 1,3444 г $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 200 мл ли ўлчов колбасига солиниб эритма тайёрланди, шу эритмани 20,00 мл ни титрлаш учун 20,04 мл KMnO_4 эритмасидан сарф бўлди. KMnO_4 нинг нормал концентрациясини, титрини ва титрини натрий оксалат бўйича ҳисобланг.

452. 0,1518 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ маълум ҳажмдаги сувда эритилди. Эритмани титрлаш учун 24,56 мл KMnO_4 сарф бўлди. KMnO_4 нинг; $N_{\text{KMnO}_4}; T_{\text{KMnO}_4}$ ҳисобланг.

453. 1,5022 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 200 мл ли ўлчов колбасига эритилди. Шу эритманинг 20 мл ни титрлаш учун KMnO_4 нинг 23,66 мл эритмасидан сарф бўлди. $N_{\text{KMnO}_4}; T_{\text{KMnO}_4}, T_{\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{O}_2}$ ҳисобланг.

454. Таркибида 46 % Na_2SO_3 бўлган намуна 250 мл ли ўлчов колбасига эритилди. Шу эритманинг 25 мл ни титрлаш учун 0,0520 н KMnO_4 эритмасидан 50 мл сарф бўлди. Намунанинг массасини ҳисобланг.

455. Таркибида 50 % темир бўлган намунани титрлаш учун 0,1000 н KMnO_4 эритмасидан 20,00 мл сарф бўлди. Анализ учун олинган намунанинг массасини ҳисобланг.

456. Темир сим сульфат кислотада эритилиб қайтарилди. Ҳамма эритмани титрлаш учун 42,33 мл 0,05795 н эритмасидан сарф бўлди. Эритмадаги темирнинг миқдорини аниқланг.

457. 0,2500 г темир рудаси H_2SO_4 ва H_3PO_4 аралашмасига эритилди. Эритмани титрлаш учун 28,05 мл 0,09956 н KMnO_4 эритмаси сарф бўлди. Руда таркибидаги Fe_2O_3 нинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

458. Таркибида 0,09 % марганец бўлган 0,2500 г пўлат H_3PO_4 ва H_2SO_4 аралашмасига эритилди. Эритмадан газ ажралиб чиқиши тўхтагунча аммоний персульфат ва кумуш нитрат қўшиб қайнатилди. Кейин бу эритмага 25 мл 0,1000 н темир(II)-сульфат қўшилди. Ортиқча темир(II) 0,0833 н KMnO_4 эритмаси сарф бўлади.

459. 7,1506 г техник темир купороси $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 200 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Шу эритманинг 20,00 мл ни титрлаш учун 19,62 мл 0,0983 н KMnO_4 эритмасида сарф бўлди. Намуна таркибидаги $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ нинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

460. Техник 3,6769 г натрий сульфит $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 250 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Шу эритманинг 25,00 мл титрлаш учун 24,00 мл титри $T_{\text{KMnO}_4 / \text{Fe}} = 0,005588$ г/мл KMnO_4 эритмасидан сарф бўлди. $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ нинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

461. 5 г пергидрол 500 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Шу эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун 0,1142 н KMnO_4 эритмасидан 37,42 мл сарф бўлди. Пергидрол таркибидаги водород пероксидининг H_2O_2 фоиз миқдорини ҳисобланг.

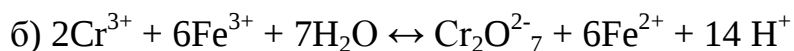
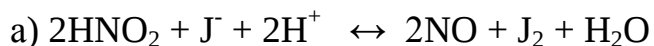
462. 25,00 мл CaCl_2 эритмасига 40,00 мл 0,10005 н аммоний оксалат $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ қўшилди. Чўкма филтрланиб музли сув билан ювилди. Филтрат (ортиқча $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 15,00 мл 0,0200 ли KMnO_4 эритмаси билан титрланди. CaCl_2 нинг массасини ҳисобланг.

463. I^- ионни билан Fe^{3+} ионни таъсирлашиб I_2 ва Fe^{2+} ионларини ҳосил қилиш реакциясининг мувозанат доимийлигини ҳисобланг.

464. 20°C ҳароратда $2\text{HNO}_2 + \text{I}^- + 2\text{H}^+ \leftrightarrow 2\text{NO} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ реакциянинг мувозанат доимийлигини ҳисобланг.

465. Йоднинг водород сульфид H_2S билан таъсирлашиш реакциясининг мувозанат доимийлигини ҳисобланг.

466. Қуйидаги реакцияларнинг мувозанат доимийлиги ҳисобланг:



467. Эритма муҳитининг $\text{pH} = 7,8$ бўлган реакция:

$\text{HAsO}_2 + \text{J}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{J}^- + 2\text{H}^+$ учун мувозанат доимийлигини ҳисобланг.

468. 0,8432 г Na_2S сақлаган 200 мл эритманинг, 20,00 мл ни тирлашда 14,42 мл 0,1 н йод эритмасидан сарф бўлган. Na_2S нинг % миқдорини ҳисобланг.

469. 3,7900 г FeCl_3 сақлаган 250 мл эритманинг, 25 мл га кислотали муҳитда КJ қўшилди. Ажралиб чиққан йод 32,10 мл 0,1 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмаси билан титрланди. FeCl_3 нинг % миқдорини ҳисобланг.

470. 500 мл 0,02 м эритмасида неча гр $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ борлигини ва эритманинг йод бўйича титрини ҳисобланг.

471. 10 мл йод эритмасини титрлаш учун 13 мл 0,0266 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмаси сарфланди. Йод эритмасининг нормаллигини ва $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ бўйича титрини ҳисобланг.

472. 0,1125 г кимёвий тоза мис эритилиб КJ билан ишланди. Ажралиб чиққан йодни титрлаш учун $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг 0,02 н эритмасидан 18,99 мл сарф бўлди. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасининг титрини, мис ва йод бўйича ҳисобланг.

473. 25 мл хлорли сувни КJ билан ўзаро таъсири натижасида ажралиб чиққан йодни титрлаш учун натрийтиосульфатнинг 0,1100 н эритмасидан 20,10 мл сарфланган бўлса, хлорли сувнинг 1 л да неча гр хлор борлигини ҳисобланг.

474. 0,3878 г Na_2SO_3 сақлаган эритмага 50,00 мл йод эритмасидан қўшилган. Ортиқча йодин Na_2SO_3 билан титрлаганда 25,40 мл сарф бўлган ($T_{\text{J}} = 0,01245$ г/мл, $T_{\text{Na}_2\text{SO}_3} = 0,02502$ г/мл). $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ нинг процент миқдорини топинг.

475. 25,00 мл CuSO_4 итмасини титрлаш учун 0,05 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмасидан 18,60 мл сарф бўлди. 100 мл CuSO_4 эритмасидаги CuSO_4 миқдорини (г) ҳисобланг.

476. 0,1382 хром оксиди сувга эритилиб, калий йодид ва хлорид кислота қўшилди. Ажралиб чиққан йод титри $T_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,02510$ г/мл бўлган 35,62 мл натрий сульфат эритмаси билан титрланди. Намунадаги CrO_3 ни фоиз миқдорини ҳисобланг.

477. 250 мл ли ўлчов колбасига қўрғошин тузидан тортиб олиб эритилди. Шу эритманинг 25,00 мл га KCrO_4 билан ишлов берилди. Олинган PbCrO_4 чўкмаси филтрланиб, ювилиб, HCl да эритилди, эритмага KJ қўшилди, ажралиб чиққан йод 0,1002 н 31,52 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмаси билан титрланди. Қўрғошинни моляр концентрациясини аниқланг.

478. 0,9978 г мис рудаси таркибидаги мис(II) ионлари билан KJ орасидаги реакция натижасида ажралиб чиққан йод 12,12 мл 0,1006 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ эритмаси билан титрланди. Руда таркибидаги мисни фоиз миқдорини ҳисобланг.

479. 1,200 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 250 мл ҳажм колбада эритилди. Шу эритманинг 25,00 мл га KJ ва HCl эритмасидан қўшилди. Ажралиб чиққан йодни титрлаш учун 22,86 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ сарфланди. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ни нормал концентрацияси ва йод бўйича титрини ҳисобланг.

480. Кислота билан ишлов берилган 20,00 мл водород сульфид эритмасига 0,1200 н 50 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ қўшилди. Ортиқча йод $K = 0,9522$ бўлган 0,1 н 30,00 мл $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ билан титрланди. Водород сульфиднинг фоиз концентрациясини ҳисобланг.

481. Қуйидаги оксидланиш-қайтарилиш системаларининг титрлашнинг эквивалент нуқтада оксидланиш-қайтарилиш потенциалларини ҳисобланг ва титрлашда қандай индикаторлар ишлатилиши мумкинлигини асослаб беринг.

0,1 н FeSO_4 ни 0,1 н KMnO_4 эритмаси билан $[\text{H}^+] = 0,1$ г-моль/л бўлганда.

482*. 0,1 н H_3AsO_3 ни 0,1 н KMnO_4 билан $\text{pH} = 2$.

483*. 0,02 н $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ни 0,02 н I^- эритмаси билан

484*. 0,1 н FeSO_4 ни 0,1 н NH_4NO_3 эритмаси билан $[\text{H}^+] = 0,001$

г-ион/л

485*. 0,1 н SnCl_2 ни 0,1 н NaVO_3 эритмаси билан $[\text{H}^+] = 0,051$ г- моль/л

486*. 0,02 H_2S ни 0,02 н NaClO эритмаси билан $[\text{H}^+] = 0,2$ г- моль/л

487*. 0,01 н NaNO_2 ни 0,01 н KMnO_4 эритмаси билан $\text{pH} = 2$

488*. H_2O_2 ни KMnO_4 эритмаси билан $\text{pH} = 2$

489*. 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ни 0,1 н KMnO_4 эритмаси билан $\text{pH} = 2$

490*. 0,1 н FeSO_4 ни 0,1 н $\text{Ce}(\text{SO}_4)_3$ эритмаси билан $\text{pH} = 3$ бўлганда.

2.4. Чўктириш ва комплекс ҳосил қилиш усуллари

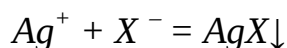
2.4.1. Чўктириш усулининг моҳияти

Ҳажмий анализда ҳам айрим қийин эрийдиган бирикмалар ҳосил бўладиган реакциялардан фойдаланилади. Тортма анализдан фарқли бундаги чўктириш реакциялар бир қатор талабларга жавоб бериши керак: чўктирувчини эквивалент миқдорда ишлатиш, эримайдиган чўкмани ишлатиш, эримайдиган чўкмани тезда ҳосил бўлиши, титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш осон бўлиши керак.

Ҳажмий анализни чўктириш усулининг тортма анализдан асосий фарқи чўкмани ҳосил бўлиш учун титрлашда сарф бўлган стандарт эритмани ҳажми билан баҳоланади. Чўктирувчи эритма сифатига кўра кумуш нитрат AgNO_3 - аргенометрик бир валентли симоб нитрат $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ - меркурометрик, икки валентли симоб нитрат $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ – меркуриметрик усулларга бўлинади.

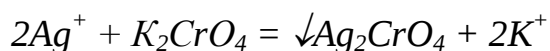
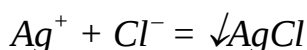
2.4.2. Аргентометрик (Мор) усул

Булардан энг аҳамиятлиси аргентометрик (Мор) усули ҳисобланади. Мор усули кумуш ионларининг галоген ионлари билан таъсирлашиб чўкма ҳосил бўлишига асосланган.

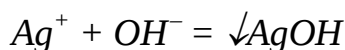


бу ерда: X^- билан Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- ва бошқа анионлар кўрсатилган.

$AgNO_3$ ва $NaCl$ ишчи эритма, K_2CrO_4 эритмаси эса индикатор сифатида ишлатилади. Айниқса, Мор усули билан хлорид ва бромидларни миқдорини аниқлаш қулай. Хлорид (ёки бромид) эритмасига 1-2 томчи K_2CrO_4 эритмаси қўшиб, $AgNO_3$ нинг стандарт эритмаси билан титрланганда, эквивалент нукта яқинида эритмадаги Cl^- (ёки Br^-) ионларининг деярли ҳаммаси $AgCl$ (ёки $AgBr$) ҳолида чўкканидан кейин эритмадаги ортиқча томизилган $AgNO_3$ билан K_2CrO_4 қизил рангли Ag_2CrO_4 чўкмасини ҳосил қилади. Реакция тенгламаси:



Мор усули билан титрлаш фақат нейтраль муҳитда олиб борилади. Кислотали муҳитда Ag_2CrO_4 эриб эквивалент нуктани аниқлаш қийин бўлади. Ишқорий муҳитда эса Ag^+ ионни OH^- иони билан таъсирлашиб $AgOH$ ҳосил бўлиб, Ag_2O га парчаланади:

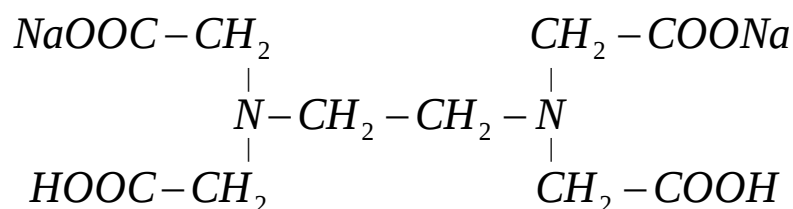


Бу усул йодид, роданид ионларини титрлашда қўлланилмайди, чунки кумуш йодид ва роданид K_2CrO_4 ни кучли адсорбциялайди, натижада эквивалент нуктани аниқлаб бўлмайди.

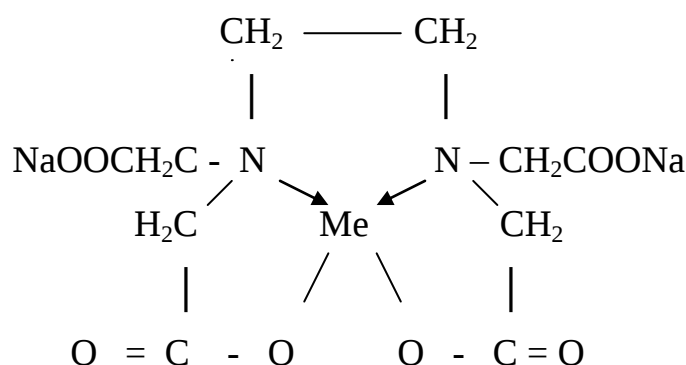
2.4.3. Комплексонометрик усул

Метал катионларини органик реагентлар – комплексонлар билан комплекс бирикмалар ҳосил қилиш реакциясига асосланган усулига комплексонометрик усул дейилади.

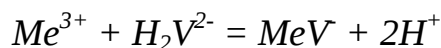
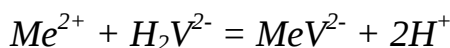
Ишчи эритма сифатида этилендиаминтетрасирка кислота (ЭДТА) ва унинг тузи – этилендиаминтетрасирка кислотанинг икки натрийли тузи (Трилон-Б) ёки (комплексон-III) ишлатилади. Унинг формуласи:



"Трилон-Б" бошқа комплексонлар каби турли металллар билан сувда эрийдиган анча барқарор ички комплекс бирикмалар ҳосил қилади. Бу вақтида металл - ионлари карбоксил гуруҳ (-COOH) даги водород атомлари ўрнини эгаллаши ва шу билан бир қаторда азот атомлари билан координацион боғ орқали бирикади:



ҳолда қуйидагича ёзиш мумкин



Реакция тенгламасидан кўринаяптики реакция натижасида эритмада H^+ ионлари тўпланади. Комплекс бирикма муҳит $\text{pH}=8-10$ бўлганда барқарор бўлади. Шунинг учун металл тузларини "Трилон-Б" билан титрлаш аммиакли буфер эритма иштирокида олиб борилади.

Комплексонометрик титрлашда эквивалент нуқтани аниқлаш учун органик бўёқлар: тўқ-кўк кислотали хром, қора эриохром Т, хромоген ЕТ-100, мурексид ва бошқалар ишлатилади. Бу индикаторлар металл ионлари билан титрант - комплексонлар ҳосил қиладиган комплекс бирикмаларга нисбатан беқарорроқ (жуда кам барқарор) рангли комплекс бирикмалар ҳосил қилади.

Шунинг учун ҳам бу индикаторлар металл-индикаторлар дейилади.

Масалаларни ечишга доир намуналар

1-масала. 0,2130 г KCl булган эритмага 0,1 н 30,00 мл кумуш нитрат ($K = 1,060$ тузатгич коэффициент) қўшилди. Колбага K_2CrO_4 қўшилганда қанақа ранг ҳосил бўлади.

Берилган.

$$Q_{KCl} = 0,2130 \text{ г}$$

$$V_{AqNO_3} = 30,00 \text{ мл}$$

$$N_{AqNO_3} = 0,1 \text{ н}$$

$$K_{AqNO_3} = 1,060$$

$$n_{KCl} - ?$$

$$n_{AqNO_3} - ?$$

Ечиш:

$$n_{KCl} = \frac{Q_{KCl}}{\mathcal{E}_{KCl}} = \frac{0,2130}{74,56} = 0,002857 \text{ экв}$$

$$n_{AqNO_3} = \frac{N_{AqNO_3} * K_{AqNO_3} * V_{AqNO_3}}{1000} = \frac{0,1 * 1,06 * 30}{1000} = 0,00318 \text{ экв}$$

$n_{AqNO_3} > n_{KCl}$ - эритма қизил-ғишт ранга киради.

2-масала. 55 мл сувни титрлаш учун 0,555 н «Трилон Б» эритмасидан 4 мл сарфланди. Сувнинг қаттиқлигини ҳисобланг.

Берилган.

$$V_{H_2O} = 55 \text{ мл}$$

$$N_{Т.Б} = 0,555 \text{ н}$$

$$V_{Т.Б} = 4 \text{ мл}$$

$$K - ?$$

Ечиш: Сувнинг қаттиқлиги қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$K = \frac{N_{Т.Б.} * V_{Т.Б.} * 1000}{V_{H_2O}} = \frac{0,555 * 4 * 1000}{55} = 4,36 \text{ мг - экв / л}$$

Назорат саволлари

1. Ҳажмий анализни чўктириш усулининг моҳиятини тушунтиринг.
2. Чўктириш усулининг қандай турларини биласиз?
3. Ҳажмий анализнинг чўктириш усули билан ишлаганда қандай шартларга риоя қилиш керак.
4. Хлоридларни AgNO_3 билан индикаторсиз титрлашнинг моҳияти нимада?
5. а) Мор, б) фольгард усуллари билан титрлашдаги индикатор хатосини сабабини тушунтиринг.
6. Мор усули қандай шароитда қўлланилади? Бу усул билан аниқлашда қайси ионлар ҳалақит беради?
7. Мор ва фольгард усули билан галогенларни аниқлашдаги афзаллик ва камчиликларни таққосланг.
8. Меркуриметрия усулининг моҳияти нимада? Қандай ишчи эритмалар ва индикаторлар ишлатилади? Тегишли реакция тенгламаларини ёзинг.
9. Меркурометрия ва аргентометрия усулидаги афзаллик ва камчиликларни таққосланг.
10. $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ нинг ишчи эритмаси қандай тайёрланади ва нормаллиги қандай аниқланади? Тайёрланган эритма қандай шароитда сақланади?
11. Меркурометрия усули билан қандай моддалар аниқланади?
12. Чўктириш усулида эквивалент нуқта қандай аниқланади.
13. Чўктириш усулида қандай индикаторлар ишлатилади?
14. Комплексонометрик титрлаш усулининг моҳияти нимада?
15. Комплексонлар нима?
16. Комплексонометрик титрлашда эквивалент нуқта қандай аниқланади?
17. Металл – индикаторлар нима?
18. Нима учун комплексонометрик титрлаш аммиакли буфер эритма иштирокида олиб борилади.

Мустақил ечиш учун масалалар

491. 25,00 мл 0,05 н $AgNO_3$ эритмаси билан неча гр $NaOH$ реакцияга киришади.

492. 46,16 мл $AgNO_3$ эритмасини титрлаш учун, титри 0,005000 г/мл тенг бўлган 25,00 $NaCl$ сарф бўлди. $AgNO_3$ титри ва нормалигини ҳисобланг

493. 25,00 мл KJ ни титрлаш учун 0,1050 н 34,00 мл $AgNO_3$ эритмаси сарф бўлди. 250 мл KJ эритмасида неча гр KJ борлигини ҳисобланг.

494. а) 15 мл 0,08888 н $NaCl$, б) 51 мл 0,1111 н KBr эритмаларини титрлаш учун 0,1000 н $AgNO_3$ эритмасидан неча мл сарфланишини ҳисобланг.

495. 0,7315 г $NaCl$ эритиб 250 мл стандарт эритма тайёрланди. Тайёрланган стандарт эритманинг 25 мл ни титрлаш учун 27,85 мл $AqNO_3$ сарф бўлди. $AqNO_3$ ни нормаллигини ва титрини ҳисобланг.

496. Таркибида 6,50 г/л KCl сақлаган 12,00 мл эритмани титрлаш учун 0,1000 н $AqNO_3$ эритмасидан неча мл керак бўлади.

497. Таркибида 28,0 % хлор бўлган 0,2734 г намунани титрлаш учун 0,0500 н $Hg(NO_3)_2$ эритмасидан қанча ҳажм керак?

498. 0,1000 н ли $AqNO_3$ эритмасидан 4 л 0,0500 н эритма тайёрлаш учун қанча сув олиш кераклигини ва эритманинг титрини ҳисобланг.

499. 0,0250 н н ли 250 мл кумуш нитрат эритмасини тайёрлаш учун таркибида 3,98 % кумуш сақлаган аралашмасидан неча грамм олинади?

500. 0,1052 г кимёвий тоза $NaCl$ сақлаган 20 мл эритмани титрлаш учун 0,0500 н ли $AqNO_3$ эритмасидан неча мл сарф бўлади?

501. Таркибида хлор иони бўлган эритмага титри $T_{AqNO_3 / Cl} = 0,00179$ г/мл 25 мл 0,05 н $AqNO_3$ қўшилди. $AqNO_3$ нинг ортиқча миқдорини титрлаш учун 10 мл 0,05 н $KSCN$ эритмасидан сарф бўлди. Титрланаётган эритмадаги хлорнинг миқдорини ҳисобланг.

502. 0,9320 г сильвинит 250 мл сувга эритилди. Эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун 21,30 мл 0,0514 н $AqNO_3$ эритмаси сарф бўлди. Сильвинит таркибидаги KCl нинг миқдорини ҳисобланг.

503. 1,1820 г NaCl тузидан 250 мл эритма тайёрланди. Шу эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун $T_{\text{AqNO}_3} = 0,0176$ г/мл бўлган AqNO₃ эритмасидан неча мл сарф бўлади?

504. Тоза NaCl тузидан 3,00 г намуна олиб 500 мл эритма тайёрланди. Тайёрланган эритмани 20,00 мл га 0,1000 н AqNO₃ эритмаси қўшилди. Ортиқча AqNO₃ эритмасини титрлаш учун 25,00 мл 0,0500 н NH₄SCN эритмасидан сарф бўлди. 20,00 мл эритма таркибидаги хлор ионларини чўктириш учун неча мл AqNO₃ сарф бўлган?

505. KCl тузидан 3,0360 г намуна олиб 500 мл сиғимли ўлчов колбасида эритилган. Тайёрланган эритманинг 25,00 мл га 0,0847 н ли AqNO₃ эритмасидан 50,00 мл қўшиб аралаштирилган. Ортиб қолган AqNO₃ эритмасини титрлаш учун NH₄SCN эритмасидан ($T_{\text{NH}_4\text{SCN}/\text{Aq}} = 0,001165$ г/мл) 20,68 мл сарф бўлган. Намуна таркибидаги KCl % миқдорини ҳисобланг.

506. 1,5 л 0,02 н эритма тайёрлаш учун "Трилон Б" дан неча гр олиш керак?

507. 20,00 мл "Трилон Б" эритмасини титрлаш учун 0,1120 н ZnSO₄ эритмасидан 19,50 мл сарфланди. "Трилон Б" эритмасининг нормаллиги ва титрини ҳисобланг.

508. 25 мл Трилон Б эритмасини титрлаш учун 0,2110 н Рух сульфат эритмасидан 25,35 мл сарфланди. Трилон Б эритмасининг нормаллигини ва титрини ҳисобланг.

509. 10,00 мл Трилон Б эритмасини титрлаш учун 0,1120 н Рух сульфат эритмасидан 19,50 мл сарфланди. Трилон Б эритмасининг нормаллиги ва титрини ҳисобланг.

510. 2,3250 г қуритилган CaCl₂ 200 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 20,00 мл ни титрлаш учун 26,47 мл Трилон Б эритмаси сарф бўлди. Трилон Б эритмасини кальций бўйича титри ва нормал концентрациясини ҳисобланг.

511. 3,1230 г қуритилган Рух сульфат 150 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 15,00 мл ни титрлаш учун 16,73 мл

Трилон Б эритмаси сарфланса, комплексоннинг нормал концентрациясини аниқланг.

512. 0,02 мл 250 мл Трилон Б эритмасини титрини аниқлаш учун неча грамм $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ керак бўлади.

513. 1,3250 г қуритилган CaCO_3 250 мл ли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 25,00 мл ни титрлаш учун 26,47 мл «Трилон Б» эритмаси сарф бўлди. «Трилон Б» эритмасини кальций бўйича титрини ва нормал концентрациясини ҳисобланг.

514. 100 мл сув «қора хромаген Т» индикатори Кўк рангга киргунча 0,1012 н 19,20 мл «Трилон Б» эритмаси билан титрланди. Магнийнинг сувдаги концентрациясини мг экв/л-да ҳисобланг.

515. Таркибида Mg бўлган алюминий қотишмасидан 0,5000 г олиб эритилди. Эритмадаги халақит берадиган ионлар йўқотилиб, эритмани 20,00 мл ни титрлаш учун 12,06 мл 0,01000 н «Трилон Б» эритмасидан сарф бўлди. Алюминий қотишмаси таркибидаги Mg ни фоиз миқдорини ҳисобланг.

516. Таркибида Mn бўлган мис қотишмасидан 0,2062 г намуна олиб эритилди. Эритма таркибидаги халақит берадиган ионлар йўқотилди. Эритмадаги марганец ионини титрлаш учун 15,42 мл 0,0500 н «Трилон Б» эритмасидан сарф бўлди. Қотишмаси таркибидаги Mn ни фоиз миқдорини ҳисобланг.

517. Таркибида 20 % Al_2O_3 бўлган силикат қайта ишланиб, 10 мл 0,1000 н Трилон Б билан титрланди. Анализ қилиш учун қанча миқдорда силикат олинганлигини ҳисобланг.

518. Таркибида рух бўлган 0,900032 г рудадан тайёрланган эритмани тайёрлаш учун 0,1015 н 19,51 мл Трилон Б эритмасидан сарф бўлди. Руда тартибидаги рухни фоиз миқдорда ҳисобланг.

519. Таркибида рух бўлган 1 г қотишманинг эритмасини титрлаш учун 26,03 мл 0,0222 н Трилон Б эритмасидан сарф бўлган. Қотишма таркибидаги рухнинг фоиз миқдорини ҳисобланг.

520. 200 мл сувни титрлаш учун, $T = 0,009304$ г/мл бўлган Трилон Б эритмасидан 18,75 мл сарф бўлса, сувнинг умумий қаттиқлигини (мг-экв/л) ҳисобланг.

521. 200 мл сув «қора хромоген-Т» индикатори кўк ранга киргунча 0,1012 н 19,50 мл Трилон Б эритмаси билан титрланди. Кальцийнинг сувдаги концентрациясини мг-экв/л-да ҳисобланг.

522. Агар 250 мл сувда 5,60 мг-ион Ca^{2+} ва 2,50 мг-ион Mg^{2+} ионлари эриган бўлса, сувнинг умумий қаттиқлигини (мг-экв/л) ҳисобланг.

523. 55 мл сувни титрлаш учун 0,5550 н «Трилон Б» эритмасидан 4,1 мл сарфланди. Сувнинг қаттиқлигини ҳисобланг.

524. Сувнинг қаттиқлиги 9 моль/л га тенг. Шу сувнинг 88 мл ни титрлаш учун 0,0555 н «Трилон Б» эритмасидан неча мл сарфланади?

525. 5 мл сут таркибидаги кальций тузлари миқдорини аниқлаш учун 0,0555 н «Трилон Б» 0,65 мл эритмаси сарфланди. Сут таркибидаги кальций тузларининг фоиз миқдорини ҳисобланг.

526. Сут таркибидаги магний тузларини миқдорини аниқлаш учун 0,05550 н «Трилон Б» эритмасидан 0,881 мл сарфланди. Сут таркибидаги магний тузларининг фоиз миқдорини ҳисобланг.

527. 100 мл сув «қора хромоген Т» индикатори кўк ранга киргунча 0,2344 н 10,50 мл «Трилон Б» эритмаси билан титрланди. Магнийнинг сувдаги концентрациясини мг-экв/л-да ҳисобланг.

528. 45 мл сувни титрлаш учун 0,2000 н ли «Трилон Б» эритмасидан 6 мл сарфланди. Сувнинг қаттиқлигини ҳисобланг.

529. Сувнинг қаттиқлиги 6 моль/л га тенг. Шу сувнинг 60 мл ни титрлаш учун 0,3000 н ли (К-0,989) Трилон Б эритмасидан қанча сарфланади?

530. 200 мл сувни титрлаш учун , $T = 0,009304$ г/мл бўлган Трилон Б эритмасидан 18,75 мл сарф бўлган. Сувнинг умумий қаттиқлигини (мг-экв/л) ҳисобланг.

531. 200 мл сув қора хромаген Т индикатори билан кўк ранга киргунча 0,1012 н 19,50 мл Трилон Б эритмаси билан титрланди. Кальцийнинг сувдаги концентрациясини мг-экв/л-да ҳисобланг.

532. Агар 250 мл сувда 5,60 мг-ион Mg^{2+} ва 2,50 мг-ионларини эриган бўлса, сувнинг умумий қаттиқлигини (мг-экв/л) да ҳисобланг.

533. 100 мл сувни титрлаш учун 0,1022 н Трилон Б эритмасидан 25,20 мл сарфланди. Сувнинг умумий қаттиқлигини аниқланг.

534. Сувнинг қаттиқлиги 7 мэкв/л га тенг. Шу сувнинг 60 мл ни титрлаш учун 0,0500 н Трилон Б эритмасидан неча мл сарфланади.

III БЎЛИМ. ФИЗИК-КИМЁВИЙ АНАЛИЗ УСУЛЛАРИ

3.1. Анализ усуллариининг тавсифи

Ҳар қандай анализ усуллари, сезгирлиги, очилиш оралиғи, натижаларнинг қайта такрорланиши (воспроизводимость) ва аниқлиги билан характерланади.

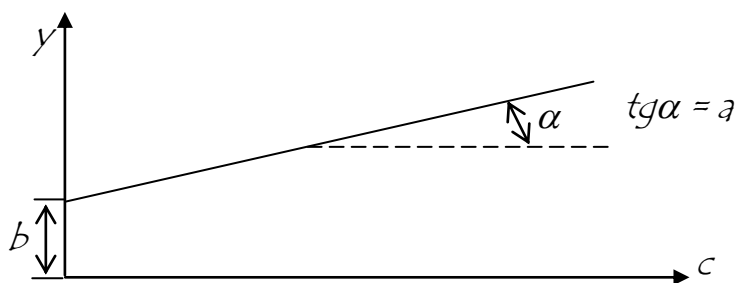
1. Анализ усуллариининг Сезгирлиги - концентрация ўзгариши билан ўлчанадиган кўрсаткичнинг ўзгариши демакдир. Сезгирлик миқдорий жиҳатдан сезгирлик коэффиценти билан баҳоланади.

$$S = \frac{dy}{dc} \quad \text{ёки} \quad S = \frac{\delta y}{\delta c}$$

$$S - y = f(c)$$

Функция бўлиб, тажрибада (y) нинг (c) га боғлиқлиги қуйидаги тенглама билан ифодаланади. $y = ac + b$

бунда, a -сезгирлик коэффиценти, b -анализ қилинадиган компонент бўлмагандаги ($c=0$) y нинг қиймати b нинг қиймати графикдан топилади. (1-чизма)



1-чизма. Даражалаш графиги.

Бу тўғри чизик даражалаш графиги дейилади.

2. Анализ натижаларининг қайта такрорланувчанлиги (воспроизводимость)-тасодифий хатоларни ифодаладиган ва такрорий параллел ўлчашлардаги четланишлар даражасини кўрсатадиган катталиқ. Анализ натижаларининг қайта такрорланиш мезони бўлиб ҳар бир аниқлаш натижаси билан ўртача арифметик натижа ўртасидаги фарқдир.

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + y_3 \dots + y_n}{n} \quad (1)$$

$$y_n = (y_n - \bar{y}) (2)$$

n – ўлчашлар сони

y_n нинг қиймати қанча кичик бўлса, аниқлаш шунчалик аниқ бажарилган бўлади ва тажрибада тасодифий хатоларга шунча кам йўл қўйилган бўлади. Стандарт четланиш, дисперсия, вариация коэффициентлари ҳам тасодифий хатоларни характерлайди.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{n=1} (y_1 - \bar{y})^2}{n - 1}} \quad - \text{стандарт четланиш (3)}$$

$$V = S^2 \quad - \text{дисперсия (4)}$$

$$S_y = \frac{S}{\bar{y}} \quad - \text{нисбий стандарт четланиш (5)}$$

Ҳозирги кунда анализ натижаларининг қайта такрорланишини ҳисоблаш учун, махсус дастурлар асосида ЭХМ - лардан фойдаланилади.

3. Анализнинг қуйи чегараси $C_{мин}$ - маълум шароитда топилиши мумкин бўлган модданинг энг кам миқдори

$$C_{мин} = \frac{y_{мин} - \bar{y}_{синов}}{S} (6)$$

y - берилган намунада ўлчаниши мумкин бўлган катталиكنинг энг кичик қиймати.

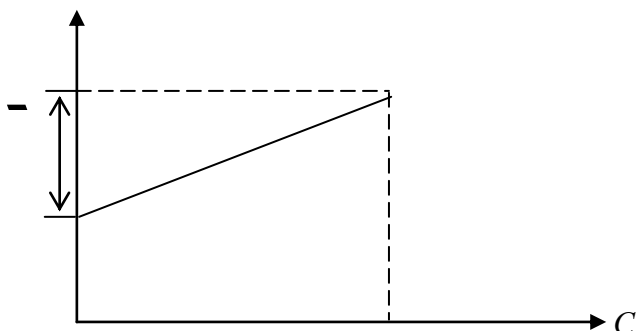
$\bar{y}_{синов}$ - катталиكنинг холис тажрибадаги ўртача қиймати.

S - сезгирлик коэффициенти.

$y_{мин}$ - баҳолаш учун статистик мезон k дан (ишончилилик эҳтимоллигини ифодалайдиган коэффициент) ва S холис тажрибадаги стандарт четланишдан фойдаланилади.

$$y_{мин} = \bar{y}_{синов} + kS (7)$$

$K=2,3 \dots$ (қўпинча 3). Агар k нинг қиймати қанча катта бўлса, очилиш чегараси (аналитик сигнал) шунча катта бўлади.



2-чизма. Очилиш чегараси ва энг кичик аналитик сигнал орасидаги боғлиқлик.

Анализнинг қуйи чегарасини баҳолаш учун синов тажрибаларидаги (камида 12 марта тажрибани такрорлаш керак) стандарт четланишини ва сезгирлик коэффициентини ҳисоблаш керак

$$C_{мин} = \frac{\kappa S_{синов}}{S} \quad (8)$$

$n > 20$ ўлчашларда $S \rightarrow \sigma$ шунинг учун очилиш чегарасини баҳолаш учун 2,3 ёки 6 ли мезон қабул қилинган.

4. Аниқлилиқ - олинган натижаларнинг ҳақиқий қийматга яқинлигини характерлайдиган катталиқ. Аниқлилиқ – систематик, индивидуал (шахснинг хатоси) ва услубий хатоларни характерлайди.

Систематик хатоларни камайтириш учун қуйидагилардан фойдаланиш мумкин: 1) Стандарт намуналардан фойдаланиш; 2) тортим массасини танлаш (варьирование); 3) қўшиш усули; 4) анализ натижаларини боғлиқ усул натижалари билан таққослаш. Анализнинг аниқлилиги қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$\varepsilon_{\alpha} = t_{\alpha, f} \cdot \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (9)$$

α - ишончлик (0.95; 0,98; 0,99).

f - эркинлик даражаси

n - ўлчашлар сони

$t_{\alpha f}$ - Стьюдент коэффициенти (1-жадвал 68 бет.)

$\bar{y} \pm \varepsilon_{\alpha}$ ишончлик чегараси топилади.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Пўлат таркибида никелнинг миқдори фоизларда куйидагича аниқланган: 36,20; 36,35; 36,60; 36,36; 36,43; 36,35. Анализ натижаларини математик статистика усули бўйича ишлаб чиқинг ва ишончлик чегарасини ҳисобланг. Ишончлик $\alpha = 0,95$ тенг бўлганда.

Ечиш. 1) Аниқлаш натижаларининг ўрта арифметик қиймати:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{6} = \frac{36,20 + 36,45 + 36,60 + 36,36 + 36,43 + 36,35}{6} = 36,40\%$$

2) n марта ўлчашларнинг ўрта квадратик хатоси:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{(36,20 - 36,40)^2 + (36,35 - 36,40)^2 + (36,43 - 36,40)^2 + (36,60 - 36,40)^2 + (36,45 - 36,40)^2 + (36,36 - 36,40)^2}{6(6-1)}} = 0,05$$

3) Стьюдент коэффициенти 1-жадвалдан фойдаланиб, $n=6$ учун $(n-1=5)t_{\alpha, f}$ нинг қиймати топилади, у 2,57 га тенг.

4) ўлчашнинг аниқлиги:

$$\varepsilon_{\alpha} = t_{\alpha, f} \frac{S}{\sqrt{n}} = t_{\alpha, f} * S_x = 2,57 * 0,05 = 0,13$$

5) Аниқлаш натижаларининг ишончилилик чегараси, яъни аниқланаётган x нинг ҳақиқий қиймати:

$$x = \bar{X} \pm \varepsilon_{\alpha} = 36,40 \pm 0,13$$

Ёки 36,52 - 36,27 % га тўғри келади.

2-масала. H_2SO_4 нинг 0,1295 н стандарт эритмасини NaOH эритмаси билан титрлашда қуйидаги қийматлар олинди (г-экв/л): 0,1274; 0,1278; 0,1280; 0,1275 H_2SO_4 эритмасининг нормаллигини аниқлашда систематик хатога йўл қўйилганми?

Ечиш. 1) Ўртача арифметик қиймат ҳисобланади:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4}{4} = \frac{0,1274 + 0,1278 + 0,1280 + 0,1275}{4} = 0,1274\%$$

2) Аниқлашнинг ўртача квадратик хатоси топилади:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{(0,1274 - 0,1274)^2 + (0,1278 - 0,1274)^2 + (0,1280 - 0,1274)^2 + (0,1275 - 0,1274)^2}{4-1}} = \sqrt{4,333 \cdot 10^{-8}} = 0,0021$$

3) Аниқлашнинг ишончилилик чегараси аниқланади.

$$f = 4 - 1 ; \alpha = 0,95 ; t_{\alpha,f} = 3,18 ; \bar{X} \pm t_{\alpha,f} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$0,1274 \pm 3,18 \frac{0,0021}{\sqrt{3}} = 0,1274 \pm 0,0004$$

H_2SO_4 нинг нормаллигини аниқлашда систематик хатога йўл қўйилмаган.

Назорат саволлари

1. Ўлчашнинг нисбий ва абсолют хатоси нима? Мисоллар келтиринг.
2. Алоҳида ўлчашнинг стандарт четланиши қандай ҳисобланади. Бу катталик нимани характерлайди?
3. Анализ натижалари аниқлигини баҳолаш учун қандай катталиклардан фойдаланиш мумкин?
4. Математик қайта ҳисоблашларда қўпол хатоларни аниқлашнинг қандай усуллари қўлланилади?
5. Анализда систематик, тасодикий ва қўпол хатоларни келиб чиқиш сабаблари нимада?

6. ε_α аниқлик билан берилган ўртача қийматни олиш учун зарур бўлган параллел ўлчашлар сони t - критерий ёрдамида қандай ҳисобланади.

7. Систематик хатоларни аниқлашда ишончлилик чегарасидан қандай фойдаланилади.

8. Вариация коэффиценти нима ва у қайси ҳолларда тасодифий хатоларни характерлашда қўлланилади.

Мустақил ечиш учун масалалар

535. Кальцийнинг торта анализ усул билан аниқланганда CaO нинг намунадаги миқдори қуйидагича (%): 12,86; 12,90; 12,93; 12,84. Кальцийнинг миқдорини аниқлашдаги стандарт четланишни ҳисобланг.

536. Бронза таркибидаги миснинг миқдорини аниқлашда қуйидаги қийматлар олинди (%): 90,04; 90,12; 89,92; 89,92; 89,94; 90,08; 90,02. Бирламчи аниқлашнинг стандарт четланишини ва ўртача қийматнинг ишонч оралиғини ҳисобланг ($\alpha=95$). ($\Delta X=0,68$; $S = 0,078$)

537. Эритмадаги H_2SO_4 концентрациясини аниқлашда қуйидаги қийматлар олинди: 0,1013 н; 0,1012 н; 0,1012 н; 0,01014 н. Бирламчи аниқлашнинг стандарт четланишни ва ўртача қийматнинг ишонч чегарасини ҳисобланг ($\alpha = 95$).

538. Ҳажмий анализ усули билан қотишмадаги қалайни аниқлашда қуйидаги қийматлар олинди (%): 11,95; 12,03; 11,93; 12,04. Шу қийматлардан фойдаланиб стандарт четланишни ва ўртача қийматнинг ишонч оралиғини ҳисобланг.

539. Эритманинг pH қийматини аниқлашда қуйидаги натижалар олинди: 6,48; 6,45; 6,30; 6,55. Шу қийматлардан 6,55 қўпол хато ҳисобланадими ёки йўқми? Жавобингизни Q -функция қиймати орқали асосланг.

540. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ нинг 0,1085 н стандарт эритмасини NaOH эритмаси билан титрлашда қуйидаги қийматлар олинди (г-экв/л): 0,1274; 0,1278;

0,1280; 0,1275. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ эритмасининг нормаллигини аниқлашда систематик хатога йўл қўйилганми?

541. Сув таркибидаги симоб полярографик усулда аниқланганда, стандарт четланиш $S = 1,0 \cdot 10^{-5}$. Ишонч коэффиценти 90 % бўлса, ишонч оралиғи $\pm 2,0 \cdot 10^{-5} \%$ бўлиши учун неча марта ўлчашни такрорлаш керак.

542. 500,00 г KNO_3 20 мг хатолик билан тарозида тортилди ва 100,0 мл ўлчов колбага 0,2 мл хатолик билан эритилди, ҳисобланган эритма концентрациясидаги мутлоқ систематик хато топилсин.

543. Тупрокда калийнинг, % миқдори аниқланди: $8,5 \cdot 10^{-3}$; $10,4 \cdot 10^{-3}$; $7,9 \cdot 10^{-3}$. Олинган натижаларнинг аниқлиги $\pm 10 \%$ бўлиши учун неча марта такрорий тажриба ўтказиш керак.

544. Таркибида 1,47 % Ag бўлган бошланғич намуна анализ қилинганда қуйидаги натижалар олинди(%): 1,31; 1,45; 1,42; 1,32; 1,30. $\alpha=0,95$ бўлганда стандарт четланиш ва ишонч чегарасини ҳисоблаб, аниқлаш усулидаги систематик хатолар тўғрисида хулоса чиқаринг.

545. Қотишмадаги никелнинг миқдори аниқланганда қуйидаги натижалар олинган (%): 6,25 ; 6,15; 6,08; 6,20; 6,02. $\alpha=0,95$ бўлганда, анализнинг тасодифий хатоси ва ишончлик чегаралари топилсин.

546. Бронза, таркибидаги бериллининг миқдори фотометрик аниқланганда қуйидаги натижалар олинди: 2,05; 2,09; 2,12; 2,16; 2,08; 2,06. $\alpha=0,95$ бўлганда, анализнинг ишонч оралиғи топилсин.

547. Алюминий қотишмаси таркибидаги кадмийнинг (%) миқдори полярографик усулда аниқланганда қуйидаги натижалар олинди: 0,73; 0,72; 0,74; 0,71; 0,73. $\alpha=0,95$ бўлганда ўртача қийматнинг оралиғини ҳисобланг.

548. Қотишма таркибидаги рухнинг миқдори спектрофотометрик усулда аниқланганда қуйидаги натижалар олинди (%): 0,43; 0,44; 0,41; 0,42; 0,48. Шу қийматлардан 0,48 қўпол хато ҳисобланадими ёки йўқ? Жавобингизни Q- функция қиймати орқали асосланг.

549. Кокс таркибидаги никелнинг (%) миқдори спектрофотометрик усулда аниқланганда қуйидаги натижалар олинди: 0,084; 0,091; 0,083; 0,090;

0,088; 0,090; 0,089. Бирламчи аниқлашнинг стандарт четланишини ва ўртача қийматнинг ишончлик чегарасини ҳисобланг ($\alpha=0,95$).

550. Руда таркибидаги Fe_2O_3 (%) миқдори аниқланганда қуйидаги қийматлар олинди: 38,71; 38,90; 38,62; 38,74; 38,98. Шу қийматлардан 38,98 қўпол хато ҳисобланадими ёки йўқми? Жавобингизни изоҳланг.

551. Магнийли қотишма таркибидаги мис иодометрик аниқланганда қуйидаги қийматлар олинди (% Cu): 0,17; 0,19; 0,16; 0,15; 0,17. Шу қийматлардан 0,15 қўпол хато ҳисобланадими ёки йўқ. Жавобингизни изоҳланг.

552. Натрий сульфиднинг тозалик даражасини аниқлашда қуйидаги қийматлар олинди: 51,22; 52,90; 20,93; 50,84; 50,45; 51,04. Стандарт четланишни (S) ва ишонч чегарасини ҳисобланг.

553. Калий бихроматнинг тозалик даражасини аниқлашда қуйидаги (%) қийматлар олинди: 88,02; 88,92; 89,92; 89,94; 89,08. Систематик хато ва стандарт четланиш қийматларини топинг.

554. Қотишмадаги сурьмани ҳажмий усул билан аниқлашда қуйидаги қийматлар олинди: 10,95; 11,03; 10,93; 11,04. Сурьманинг миқдорини аниқлашдаги стандарт четланишни ҳисобланг.

555. Формалин эритмасини титриметрик аниқлашда қуйидаги % қийматлар олинди: 48,53; 47,98; 48,14; 47,58; 48,02. Аниқлашнинг ишонч чегараси ва стандарт четланиш қийматини ҳисобланг.

556. 0,1354 н HCl ни KOH эритмаси билан титрлашда қуйидаги қийматлар олинди: 0,2174; 0,2173; 0,2180; 0,2175. HCl нинг нормаллигини аниқлашда систематик хатони ҳисобланг.

557. Эритманинг pH қийматини ҳисоблашда қуйидаги натижалар олинди: 3,35; 3,33; 3,36; 3,29. Олинган натижалар ичида қўпол хато борми?

558. 0,1235 н HF ни NaOH эритмаси билан титрлашда қуйидаги нормали қийматлар олинди (г-экв/л): 0,2120; 0,1215; 0,2118; 0,2123. Аниқлашда систематик хатога йўл қўйилганми?

3.2. Анализнинг потенциометрик усули.

Бу анализ усули электрохимий анализ усуллари асосийларидан биридир. Бу усул эритмага туширилган электродлар (гальваник элементлар) да юзага келадиган потенциаллар фарқи электр юритувчи кучни ўлчаш билан эритмада эриган модда миқдорини (концентрациясини) аниқлашга асосланган.

Эритмалардаги бирор модда миқдорини аниқлаш учун шу модда таркибидаги бирор ион миқдори аниқланади. Аксарият ҳолларда эритмадаги водород иони - H^+ миқдори, баъзи ҳолларда Cl^- , Br^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} , NH_4^+ ...ионларнинг миқдори аниқланади.

Потенциометрик усулнинг қисқача назарий асослари.

Эритмада эриган модда (ион, ионнинг активлиги) миқдори ($C_{ион}$) билан электродларда юзага келадиган потенциал ўртасида ўзаро тўғри боғланиш мавжуд бўлиб, у Нернст формуласи орқали ифодаланади:

$$E = E^0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg C_{ион}$$

Бу ерда:

E - электродда юзага келадиган потенциал, В ёки мВ.

R - универсал газ доимийси, 8,314 кЖ моль/град.

T - абсолют ҳарорат, К.

F - Фарадей сони, 96500 Кл.

n - ионнинг заряди ёки берилган (қабул қилинган) электронлар сони.

E^0 - миқдори аниқланаётган ионнинг стандарт оксидланиш-қайтарилиш потенциали бўлиб, эритмада $C = 1$ моль/л бўлганда электродда юзага келадиган потенциал қиймати. Унинг қиймати маълумотномаларда берилган бўлади. (Жадвал ???)

$$\frac{2,3RT}{nF} = Q \text{ билан белгиланади, (??-жадвал ??? бет.) унинг қиймати}$$

$n=1$, $t=25^\circ C$ бўлганда 0,059 В

$n=2$, $t=25^\circ C$ бўлганда эса , 0,029 В

Ушбу формуладан кўриниб турибдики, электродларда юзага келадиган потенциал эритма билан электроднинг сирт чегарасида электрон алмашинувигагина эмас, балки эритмадаги потенциал аниқловчи ион концентрациясининг ўзгаришига ҳам боғлиқдир. Шунинг учун потенциометрик усулда нейтралланиш, оксидланиш-қайтарилиш, чўкма ҳосил бўлиш ва комплекс ҳосил бўлиш реакцияларидан фойдаланилади.

Нернст формуласига кўра электродларда юзага келадиган потенциалнинг қиймати, потенциал ҳосил қилувчи ионнинг табиатига, ҳароратга, нормал оксидланиш-қайтарилиш потенциали $-E_{окси/кайт}^0$ ҳамда ионнинг концентрациясига $-C_{ион}$ боғлиқ.

Потенциометрик анализ усули тўғри потенциометрия ва потенциометрик титрлашга бўлинади.

Тўғри потенциометрик усули ёрдамида ионларнинг активлигини (рН, рNO₃ ва рК), диссоциация константаси, мувозанат константаси, комплекс бирикмаларнинг барқарорлик константаси, ёмон эрийдиган моддаларнинг эрувчанлик кўпайтмаси каби физик-кимёвий катталикларнинг қийматлари ўлчаниб ҳисобланади.

Потенциометрик титрлаш — аниқланаётган модда миқдorigа эквивалент миқдорда аниқловчи модда (стандарт) эритмасидан қўшилганда электродлар системасида юзага келадиган, потенциаллар айирмасининг кескин ўзгаришига асосланган миқдорий анализ усулидир. Эквивалент нукта яқинида электрокимёвий реакцияларнинг бири иккинчиси билан алмашинади, натижада электрод потенциали ўзгаради. Потенциалнинг кескин ўзгаришига потенциал сакрама ёки титрлашнинг охириги нуктаси (т.о.н) дейилади.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Тўйинган кумуш хлорид эритмасига туширилган кумуш электроднинг потенциали 25°C да водород электродга нисбатан 0,542 В га тенг. Кумуш хлориднинг ЭК си ҳисоблансин.

Ечиш. Кумуш электроднинг потенциали $E = E_0 + 0,059 \lg [Ag^+]$ билан ҳисобланади. Иловадаги 4-жадвалдан кумуш учун $E_{Ag^+|Ag} = 0.800$ В лигини топамиз. Бу қийматларни ўрнига қўйсак.

$$0,542 = 0,800 + 0,059 \lg [Ag^+]$$

$$\lg [Ag^+] = \frac{0,542 - 0,800}{0,059} = -4,373$$

$[Ag^+] = 4,23 \cdot 10^{-5}$ г-ион/л келиб чиқади.

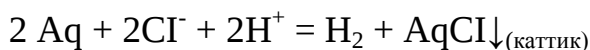
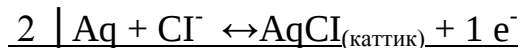
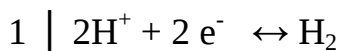
Энди $AgCl$ нинг эрувчанлик кўпайтмасини ҳисоблаймиз:

$$\Delta K_{AgCl} = [Ag^+][Cl^-] = 4,23 \cdot 10^{-5} \cdot 4,23 \cdot 10^{-5} = 1,78 \cdot 10^{-11}$$

2-масала. Қуйидаги гальваник элементда борадиган реакцияни ёзиб, потенциални ҳисобланг.



Ечиш. Тўлиқ элементда борадиган реакция иккита ярим реакцияларнинг йиғиндисидан иборат.



Бундай элементнинг потенциали:

$$E_{элемент} = E_{2H^+/H_2} - E_{AgCl/Ag} \quad \text{ёки} \quad E_{элемент} = E_{2H^+/H_2}^0 + \frac{0,0592}{2} \lg \frac{[H^+]^2}{P_{H_2}}$$

$$E_{AgCl/Ag}^0 + \frac{0,0592}{1} \lg \frac{1}{Cl^-} ; E_{AgCl/Ag}^0 = 0,2220$$

$$E_{элемент} = \frac{0,0592}{2} \lg \frac{(7 \cdot 10^{-3})^2}{0,40} - 0,2220 + \frac{0,0592}{1} \lg \frac{1}{4 \cdot 10^{-2}}$$

$$E_{элемент} = 0,0296 \lg \frac{49 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-1}} - 0,2220 + 0,0592 \lg 0,25 \cdot 10^2 = -0,421 \text{ В}$$

Потенциал манфий бўлганлиги сабабли реакция ўз-ўзича бормади. Реакцияни бориши учун ташқаридан элементга 0,421 В ЭЮК бериш керак.

3-масала. Гальваник занжирнинг ЭЮК 20°C ҳароратда 0,20 В тенг Индикатор электр – хингидрон, таққослаш электрод – 1 н КСІ эритмасидаги кумуш хлорид туширилган эритмани рНини ҳисобланг.

$$\text{Ечиш. } pH = \frac{E^{\circ}_{\text{хингид}} - E_{\text{КХЭ}} - \text{ЭДС}}{Q}$$

$E^{\circ}_{\text{хингид}}$, $E_{\text{КХЭ}}$, $Q = \frac{2,3RT}{nF}$ қийматлари иловадаги 4-жадвалдан олинади.

$$E^{\circ}_{\text{хингид}} = 0,727 \text{ В}$$

$$E_{\text{КХЭ}} = 0,237 \text{ В}$$

$$Q = 0,0581 \text{ В}$$

$$\text{ЭДС} = -0,20 \text{ В}$$

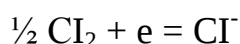
$$t = 20^{\circ}\text{C}$$

рН - ? олинган натижаларни юқоридаги тенгламага қўйиб эритма рНни ҳисобланади:

$$pH = \frac{0,7027 - 0,237 - -0,20}{0,0581} = 4,57$$

4-масала. Газ хлорли электрода – $\text{Cl}^- \mid \text{Cl}_2 \mid \text{Pt}$ борадиган кимёвий реакцияни ва унинг электрод потенциални ҳисоблаш формуласини ёзинг.

Ечиш. Хлорли электрода кимёвий реакция қуйидагича боради.



Нернст тенгламаси хлорли электрод учун қуйидагича ёзилади.

$$E = E^{\circ} - \frac{2,3RT}{F} \lg \frac{a_{\text{Cl}^-}}{P_{\frac{1}{2}} \text{Cl}_2}$$

$P_{\text{Cl}_2} = 1$ - хлор газининг босими

$$E = E^{\circ} - \frac{2,3RT}{F} \lg a_{\text{Cl}^-}$$

5-масала. 200 мл сувда 28 г ZnSO_4 эритилган, эритмага туширилган Рух электроднинг ($t=25^{\circ}\text{C}$) водород электродга нисбатан потенциални ҳисоблансин.

Берилган:

$$t = 25^{\circ}\text{C}$$

$$V = 200 \text{ мл}$$

$$m = 28 \text{ г}$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} - ?$$

Ечиш. 1) Эритманинг моля концентрациясини ҳисобланади:

$$C_m = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot V}; M_{\text{ZnSO}_4} = 161$$

$$C_m = \frac{28 \cdot 1000}{161 \cdot 200} = 0,869 \text{ моль / л}$$

2) Рух электроднинг потенциали Нернст тенгламаси ҳисобланади.

$$E_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}} = E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} + \frac{2,3RT}{nF} \lg [\text{Zn}^{2+}]$$

$$\text{Водород электроднинг потенциали } E_{\text{H}^{+}/\text{H}_2} = 0$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = 0,76 \text{ В}; [\text{Zn}^{2+}] C_m = 0,869 \text{ моль / л}; n = 2; Q = \frac{2,3RT}{F} = 0,059 \text{ В}$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = 0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 0,869 = 0,76 + 0,029 \lg 8,69 \cdot 10^{-1} = 0,76 - 0,029 + 0,0272 = 0,758 \text{ В}$$

6-масала. Мис ионларининг концентрацияси 0,005 моль $t = 25^{\circ}\text{C}$ бўлганда Cu^{2+}/Cu электроднинг потенциал қиймати +0,2712 В. Мис электроднинг стандарт потенциал қийматини ҳисобланг.

Ечиш. Мис электроднинг стандарт потенциал қиймати Нернст тенгламаси асосида ҳисобланади:

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} + \frac{2,3RT}{nF} \lg a_{\text{Cu}^{2+}}$$

$$T = 298 \text{ К}; \frac{2,3RT}{F} = 0,059 \text{ В}; n = 2$$

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} - \frac{0,059}{2} \lg a_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2712 - \frac{0,059}{2} \lg 0,005 = 0,34 \text{ В}$$

7-масала. Чугун таркибида Mn бўлган 1,55 г намуна олиб эритилди. Эритмадаги Mn° дан MnO_4^- гача оксидланади. Олинган эритма 0,1 н FeSO_4

билан потенциометрик титрланиб, қуйидаги натижалар олинди (кислотали мухитда):

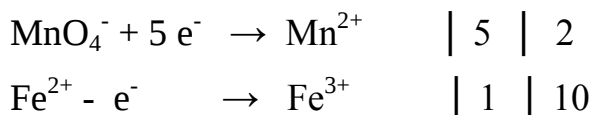
FeSO ₄ (мл)	0	5	10	15	16	17	18	19	20	22	25
E, мВ	810	840	855	860	858	840	560	530	520	510	505

Намуна таркибидаги марганецнинг миқдорини (%) ҳисобланг.

Ечиш. 1) Титрлашда борадиган реакция тенгламани ёзиб марганецни эквиваленти ҳисобланади:



Электрон тенгламаси ёзилади:



$$\mathcal{E}_{\text{Mn}} = \frac{A}{5} = 10,99$$

2) Потенциометрик титрлаш натижалари асосида координаталар системасида $E_{\text{мВ}} - V_{\text{мл}}$ боғлиқлик графиги чизилади.

ГРАФИК

3) Титрлашда сарф бўлган FeSO₄ нинг ҳажми графикдан топилади, у 17,5 мл.

4) 17,5 мл ҳажмдаги FeSO₄ нинг грамм-эквивалент миқдори ҳисобланади:

$$\frac{17,5 * 0,1}{1000} = 1,75 * 10^{-3} \text{ г} - \text{экв.}$$

5) Моддалар эквивалент миқдорда ўзаро реакцияга киришади. Демак, намунадаги марганецнинг миқдори:

$$1,75 * 10^{-3} * 10,99 = 19,23 * 10^{-3} \text{ г} = 0,0192 \text{ г}$$

6) Намуна таркибидаги марганецнинг фоиз миқдори ҳисобланади:

1,55 г - 100 %

0,0192 г - X

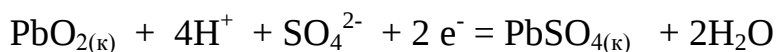
$$X = \frac{0,0192 \cdot 100}{1,55} = 1,28\%$$

Назорат саволлари

1. Потенциометрик анализ усули нимага асосланган.
2. Металл-эритма сиртида потенциал ҳосил бўлишига сабаб нима.
3. Электроднинг потенциал қиймати эритмадаги ионлар активлигига қандай боғлиқ.
4. Стандарт электрод потенциали нима?
5. Кимёвий гальваник элементнинг электр юритувчи кучи (ЭЮК) га қандай омиллар таъсир қилади?
6. ЭЮК нинг қиймати қандай ўлчанади?
7. Индикатор электрод деб нимага айтилади?
8. Водород кўрсаткич нима ва унинг қийматини ўлчашда қандай электродлар ишлатилади?
9. Индикатор водород электродга нисбатан шиша электрод қандай афзалликларга эга.
10. Биринчи тур электродлар учун Нернст тенгламасини ёзинг. Бундай электроднинг қиймати ва ишораси нималарга боғлиқ.

Мустақил ечиш учун масалалар

559. Сувли эритмада борадиган оксидланиш-қайтарилиш реакцияси учун Нернст тенгламасини ёзинг.



560. Сувли эритмаларнинг pH ини ўлчашда индикатор электрод сифатида қандай электродлар ишлатилади.

561. $2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} = \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ реакция борадиган гальваник элементнинг схемасини тузинг.

562. 219. $\text{Co} + 2 [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ реакция борадиган гальваник элементнинг схемасини тузинг.

563. $\text{ClO}_4^- + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ реакция борадиган оксидланиш-кайтарилиш электроди учун Нернст тенгламасини ёзинг.

564. Қуйидаги кимёвий реакция борадиган гальваник элементнинг шартли схемасини келтиринг. $\text{Cu}^{+2} + \text{Fe}^0 \rightarrow \text{Cu}^0 + \text{Fe}^{+2}$

565. Қуйидаги реакция $\text{Cd} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CdSO}_4 + \text{Cu}$ борадиган гальваник элементнинг схемасини ёзинг.

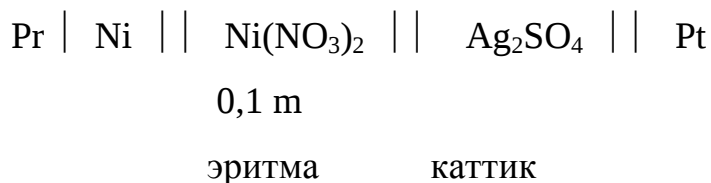
566. Газ хлорли электродда – $\text{Cl}^- / \text{Cl}_2$, Pt борадиган кимёвий реакцияни ва унинг электрод потенциалини ҳисоблаш формуласини ёзинг.

567. Каломель электродда - $\text{KCl}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2 / \text{Hg}$ борадиган кимёвий реакция тенгламасини ва унинг электрод потенциалини ҳисоблаш формуласини ёзинг.

568. $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+} / \text{Pt}$ - электродда борадиган реакция тенгламасини ва унинг электрод потенциалини ҳисоблаш формуласини ёзинг.

569. Pt, $\text{H}_2 / \text{HCl}, \text{AgCl} / \text{Ag}$ гальваник элементда борадиган кимёвий реакция ва унинг ЭЮК-ни ҳисоблаш формуласини ёзинг. Водороднинг босимини бирга тенг деб олинг.

570. Берилган гальваник элементнинг ЭЮК $t = 25^\circ\text{C}$ да 0,250 В



тенг. Берилган эритмадаги ионларнинг активлик коэффиценти топилсин.

571. 200 мл сувда 28 г ZnSO_4 эритилган, эритмага туширилган Рух электроднинг ($t = 25^\circ\text{C}$) водород электродга нисбатан потенциали ҳисоблансин.

572. $\text{Pt}(\text{H}_2)$ I эритма I каломель электрод 1 н. Гальваник элементнинг $t = 30^\circ\text{C}$ да ЭЮК = 0,600 В бўлса эритмадаги $[\text{H}^+]$ ва pH ҳисоблансин.

573. 200 мл HCl эритмасига 3 мл 0,02 н HCl эритмаси қўшилди. Индикатор-хингидрон электроднинг потенциали 220 мВ дан 260 мВ гача ўзгарди. 25°C да HCl нинг эритмалдаги концентрациясини (H^+ -ион\л) ҳисобланг. ($E_{\text{H.К.Э.}} = 0,2816 \text{ В}$)

574. Элемент $\text{Cu} \mid \text{CuSO}_4 \mid 0,1$ н каломель электрод гальваник элементнинг $t = 20^\circ\text{C}$ ЭЮК да 0,250 в га тенг бўлса, эритмадаги $[\text{Cu}^{2+}]$ ҳисоблансин ($E_{\text{H.К.Э.}} = 0,3368 \text{ В}$)

575. 50 мл 0,1 н HCl эритмасига 20 мл 0,2 н аммиак эритмаси қўшилди. Водород электроднинг ($t = 20^\circ\text{C}$) 0,1 н каломель электродга нисбатан потенциали қанчага ўзгаради ($E_{\text{H.К.Э.}} = 0,3368 \text{ В}$)

576. H_2SO_4 эритмасига туширилган водород ва тўйинган каломель электроддан иборат гальваник элементнинг ЭЮК и $t = 25^\circ\text{C}$ да 0,435 В га тенг эритманинг pH ҳисоблансин.

577. 10 г $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 200 мл сувда эритилди. Тайёрланган эритмага туширилган алюминий электроднинг ($t = 25^\circ\text{C}$) 0,1 н каломель электродга нисбатан потенциали ҳисоблансин ($E_{\text{H.К.Э.}} = 0,3365 \text{ В}$)

578. 25°C да хингидрон ва кумуш хлор электродларидан иборат гальваник элементнинг ЭЮК. 254мВга тенг бўлса, нитрат кислотаси эритмасидаги $[\text{H}^+]$ ҳисоблансин.

579. 0,05 н ZnCl_2 эритмасидаги рух электроднинг ($t = 25^\circ\text{C}$) водород электродга нисбатан потенциали ҳисоблансин.

580. Нормал водород электрод ва нормал каломель электродан (НКЭ) тузилган гальваник занжирнинг 30°C да ЭЮК и 624 мВ тенг ($E^\circ_{\text{НКЭ}} = 283 \text{ мВ}$) бўлса, эритманинг pHини ҳисобланг.

581. Қуйидаги гальваник элементнинг ЭЮК и 25°C да 275 мВ, $E^\circ_{\text{хингид}} = 700 \text{ мВ}$; $E^\circ_{\text{Aq/AqCl/Cl}^-} = 202 \text{ мВ}$ бўлса, эритмадаги $[\text{H}^+]$ концентрациясини ҳисобланг.



582. 25°C да 0,2 м КСІ эритмасига туширилган каломель электродни потенциални ҳисобланг. $E^{\circ}_{\text{HKЭ}} = 202 \text{ мВ}$.

583. Стандарт потенциали – 546 мВ бўлган 0,02 м КСІ эритмасига туширилган хлорид таллили электродни потенциални ҳисобланг.

584. Эритмадаги $[\text{H}^+]$ ионлари концентрацияси қанчага тенг бўлганда ХГЭ электродни потенциални НВЭ га нисбатан 426 мВ бўлади. ($E^{\circ}_{\text{ХГЭ}} = 700 \text{ мВ}$).

585. 0,05 м $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ эритмасидаги кадмий электродни потенциални НВЭ нисбатан ўлчанганда қанчага тенг бўлади. ($E^{\circ}_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} = -403 \text{ мВ}$).

586. $\text{pH}=5,7$ бўлган эритмага туширилган ХГЭ нинг 18°C да каломель электродга (0,1 н КЭ) нисбатан потенциални ҳисобланг.

587. 25°C да потенциаллар фарқи 303 мВ бўлган водород электрод ва тўйинган каломель электрод туширилган эритмани рНини ҳисобланг. ($E^{\circ}_{\text{тўйин.КЭ}} = 244 \text{ мВ}$).

588. 18°C да гальваник занжир $\mid \text{Ag} \mid \text{AgNO}_3 \mid \mid$ каломель электрод (0,1 н КЭ) нинг ЭЮК 350 мВ бўлса, эритмадаги AgNO_3 ни концентрациясини (в моль/л да) ҳисобланг. ($E^{\circ}_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 800 \text{ мВ}$).

589. 25 г CuSO_4 150 мл сувда эритилди. Тайёрланган эритмага туширилган мис электроднинг ($t=30^\circ\text{C}$) водород электродга нисбатан потенциални ҳисоблансин.

590. 100 мл НСІ эритмасига, H_2CO_3 сақлаган 1,5 мл 0,01 н НСІ эритмаси қўшилди. Индикатор хингидрон электроднинг потенциални 190 мВ дан 210 мВ га ўзгарди. 25°C да НСІ нинг эритмадаги концентрацияси (г-экв/л) ҳисоблансин.

591. Эритмадаги NaOH нинг миқдорини потенциометрик усулда аниқлаш учун 20,00 мл эритмасидан олиб, 0,02 н НСІ эритмаси билан титрлаганда қуйидаги натижалар олинди:

$V_{\text{HCl, мл}}$	10,00	15,00	17,00	70,50	17,90	18,00	18,10	18,50	19,00
$E_{\text{мВ}}$	382	411	442	457	498	613	679	700	709

Эритмадаги NaOH нинг концентрациясини (г/л) да ҳисобланг.

592. 20,00 мл CaCl_2 эритмаси 0,05000 н $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ эритмаси билан потенциометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди:

$V_{\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2}$	10,00	15,00	17,00	70,50	17,90	18,00	18,10	18,50	19,00
$E_{\text{мВ}}$	382	422	442	457	498	613	679	700	709

Эритмадаги CaCl_2 нинг концентрациясини (г/л) да ҳисобланг.

593. 20,0 мл KCl эритмаси 0,2000 н AgNO_3 эритмаси билан потенциометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди:

$Y_{\text{AgNO}_3, \text{мл}}$	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5
$E_{\text{мВ}}$	307	328	342	370	388	428	517	606	646

KCl нинг эритмадаги миқдорини, г/л да ҳисобланг.

594. Таркибида кумуш бўлган 1,8574 г қотишма, 100,0 мл сиғимли ўлчов колбасида эритилди. Тайёрланган эритманинг 25 мл 0,09250 н NaCl эритмаси билан потенциометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди.

$Y_{\text{NaCl, мл}}$	16,0	18,0	19,0	19,5	19,9	20,0	20,1	20,5	21,0
$E_{\text{мВ}}$	689	670	652	634	594	518	441	401	383

Қотишма таркибидаги кумушнинг % миқдори ҳисоблансин.

595. Таркибида мис бўлган 0,7500 г қотишма 250,0 мл ўлчов колбасида эритилди ва эритманинг 20,00 мл мис бўйича титри $T_{\text{Na}_2\text{CO}_3 / \text{Cu}} = 0,01664 \text{ г/мл}$ тенг бўлган натрий тиосульфат эритмаси билан потенциометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди:

$Y_{\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{мл}}$	1,50	1,90	2,00	2,05	2,08	2,10	2,12	2,15	2,20
$E_{\text{мВ}}$	475	415	424	405	382	305	232	186	162

Е - Y ва E/Y-Y боғлиқликни ифодаловчи потенциометрик титрлаш эгри чизикларини чизиб, қотишма таркибидаги мисни % миқдорини ҳисобланг.

596. Қуйидаги тажриба натижалари асосида $p\text{NO}_3$ электродни даражалаш графикани чизинг.

C_{KNO_3}, M	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$
E, мВ	380	323	268	210	153

$E_x = 252$ мВ бўлса, эритмадаги KNO_3 ни концентрациясини ҳисобланг.

597. Жадвал натижалари асосида E_x 46 мВ бўлганда HCl эритмасидаги ($\alpha=1$) $[\text{H}^+]$ ионлари концентрациясини ҳисобланг.

E, мВ	284	227	146	89	30	$E_x=46$
pH	1,68	2,66	4,01	5,06	6,00	$\text{pH}_x=?$

598. Жадвал натижалардан фойдаланиб, эритмада $[\text{H}^+]=6,5 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л бўлса, электрод потенциалини ҳисобланг.

$C_{\text{K}^+}, \text{г-ион/л}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$
E, мВ	196	128	100	69	40

599. Қуйидаги жадвал асосида $p\text{Na}$ селектив электроднинг даражалаш графикани чизинг. $E_x=22$ мВ ва -22 мВ бўлганда сувли эритмадаги NaCl нинг концентрациясини ҳисобланг.

$C_{\text{NaCl}}, \text{моль/л}$	1	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$
$f_{\pm \text{NaCl}}$	0,657	0,782	0,905	0,964	0,975
pNa	0,180	1,100	2,050	3,020	3,28
E, мВ	166	105	45	-14	-40

600. E - $-Iq_{\text{Ca}^{2+}}$ боғланиш графигидан фойдаланиб, $E_x = 56$ мВ ва -23 мВ бўлса эритмадаги $[\text{Ca}^{2+}]$ ионлари концентрациясини ҳисобланг.

$-Iq_{Ca^{2+}}$	1,54	2,26	3,10	4,03	4,99
$E, мВ$	71	48	24	-6	-34

601. Жадвал натижаларидан фойдаланиб эритмадаги $MqCl_2$ ни концентрациясини моль/лда ҳисобланг. $E_x = 63$ мВ ва 46 мВ.

$C_{MqCl_2}, м$	$1 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$
$E, мВ$	100	84	70	56	40

602. Электродни градиент функцияси икки валентли катионлар учун $Q = 29 \pm 1$ мВ эканлигини билган ҳолда жадвални тўлдилинг.

$C, г-ион/л$	$1 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$
$E_{Ca^{2+}}, мВ$	216					
$E_{Mq^{2+}}, мВ$	192					
$E_{Ni^{2+}}, мВ$	200					

603. KJ ва KCl аралашмаси 0,001 н $AqNO_3$ эритмаси билан потенциометрик титрлашганда қуйидаги натижалар олинди. Эритмадаги галогенидларни миқдорини г-да ҳисобланг.

$V, мл$	5,0	7,5	9,0	9,9	9,98	10,0	11	13	14	14,4	14,6	14,8
$E, мВ$	2	4	18	90	125	150	190	220	250	260	370	390

3.3. Анализнинг кондуктометрик усули

Кондуктометрик анализ усуллари электролит (кислота, асос, туз) эритмаларининг электр ўтказувчанлигини ўлчаш билан эритмада эриган модда миқдорини аниқлашга асосланган бўлиб, токнинг частотасига кўра паст частотали (10^3 Гц) - кондуктометрия ва юқори частотали (10^6 Гц) - юқори частотали титрлашга бўлинади.

Кондуктометрик анализ усулида фойдаланиладиган асосий
формулар

№	Катталикнинг номи	Ифо дала ниши	Ўлчов бирлигини номи		Ҳисоблаш формулар
			СГС сис тема	СИ систе Ма	
1.	Эритма қаршилиги	R	Ом	Ом	$R = \frac{U}{J} = \rho \frac{\ell}{S}$
2.	Ток кучи	J	А(Ампер)	А(Ампер)	$J = \frac{U}{R}$
3.	Ток кучланиши	U	В(Вольт)	В(Вольт)	
4.	Электр ўтказувчанлик	W	Ом ⁻¹	См(Сименс)	$W = \frac{1}{R} = \frac{S}{\rho \ell} = H \frac{S}{\ell}$
5.	Ўтказгич узунлиги	ℓ	см	м	
6.	Ўтказгичнинг кўндаланг кесим юзаси	S	см ²	М ²	
7.	Солиштира қаршилиқ	P	Ом.см	$\frac{M}{\text{Сименс}}$	$\rho = \frac{RS}{\ell} = W \frac{S}{\ell} = \frac{1}{H} = \frac{1}{R} * \frac{S}{\ell}$
8.	Эквивалент электр ўтказувчанлик	λ	см ² /Ом.г- ЭКВ	$\frac{\text{Сименс} * M^2}{\text{кг} - \text{ЭКВ}}$	$\lambda = \frac{H}{a} = \frac{H}{N}$
9.	Эритма концентрацияси	N	$\frac{\text{г} - \text{ЭКВ}}{л}$	$\frac{\text{кг} - \text{ЭКВ}}{M^3}$	
10.		n	г-ЭКВ/см ³		
11.		m	г-моль/см ³		
12.	Эритма ҳажми	V	л = дм ³ мл=см ³	М ³	

1. Электр ўтказувчанлик. Қаршиликка тескари катталиқ-электр ўтказувчанлик дейилади ва қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$W = \frac{1}{R}, \text{ Ом}^{-1}$$

бунда, R - эритманинг қаршилиги, Ом.

W - эритманинг электр ўтказувчанлиги, Ом⁻¹

Эритманинг қаршилиги, (R, Ом) эритмага туширилган электродлар орасидаги масофага ℓ (см) тўғри пропорционал ва электродларнинг сирт юзасига S (см²) тескари пропорционал:

$$R = \rho \frac{\ell}{S}$$

бунда: ρ (Ом, см)-пропорционаллик коэффициентлари ёки аниқроғи ўтказгичнинг солиштира қаршилиги дейилади.

Агар ўтказгичнинг узунлиги $\ell=1$ см ва қўндаланг кесим юзаси $S=1\text{ см}^2$ бўлса, $\rho = R$ бўлади. Демак, солиштира қаршилик 1 см узунликдаги, кесим юзи 1 см² га тенг бўлган ўтказгичнинг қаршилигидир.

2. Солиштира электр ўтказувчанлик. Солиштира қаршиликка тескари қиймат солиштира электр ўтказувчанлик (χ) дейилади ва қуйидаги формула билан ифодаланилади:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \quad (\text{Ом}^{-1}\text{ см}^{-1})$$

Шундай қилиб, солиштира электр ўтказувчанлик деб юзалари 1 см² бўлган ўзаро 1 см масофада жойлашган электродлар орасидаги эритманинг электр ўтказувчанлигига айтилади.

3. Эквивалент электр ўтказувчанлик. Қалинлиги 1 см ва унга туширилган электродларнинг сирт юзаси 1 см² тенг бўлган 1 г-экв электролит сақлаган эритманинг электр ўтказувчанлигига эквивалент электр ўтказувчанлик дейилади ($\lambda, \text{Ом}^{-1} \text{ см}^2 / \text{г-экв}$) ва у қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$\lambda = \chi \frac{1000}{C} ; \quad \lambda = \chi * V$$

бунда, C - электролитнинг концентрацияси, г-экв,

V - 1 г-экв эриган модда сақлаган эритманинг, см^3 даги ҳажми.

Ион (катион, анион) ларнинг 1 сек-да ташиган ток миқдори (кулонда) куйидаги формула билан ҳисобланади:

$$J = \frac{\alpha \cdot C \cdot E}{1000 \cdot l} SF(\nu_+ + \nu_-)$$

бунда, α - электролитнинг диссоциацияланиш даражаси

E - электродлар орасидаги потенциаллар фарқи, В

$\nu_+ + \nu_-$ - потенциал 1 В бўлганда катион ва анионларнинг 1 см масофани ўтишдаги абсолют ҳаракат тезлиги

F - Фарадей сони, 96500 кулон.

Ом қонунига мувофиқ $W = J/E$, бунда электр ўтказувчанлик:

$$W = \frac{\alpha \cdot C \cdot S}{1000 \cdot l} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Умуман, $S = 1\text{см}^2$, $l = 1$ см бўлганда аниқланган электр ўтказувчанлик W , солиштирма электр ўтказувчанликни χ ифодалайди.

$$\chi = \frac{\alpha \cdot C}{1000} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Эквивалент электр ўтказувчанлик $\lambda = \chi \cdot V$, $V=1000/C$ эканлигини билган ҳолда:

$$\lambda = \alpha F(\nu_+ + \nu_-)$$

келиб чиқади.

Ионларнинг абсолют тезлиги жуда кичик бўлганлиги сабабли, F марта катта бўлган қиймат-ионларнинг ҳаракатчанлигидан ($\lambda_+ + \lambda_-$) (5-жадвал) фойдаланамиз:

$$\chi = \frac{\alpha \cdot C}{1000} (\lambda_+ + \lambda_-)$$

$$\lambda = \alpha (\lambda_+ + \lambda_-) \quad \text{ёки} \quad \lambda = \alpha \cdot \lambda^0$$

$\alpha = 1$ бўлганда, $\lambda^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$

Шундай қилиб, (чегара) чексиз суялтирилган эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги суялтирилган эритма (чегара) эквивалент электр

ўтказувчанликларнинг йиғиндисига ёки чексиз суялтирилган эритмадаги катион ва анионлар ҳаракатчанликларнинг йиғиндисига тенг. Бу Кольрауш томонидан таърифланган аддитивлик (ионлар ҳаракатининг мустақиллик) қонуни дейилади.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. 0,01 н КСІ эритмасининг солиштирма қаршилиги 709,22 Ом⁻¹ см тенг бўлса, солиштирма ва эквивалент электр ўтказувчанлик ҳисобланади.

Ечиш: 1) солиштирма электр ўтказувчанликни ҳисоблаймиз:

$$\chi = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{709,22} = 1,41 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$$

2) Эквивалент электр ўтказувчанлик ҳисобланади:

С – г-экв/л-да.

$$\lambda = \chi^* = \frac{\chi}{C} = \frac{1,41 \cdot 10^{-3}}{0,01} = 0,0141 \text{ Ом}^{-1} \text{ л} - \text{экв}^{-1} \text{ м}^2$$

2-масала. 0,1 н сирка кислота эритмасининг қаршилиги 374,18 Ом (t=25°C). Эритмага туширилган параллел электродлар орасидаги масофа 0,3 см, электродларнинг сирт юзаси 1,5 см². Сирка кислота эритмасининг диссоциланиш доимийлиги ва даражасини ҳисобланг. ($\lambda_{CH_3COO}^o = 40,9 \frac{\text{Ом}^{-1} \text{ см}^2}{\text{л} - \text{экв}}$

* $\lambda_{H^+}^o = 349,8 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2 / \text{Г-ЭКВ}$).

Ечиш.

$C_{CH_3COOH} = 0,1 \text{ н}$

$R = 374,18 \text{ Ом}$

$t = 25^\circ \text{C}$

$\ell = 0,3 \text{ см}$

$S = 1,5 \text{ см}^2$

$\lambda_{CH_3COO^-} = 40,9 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2 / \text{Г-ЭКВ}$

$\lambda_{H^+} = 349,8 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2 / \text{Г-ЭКВ}$

K_{CH_3COOH} - ?

α_{CH_3COOH} - ?

Юқоридаги назарий тушунчаларга кўра электролитнинг диссоцияланиш даражаси – α ва диссоциланиш доимийлиги – K_q билан электр ўтказувчанликлар орасида қуйидаги боғланишлар мавжуд:

$$K_q = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}, \text{ ва бунда } \alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}} \text{ эди.}$$

Масаланинг шартида эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлиги – λ номаълум. λ – ни ҳисоблаш учун эса, $\lambda = \frac{\chi * 1000}{C}$ муносабатга мувофиқ, эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлиги – χ – қийматнинг билиши керак. Шунинг учун масалани ечиш учун аввало:

1. Эритманинг солиштирма электр ўтказувчанлигини ҳисобланади:

Маълум $W = \frac{1}{R}$; эди. Бунда $R = \rho \frac{S}{l}$ ва $\chi = \frac{1}{\rho}$ лардан фойдаланиб:

$$\chi = \frac{1}{R} * \frac{l}{S} = \frac{1}{374,18} * \frac{0,3}{1,5} = 5,345 * 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$$

2. Эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлигини ҳисобланади:

$$\lambda = \frac{\chi * 1000}{C} = \frac{5,345 * 10^{-4} * 1000}{0,1} = 5,345 \frac{\text{Ом}^{-1} \text{ см}^2}{\text{г - экв}}$$

3. Чексиз суюлтирилган сирка кислота эритмасининг эквивалент электр ўтказувчанлиги ҳисобланади.

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{H^+}^{\circ} + \lambda_{CH_3COO^-}^{\circ}$$

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{H^+}^{\circ} + \lambda_{CH_3COO^-}^{\circ} = 349,8 + 40,9 = 390,7$$

4. Юқоридаги қийматлардан фойдаланиб:

$\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$ тенгламага кўра α ҳисобланади:

$$\alpha = \frac{5,345}{390,7} = 0,0137$$

5. Ниҳоят, $K = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}$ формулага биноан $K_{\text{дисс}}$ ҳисобланади.

$$K_{\text{дисс}} = \frac{(0,0137)^2 * 0,1}{1 - 0,0137} = 0,00001877 \approx 1,88 * 10^{-5}$$

3-масала. 25 мл NaOH ва NH₄OH нинг 0,1 н эритмасини HCl билан кондуктометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди.

V,мл HCl	0	1	3	4	5	6	8	9	10	11
$\chi_{10^3 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}}$	3,00	2,82	2,00	1,70	1,37	1,48	1,62	1,75	1,95	2,25

Кондуктометрик титрлаш чизиғини чизиб, эритмадаги NaOH ва NH₄OH миқдорини граммларда ҳисобланг.

Ечиш. 1) Кондуктометрик титрлаш натижалари асосида, координата системасининг абсцисса ўқига HCl нинг ҳажмини ордината ўқига эса солиштирама электр ўтказувчанликни қўйиб титрлаш чизиғи чизилади.

ГРАФИК

2) Титрлаш чизиғидан NaOH ва NH₄OH титрлаш учун сарф бўлган HCl нинг ҳажми топилади. Чизиқ силлиқ бўлганлиги сабабли уринма ўтказиб, уринмани ўзаро кесишган нуқталаридан абсцисса ўқига перпендикуляр туширилади. Биринчи NaOH титрланади, иккинчи эса NH₄OH. Демак, NaOH ни титрлаш учун 5 мл, NH₄OH ни титрлаш учун эса 10-5 =5 мл HCl эритмасидан сарф бўлади.

3) Эквивалентлар қонунига асосланиб NaOH ва NH₄OH эритмаларини нормаллигини, титрини ва 1 литрдаги миқдорини граммларда ҳисобланади:

$$\text{а) } V_{\text{HCl}} N_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} N_{\text{NaOH}}$$

$$N_{NaOH} = \frac{V_{HCl} N_{HCl}}{V_{NaOH}} = \frac{5 * 0,1}{25} = 0,02 \text{ э - экв}$$

$$T_{NaOH} = \frac{N * \vartheta}{1000} = \frac{0,02 * 36,5}{1000} = 0,00073 \text{ э / мл}$$

$$Q_{NaOH} = 0,00073 * 1000 = 0,73 \text{ г}$$

$$б) V_{HCl} * N_{HCl} = V_{NH_4OH} * N_{NH_4OH}$$

$$N_{NH_4OH} = \frac{V_{HCl} N_{HCl}}{V_{NH_4OH}} = \frac{5 * 0,1}{25} = 0,02 \text{ э - экв}$$

$$T_{NH_4OH} = \frac{N * \vartheta}{1000} = \frac{0,02 * 35}{1000} = 0,0007 \text{ э / мл}$$

$$Q_{NH_4OH} = 0,0007 * 1000 = 0,7 \text{ г}$$

Назорат саволлари

1. Эритмада электролитларнинг ионларга, диссоциаланиш сабабларини тушунтиринг.
2. Кондуктометрик анализ усулининг моҳиятини тушунтиринг.
3. Солиштира, моляр ва эквивалент электр ўтказувчанликлар орасида қандай боғланишлар бор.
4. Солиштира электр ўтказувчанлик қандай физик маънога эга? Унинг кучли ва кучсиз электролитлар концентрациясига боғлиқлигини тушунтиринг.
5. Электролит эритмаларининг эквивалент электр ўтказувчанлиги қандай физик маънога эга.
6. Нима учун электролит эритмаларининг электр ўтказувчанлигини ўлчашда доимий ток эмас, балки ўзгарувчан ток ишлатилади?
7. Эритма электр ўтказувчанлигини ўлчашда ячейка доимийлигига таъсир қилувчи омилларни кўрсатинг.
8. Эритманинг электр ўтказувчанлигига қандай омиллар таъсир қилади.
9. Бевосита ва билвосита кондуктометрия усуллари орасида қандай фарқ бор. Қайси бир усул кўпроқ танлаш хусусиятига эга. Нима учун?

10. Эквивалент нукта яқиндаги қандай ўзгариш кондуктометрик титрлашни тугатишга сабаб бўлади.

11. Мураккаб аралашмаларни кондуктометрик титрлаш қандай бажарилади. Титрлашдаги эгри чизиқларнинг кўринишига мисоллар келтиринг.

12. Кондуктометрик анализ усулида электродни платиналаш қандай аҳамиятга эга ва у қандай бажарилади?

13. Кондуктометрик титрлаш эгри чизиғи силлиқ (плавный) бўлса, эквивалент нукта қандай аниқланади? Мисоллар билан тушунтиринг.

14. Юқори частотали титрлашда ячейкаларнинг қандай турлари ишлатилади. Изоҳ беринг.

15. Юқори частотали титрлашнинг ўзига хос хусусиятларини кўрсатинг. Кондуктометрик усулга нисбатан қандай афзаллик ва камчиликларга эга?

Мустақил ечиш учун масалалар

604. 0,1 н NaCl эритмасининг эквивалент электр ўтказувчанлиги 79,2 см²/Ом. Эритманинг қаршилиги 50 м бўлиши учун сирт юзаси 5 см² тенг бўлган параллел электродлар орасидаги масофа қанчага тенг бўлиши керак.

605. Ячейка доимийлиги 0,6 см⁻¹ бўлганда 0,01 н KNO₃ эритмасининг қаршилиги 423 Ом. Эритманинг солиштирма ва эквивалент электр ўтказувчанлигини ҳисобланг.

606. Ҳарорат 298 к 0,1 н NH₄OH эритмасининг солиштирма электр ўтказувчанлиги 0,037 Ом⁻¹см⁻¹. Шу эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлигини ва рНни ҳисобланг.

607. 18°С да зичлиги 1,0255 г/см³ 4% ли сульфат кислота эритмасининг солиштирма электр ўтказувчанлиги 0,1675 Ом⁻¹см⁻¹ тенг. Эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлигини ҳисобланг.

608. Диссоциацияланиш доимийлиги $1,76 \cdot 10^{-5}$ тенг бўлган 0,1 н сирка кислота эритмасидаги $[H^+]$ ва эритманинг эквивалент электр ўтказувчанлигини ҳисобланг ($\lambda_{CH_3COOH}^0 = 390,7$).

609. Ячейка доимийлиги $0,4 \text{ см}^{-1}$ бўлганда 0,01 н K_2SO_4 эритмасининг қаршилиги 350 Ом. Эритманинг солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанлигини ҳисобланг.

610. Калий сульфатнинг 0,5 моль. Эритмасининг электр ўтказувчанлиги 25°C ҳароратда 162,7 га тенг бўлса. Шу ҳароратдаги солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанликни ҳисобланг.

611. Солиштира электр ўтказувчанлиги $1,26 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ га тенг бўлган 0,0105 н NH_4OH эритмасининг диссоциацияланиш доимийлиги ҳисобланг.

612. 25°C да эквивалент электр ўтказувчанлиги $48,1 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^2/\text{г-экв}$ бўлган, 0,0015 н CH_3COOH эритмасининг диссоциацияланиш доимийлиги ҳисобланг.

613. Қуйидаги моддалар учун чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлик қиймати берилган бўлса, CH_3COOH нинг чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлиги ҳисоблансин. $HCl - \lambda_\infty = 0,0426$; $CH_3COONa - \lambda_\infty = 0,0091$; $NaCl - \lambda_\infty = 0,0126 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^2/\text{г-экв}$.

614. Қуйидаги моддалар учун чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлик қиймати берилган бўлса, NH_4OH нинг чексиз суюлтирилгандаги эквивалент электр ўтказувчанлиги ҳисоблансин. $Ba(OH)_2 - \lambda_\infty = 228,8$; $BaCl_2 - \lambda_\infty = 120,3$; $NH_4Cl - \lambda_\infty = 129,8$

615. Ячейкадаги 1,5% H_2SO_4 эритмасининг қаршилиги 0,324 Ом., электродлар орасидаги масофа 0,65 см ва уларнинг сирт юзаси $5,25 \text{ см}^2$ тенг. Эритманинг солиштира ва эквивалент электр ўтказувчанликларини ҳисобланг.

616. Ячейкадаги HCl эритмасига туширилган электродларнинг сирт юзаси $6,5 \text{ см}^2$, улар орасидаги масофа 2,8 см бўлган солиштира электр ўтказувчанлик $1,1 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ га тенг бўлса, эритманинг қаршилигини ҳисобланг.

617. 25,00 мл КОН ва NH_4OH аралашмаси 0,1 н HCl билан кондуктометрик титрлаш натижасида қуйидаги натижалар олинди.

V_{HCl} , мл	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
$\chi \cdot 10^{-3}$ Ωm^{-1}	3,00	2,50	2,20	1,70	1,48	1,52	1,62	1,75	1,95	2,35	2,80

Титрлаш эгри чизиғини чизиб, КОН ва NH_4OH миқдорини (г) ҳисобланг.

618. 100 мл CH_3COOH 0,5 н NaOH билан кондуктометрик титрланганда қуйидаги натижалар олинди:

V_{NaOH} , мл	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	15,0	17,0
$\chi \cdot 10^{-3}$ Ωm^{-1}	75,0	68,1	62,3	57,0	56,0	50,3	51,5	62,1

Эритмадаги CH_3COOH миқдорини (г) ҳисобланг.

619. 20 мл HCl эритмасини 2 н NaOH эритмаси билан кондуктометрик титрлашда қуйидаги натижалар олинди:

Y_{NaOH} , мл	0,32	0,69	0,92	1,56	2,01	2,35
$\chi_{\Omega \text{m}^{-1}}$	3,2	2,56	1,86	1,64	2,38	2,96

Хлорид кислота эритмасининг нормаллиги ҳисоблансин.

620. 25 мл HCl эритмасини 0,15 н NaOH эритмаси билан кондуктометрик титрлаганда қуйидаги натижалар олинди:

Y_{NaOH} , мл	0	4,5	6,25	10,0
$\chi_{\Omega \text{m}^{-1}}$	0,872	0,215	0,290	0,552

HCl эритмасининг нормаллиги ҳисоблансин ва эквивалент нуқтадаги солиштирма электр ўтказувчанлик қиймати аниқлансин.

621. 60,00 мл NaOH ва NH_3 эритмаси аралашмасини 0,02 м HCl эритмаси билан кондуктометрик титрлаш натижасида қуйидаги натижалар олинди:

$Y_{\text{HCl}}, \text{мл}$	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
$\chi_{\text{ом}}^{-1} \text{ см}^{-1}$	6,30	5,41	4,52	3,62	3,71	4,79	5,85	6,93	9,00	12,08

Титрлаш эгри чизиғини чизиб NaOH ва NH₃ миқдорини да ҳисобланг.

622. 50 мл HCl ва CH₃COOH аралашмасидан 10,00 мл олиб, 0,15н NaOH эритмаси билан кондуктометрик титрлаш натижасида қуйидаги натижалар олинди:

$Y_{\text{NaOH}}, \text{мл}$	7,00	8,00	9,00	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
$\chi 10^{-2},$ $\text{ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$	2,50	2,20	1,90	1,93	1,96	2,00	2,20	2,50	2,85	3,20

Титрлаш эгри чизиғини чизиб HCl ва CH₃COOH миқдорини (г) ҳисобланг.

3.4. Хроматография анализ усули

Анализнинг хроматография усули сорбент орқали ўтаётганда аралашмадаги компонентларнинг сорбентга турлича сорбция ва десорбцияланиш туфайли уларни бир - биридан ажратиш ва аниқлаш усулидир. Суюқ ёки қаттиқ модда сиртида бошқа модда молекулалари, атомлари ёки ионларининг ютилиши сорбция (адсорбция) дейилади. Ўз сиртига ютувчи модда сорбент (адсорбент), ютилган модда эса сорбат (адсорбтив) дейилади. Сорбцияга тескари жараён сорбент сиртида ютилган модда молекулалари (атомлари ёки ионларининг) бошланғич ҳолатини сақлаган ҳолда ажралиб чиқиш ҳодисаси десорбция дейилади.

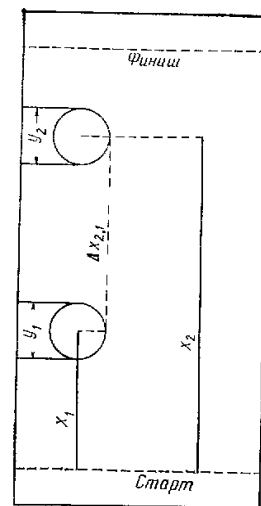
Демак, анализнинг хроматография усули сорбент орқали ўтаётганда аралашмадаги компонентларнинг сорбентга турлича сорбция ва десорбцияланиш туфайли уларни бир-биридан ажратиш ва аниқлаш усулидир.

Қоғоз хроматографиясида моддаларнинг сифат таркиби тақсимланиш коэффициентига қараб аниқланади.

$$R_f = \frac{X}{X_f}$$

X – ҳаракат (старт) нинг бошланиш чизиғидан аниқланаётган модда ҳосил қилган доғнинг марказигача бўлган масофа, мм.

X_f – ҳаракатнинг бошланиш чизиғидан ҳаракатнинг тугалланиш чизиғигадача бўлган масофа, мм.



R_f – қиймати қоғознинг турига, ҳароратга, анализ олиб бориладиган шароитга, анализ қилинадиган модда ва эритувчининг табиатига боғлиқ. Бир хил моддалар учун доимий шароитда R_f нинг қиймати ўзгармас катталиқдир. Анализ жараёнида аниқланган R_f нинг қиймати қайси моддага тўғри келиши тоза моддалар учун тузилган жадвалга солиштириб кўрилади.

Адсорбент самарадорлигини характерлайдиган катталик назарий ликопчалар сони қуйидаги формула билан ҳисобланади: $N = 16 \left(\frac{X}{Y} \right)^2$

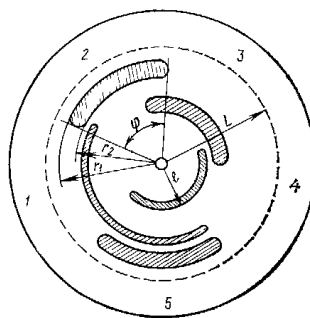
Y - доғнинг эни, мм.

Қоғозда модданинг ажралиш унумдорлигининг ўлчови, назарий эквивалент ликопчалар баландлиги (НЭЛБ) ҳисобланади:

$$НЭЛБ = H = \frac{X_f}{N}$$

Моддаларнинг микдори эса, ҳосил қилинган ҳалқадаги хроматограммаларнинг юзаси қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$S = (\pi \varphi / 360) (r_1^2 - r_2^2)$$



Ион алмашиниш хроматографиясида ион алмашиниш доимийлиги, ионларни бир-бирига нисбатан сорбцияланиш хусусиятини характерлайди. Бир грамм ионит алмаштира оладиган ионнинг миллиграмм – эквивалент миқдори ионитнинг ион алмашиниш сизими, деб у қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$E = \frac{4V \cdot K \cdot N \cdot 100}{g(100 - W)} \quad \text{мг-экв/г}$$

бунда,

V - титрлаш учун сарф бўлган 0,1000 н NaOH(HCl) эритмасининг ҳажми, мл;

g - ионитнинг миқдори, г;

N – NaOH (HCl) эритмасининг назарий олинган нормал концентрацияси. г-экв/л;

W - ионитнинг намлиги. %;

K – 0,1000 н NaOH (HCl) эритмаси учун тузатгич коэффициенти.

Масалалар ечишга доир намуналар

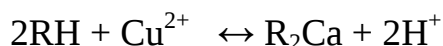
1-масала. 500 мл ли KCl эритмасидан 10,00 мл олиб H^+ - формадаги катионитдан ўтказилади. Ажралиб чиққан кислота 0,15 н 17,50 мл KOH эритмаси билан (метилоранж иштирокида) титрланди. Эритмадаги KCl нинг миқдори, граммларда ҳисобланади.

Ечиш. Эритмадаги KCl нинг миқдори мг-ларда қуйидаги формула билан ҳисобланади.

$$Q_{KCl} = E_{KCl} \cdot V_{KOH} \cdot N_{KOH} \cdot \frac{V_K}{V_n} = 74,5 \cdot 17,50 \cdot 0,15 \cdot 500/10 = 9778, \text{ мг}$$

2-масала. 5 мг-экв/л қаттиқликдаги 5 л сувни юмшатиш учун неча грамм катионит КУ-2 (H^+ - кўринишидаги) керак бўлади. Катионитнинг ионларига нисбатан сизими 2,5 мг-экв/л тенг.

Ечиш. 1) Ион алмашиниш реакция тенгламасини ёзамиз:



2) 5 л сувдаги Ca^{2+} ионини миқдори топилади, чунки сувнинг каттиқлиги 1 л сувдаги Ca^{2+} ва Mg^{2+} ионлари тузларининг мг-экв миқдори билан аниқланади, демак

$$5 * 5 = 25 \text{ мг-экв/л } \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+} \text{ ионлари.}$$

3) 5 л сувни юмшатиш учун керак бўладиган катионитнинг миқдори топилади.

$$2,5 \text{ мг-экв/л} \quad - \quad 1 \text{ гр}$$

$$25 \text{ мг-экв/л} \quad - \quad X \text{ гр}$$

$$X = \frac{25 * 1}{2,5} = 10 \text{ гр}$$

Демак, 5 л сувни юмшатиш учун 10 гр катионит КУ-2 керак бўлади.

Назорат саволлари

1. Хроматографик анализ усулининг моҳияти нима?
2. Хроматографик анализ усули ҳаракатчан (подвижная) ва ҳаракатсиз (неподвижная) фазаларнинг агрегат ҳолатига кўра қандай турларга бўлинади?
3. Хроматографик анализ усулининг афзаллиги ва камчиликлари нималардан иборат?
4. Хроматографик колонканинг иш унумдорлиги нима билан аниқланади?
5. Назарий эквивалент ликопчалар баландлиги (НЭЛБ) қандай ҳисобланади.
6. Қоғоз хроматографиясининг моҳиятини тушунтиринг.
7. Қоғоз хроматографиясида ишлатиладиган ҳаракатчан ва ҳаракатсиз фазаларга изоҳ беринг.
8. Қоғоз хроматографиясининг ишлатилиш соҳаларини. мисоллар билан тушунтиринг.

9. Тақсимланиш коэффициентини нима ва унга қандай омиллар таъсир қилади?
10. Ион алмашилиш хроматографияси нимага асосланган?
11. Ион алмашилиш реакцияларига қандай талабалар қўйилган?
12. Ион алмашилиш реакциялари учун мувозанат доимийлигини ёзинг ва унга таъсир қилувчи омилларни кўрсатинг.
13. Ион алмашилиш доимийлиги ва танлаш (селектив) коэффициентини нима?
14. Ионитларнинг хоссаларига қандай омиллар таъсир қилади?
15. Ионитларнинг генерация ва регенерацияси деганда нимани тушунаси?
16. Ионитнинг тўлиқ ион алмашилиш сиғими нима ва унга қандай омиллар таъсир қилади?
17. Динамик ион алмашилиш сиғими нима?
18. Ионитлар – H^+ , OH^- , Cl^- формаларига қандай ўтказилади.
19. Ион алмашилиш хроматографияси қандай афзаллик ва камчиликларга эга.
20. Экстракция усулининг моҳиятини тушунтиринг.
21. Экстракция усулида тақсимланиш коэффициентини қандай аҳамиятга эга ва унга қандай омиллар таъсир қилади.

Мустақил ечиш учун масалалар

623. Таркибида Na_2SO_4 бўлган 2,0550 г намуна 100 см³ дистилланган сувда эритилди. Эритмадан 10,00 см³ олиб H^+ - кўринишдаги катионитдан ўтказилди. Филтратни титрлаш учун 10,25 см³ 0,1550 м NaOH эритмасидан сарф бўлди. Намуна таркибидаги Na_2SO_4 нинг % миқдорини ҳисобланг.

624. 100 мл 0,1 н HCl эритмасига 5 г Na - катионит қўшилди. Мувозанат қарор топгандан кейин $[H^+]$ концентрацияси 0,015 н га камайди. Катионитнинг H^+ - лари учун статик ион алмашилиш сиғимини ҳисобланг.

625. КУ-2 маркали 100 г смола билан тўлдирилган колонкадан умумий қаттиқлиги 12,4 мг экв/л бўлган сув ўтказилди. Фильтратда кальций ионлари ҳосил бўлгунча, колонкадан ўтказилган сувнинг ҳажми 12 л га тенг бўлди. Смоланинг ион алмашилиш сиғимини ҳисобланг.

626. 200 г смола билан тўлдирилган колонкадан умумий қаттиқлиги 8,5 мг экв/л бўлган сув ўтказилди. Фильтратда кальций ионлари ҳосил бўлгунча колонкадан ўтказилган сувнинг ҳажми 12,5 л тенг бўлди. Смоланинг ион алмашилиш сиғимини ҳисобланг.

627. 250 мл ли КСІ эритмасидан 10,00 мл олиб H^+ - формадаги катионитдан ўтказилди. Ажралиб чиққан кислота колонкадан ювиб олиниб, 0,1 н 12,50 мл NaOH эритмаси билан (метилоранж) титрланди. Эритмадаги КСІ нинг миқдорини (г) ҳисобланг.

628. Таркибида $NaNO_3$ бўлган 2,000 г намуна 100 мл сувда эритилди, эритманинг 10,00 мл H^+ - формадаги катионит билан тўлдирилган колонкадан ўтказилди. Олинган элюент 15,00 мл 0,1110 м NaOH эритмаси билан титрланди. Намуна таркибидаги $NaNO_3$ нинг % миқдори ҳисоблансин.

629. АН-18 маркали анионитдан 200 мл 0,1 н NaCl эритмаси ўтказилди. Анионитнинг хлор ионига нисбатан ион алмашилиш сиғими 3,6 мг-экв бўлса. Эритмадаги хлор ионинг ҳаммасини алмашилиши учун неча грамм анионит керак?

630. 0,9585 г мис(II) тузи 500 мл-ли ўлчов колбасида эритилди ва эритма 45 гр катионитдан ўтказилди. Ажралган H_2SO_4 ни титрлаш учун 26,40 мл 0,05 м NaOH эритмаси сарф бўлди. Намуна таркибидаги миснинг масса улушини (%) ҳисобланг.

631. 45,00 мл эрувчан сульфатлар сақлаган эритма катионитдан ўтказилди. Ион алмашилиш натижасида олинган кислотани титрлаш учун $T_{NaOH/SO_4^{2-}} = 0,004002$ г/мл бўлган NaOH эритмасидан 20,80 см³ сарф бўлди. Эритмадаги SO_4^{2-} ионнинг масса улушини ҳисобланг.

632. 0,8985 г $FeSO_4$ тузи 250 мл-ли ўлчов колбасида эритилди, эритманинг 25 мл катионитдан ўтказилди. Ажралиб чиққан H_2SO_4 ни

титрлаш учун 0,02 м 15,20 мл NaOH эритмасидан сарфланди. Туз таркибидаги темирнинг (%) миқдорини топинг.

633. Эрувчан сульфатлар эритмасини нг 50 мл катионитдан ўтказилди. Ион алмашилиш натижасида олинган H_2SO_4 ни титрлаш учун титри ($T_{KOH/SO_4^{2-}} = 0,004502$ г/мл) бўлган KOH эритмасидан 25,40 мл сарф бўлди. 50 мл эритмадаги SO_4^{2-} ионларини миқдорини (г) ҳисобланг.

3.5. Экстракция анализ усули

Экстракция – моддаларни эритмадан ёки қаттиқ модда аралашмаларидан ажратиб олиш усулларида биридир. Экстракция ажралаётган модда ва аралашмаларнинг ҳар хил эритувчиларда турлича эришига асослангандир.

Экстракция - мураккаб физик - кимёвий жараён бўлиб, модданинг бир-бири билан аралашмайдиган икки суюқлик орасида тақсимланиши ва массалар таъсири қонунларига бўйсинади. Анализда сувли эритмалардан моддалар органик эритувчилар ёрдамида экстракция қилиб олинади.

Бирор модданинг икки фазада ўзаро аралашмайдиган иккита суюқликларда айна ҳароратда концентрацияларининг нисбати ўзгармас катталиқ бўлиб *тақсимланиш коэффициент*и дейилади.

$$D = \frac{[A]_0^n}{[A]_c^n} \quad (1)$$

Бунда: n - модда тақсимланиши ;

A_c – A – модданинг сув фазасидаги миқдори;

A_0 - A – модданинг органик эритувчи фазасидаги миқдори.

Модданинг бир фазадаги активлигини иккинчи фазадаги активлигига нисбати *тақсимланиш доимийлиги* дейилиди.

$$K = \frac{(A_{MLn})_0}{(A_{MLn})_c} = \frac{(MLn)_0}{(MLn)_c} \cdot \frac{(\gamma_{MLn})_0}{(\gamma_{MLn})_c} = D \frac{(\gamma_{MLn})_0}{(\gamma_{MLn})_c} \quad (2)$$

Тақсимланиш коэффициентлари билан тақсимланиш доимийлиги модданинг эрувчанлигига боғлиқ. Агар эриган модда диссоциацияланмаган молекула кўринишида бўлса, тақсимланиш коэффициентлари билан доимийлиги модданинг ҳар иккала фазадаги эрувчанлигининг нисбатига тенг;

$$D = \frac{(\mathcal{A}_A)_0}{(\mathcal{A}_A)_c} \quad (3)$$

$(\mathcal{A}_A)_0$ – модданинг органик эрувчидаги эрувчанлиги

$(\mathcal{A}_A)_c$ – модданинг сувдаги эрувчанлиги

Экстракциянинг асосий катталикларидан бири ажралиб чиқиш даражаси (омили (фактор ёки степень извлечения)).

$$R = \frac{n(A)}{n(A)_0} \quad (4)$$

$n(A)$ – органик фазадаги модданинг миқдори.

$n(A)_0$ – модданинг сув фазасидаги бошланғич миқдори.

$$n(A) = [A]_o \cdot V_o \quad (5)$$

$$n(A)_0 = C_A^0 \cdot V_c = [A]_o V_o + [A]_c V_c \quad (6)$$

C_A^0 – А модданинг бошланғич концентрацияси.

(4) формулага (5) ва (6) формуладаги қийматларни қўйиб сурат ва маҳражини $[A]_c V_c$ а бўлиб чиқсак.

$$R = \frac{[A]_o V_o}{[A]_o V_o + [A]_c V_c} = \frac{[A]_o}{[A]_c} \cdot \frac{1}{\frac{[A]_o}{[A]_c} + \frac{V_c}{V_o}} = \frac{D}{D + \frac{V_c}{V_o}} = \frac{D}{D + \frac{1}{r}} \quad (7)$$

$$r = \frac{V_c}{V_o}$$

(7) тенглама бир ва бир неча марта экстракциялаш жараёни учун ажралиб чиқиш даражасини ҳисоблаш формуласидир. Бир марта экстракциялагандан кейин,

$$C_A^0 V_c = [A]_1 V_o + [A]_1 V_c \quad (8)$$

1 - экстракциялаш даражаси.

(8) ни (1) тенгламага қўйиб $[A]_1$ га нисбатан ҳисобласак:

$$C_A^0 V_c = D[A]_1 V_o + [A]_1 V_c \quad \text{бу ердан}$$

$$[A_1]_c = \frac{C_A^0 \cdot V_c}{DV_0 + V_c} = \frac{C_A^0}{D_r + 1} \quad (9) \text{ келиб чиқади.}$$

Шу формула ёрдамида иккинчи марта экстракциялагандан кейин ажралиб чиққан модда миқдори:

$$[A_2]_c = \frac{[A_1]_c}{D_r + 1} = \frac{C_A^0}{(D_r + 1)^2} \quad (10)$$

m марта экстракциялагандан кейин ажралиб чикан модда миқдори:

$$[A_m]_c = \frac{C_A^0}{(D_r + 1)^m} \quad (11)$$

бундан,

$$m = \frac{\lg \frac{C_A^0}{[A_m]_c}}{\lg(D_r + 1)} \quad (12)$$

(12) тенгламада берилган ажралиб чиқиш даражасига етишиш учун неча марта экстракциялаш кераклигини ҳисоблаб олиш мумкин. Масалан: 99% модда сув фазасидан экстракцияланиши учун

$$m = \frac{2}{\lg(D_r + 1)}; \quad D_r = 1; \quad m = \frac{2}{0,3} = 7 \text{ марта}$$

$$D_r = 5; \quad m = \frac{2}{0,78} = 2,6 \text{ марта экстракциялаш керак экан.}$$

Ажралиб чиқиш даражаси m марта экстракциялаш учун (4) ва (11) тенглама қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$R_m = \frac{C_A^0 V_c - [A_m] \cdot V_c}{C_A^0 \cdot V_c} = 1 - \frac{C_A^0 V_c}{(D_r + 1)^m \cdot C_A^0 \cdot V_c} = 1 - \frac{1}{(D_r + 1)^m} \quad (13)$$

$$m = 1, r = 1 \text{ унда, } R_1 = \frac{D}{D + 1}$$

Икки моддани ажратишида - ажратиш коэффициенти амалий аҳамиятга эга,

$$\chi = \frac{D_A}{D_B}$$

$\chi = 1$ бўлса ажратиш мумкин эмас

χ - нинг қиймати 1 дан қанча кўп фарқ қилса, ажратиш шароити тўғри бажарилади. Ажратиш олишни характерловчи катталиклардан яна бири бойитиш омили

$$\frac{n(B)}{n(A)} = S_{A/B} \frac{n(B)_0}{n(A)_0}$$

бундан, бойитиш омили,

$$S_{A/B} = \frac{n(B) \cdot n(A)_0}{n(A) \cdot n(B)_0} = \frac{R_B}{R_A} \quad (14)$$

экстракция натижасида ажратиладиган моддалар миқдорининг нисбати бошланғич эритмадаги моддалар миқдорларининг нисбатидан неча марта кўпайганлигини характерлайди.

Бойитиш омилли билан тақсимланиш коэффициенти ва бошқа қийматлар орасидаги боғланиш (14) формулани (13) формулага қўйиш билан топилади

$$S_{A/B} = \frac{[(D_B r + 1)^m - 1] \cdot [D_A r + 1]^m}{[(D_A r + 1)^m - 1] \cdot [D_B r + 1]^m} \quad (15)$$

$m = 1, r = 1$ бўлганда

$$S_{A/B} = \frac{D_B (D_A + 1)}{D_A (D_B + 1)} \quad (16)$$

Масалан:

$D_A = 10^4$ бўлса, ажралиш коэффициенти

$\chi = D_A/D_B = 10^4/0,1 = 10^5$ катта қийматга эга бўлади. Бойитиш омили (16) формулага нисбатан ҳисобланганда

$$S_{A/B} = \frac{0,1(10^4 + 1)}{10^4(0,1 + 1)} \approx 0,1$$

Худди шу қийматда ажралиш коэффициенти. $\chi = 10^5$ тақсимланиш коэффициенти $D_A = 10^2$ ва $D_B = 10^{-3}$, бўлганда бойитиш омили

$$S_{A/B} = \frac{10^{-3}(10^2 + 1)}{10^2(10^{-3} + 1)} = 10^{-3}$$

бу қийматга тенг олдингига нисбатан 2 марта кичик. Унда А модда органик эритувчига 99% ўтади, В модда эса фақат 0.1% ўтади.

Демак, бойитиш фактори атратиш коэффициентига нисбатан моддаларнинг ажралиш эҳтимоллигини тўғри характерлайди.

Масалалар ечишга доир намуналар

1-масала. Ҳажми 50 мл никель диметилглиоксиматли эритмани 10 мл хлороформ билан 2 марта экстракциялаганда R_2 ажралиб чиқиш даражасини ҳисобланг. ($C^0_{\text{суб}} = 0,5$ моль/л, $D = 400$)

Берилган:

$$V_{\text{суб}} = 50 \text{ мл}$$

$$V_0 = 10 \text{ мл}$$

$$m = 4$$

$$D = 400$$

$$R_2 - ?$$

Ечиш. Ажралиб чиқиш даражаси қуйидаги формула асосида ҳисобланади.

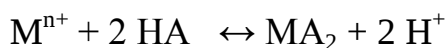
$$R_m = 1 - \frac{1}{(D_r + 1)^m}; \quad r = \frac{V_{\text{орз}}}{V_{\text{суб}}} = \frac{10}{50} = 0,2$$

$$R_2 = 1 - \frac{1}{(D_r + 1)^m} = 1 - \frac{1}{400 * 0,2 + 1} = 1 - \frac{1}{81} = 100,0123 = 0,9877$$

2-масала. 15 мл $1 \cdot 10^{-2}$ м экстракция қилинадиган НА модданинг органик эритувчидаги эритмасига 50 мл $1 \cdot 10$ моль/л металл тузининг сувдаги эритмаси қўшилади. Бунда $pH = 3$ бўлганда металл иони 25 % MA_2 кўринишда экстракция қилинди. Экстракция доимийлиги ва $pH_{1/2}$ нинг қийматини ҳисобланг.

Ечиш.

Экстракциялашда борадиган реакция тенгламасини ёзиб, унга асосан экстракция доимийлиги ҳисобланади:



$$K_{\text{экс}} = \frac{[MA_2][H^+]}{[M^{n+}][HA]_o^2}$$

Экстракция доимийлигини ҳисоблашдан олдин тақсимланиш коэффициентини ҳисоблаш керак. Тақсимланиш коэффициенти қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$D = \frac{[MA_2]_o}{[M^{n+}]} \quad \text{ёки} \quad D = \frac{RY/V_o}{(100 - R)}$$

R – ажратиш даражаси 25 % ёки 0,25

V – 50 мл металл тузининг эритмасининг ҳажми

V_o - 15 мл экстракция қилинадиган модданинг органик эритувчидаги ҳажми

$$D = \frac{0,25 * 50 / 15}{1 - 0,25} = 1,11$$

Органик реагентнинг концентрацияси металл ионининг концентрациясига нисбатан анча катта бўлганлиги сабабли, мувозанатдаги модданинг органик фазадаги концентрациясини умумий концентрацияга тенг деб олиб: $[HA]_o = C_{\text{HA}}$ экстракция доимийлигини ҳисоблаш мумкин:

$$K_{\text{экс}} = D * \frac{[H^+]}{[HA]_o} = 1,11 * \frac{10^{-2}}{10^{-2}} = 1,11$$

$$\text{pH}_{1/2} = -1/n \lg K_{\text{экс}} - \lg [HA]_o = -1/2 \lg 1,11 - \lg 10^{-2} = -1/2 * 0,045 + 2 = 1,978$$

Назорат саволлари

1. Экстракция усулининг моҳиятини тушунтиринг. Бу усул ёрдамида қандай муаммоларни ҳал қилиш мумкин?
2. Экстракция усулида тақсимланиш коэффициенти қандай аҳамиятга эга ва унга қандай омиллар таъсир қилади.
3. Экстракция усулида кўп ишлатиладиган асосий органик эритувчиларга мисоллар келтиринг.
4. Тақсимланиш коэффициенти ва доимийлигини физик маъносини тушунтиринг.

5. Экстракция усули қандай афзаллик ва камчиликларга эга.

Мустақил ечиш учун масалалар

634. 1,00 мг доривор модда сақлаган 100 мл сувли эритма 10 мл хлороформ билан экстракцияланди. Мувозанат қарор топгандан кейин органик фаза қаватида 0,95 мг доривор модда борлиги аниқланди. Тақсимланиш коэффициенти (D) ва тақсимланиш доимийлиги (K) қийматларини ҳисобланг.

635. 0,02 м пикрин кислотасини бензол билан икки марта экстракциялаганда, ажратиб олиш даражасини аниқланг. $r = V_{\text{бензол}} / V_{\text{сув}} = 1:10$. Пикрин кислотанинг бензол - сув системасида тақсимланиш коэффициенти 40.

636. Тақсимланиш доимийси (K) 30 га тенг бўлганда, эриган моддани 99 % ажратиб олиш мумкинми: а) 150 мл эритмани 30 мл бензол билан бир марта экстракциялаганда; б) уч марта худди шундай экстракция қилганда?

637. Агар бошланғич концентрация $C^0_{\text{сув}} = 0,10$ моль/л, тақсимланиш коэффициенти $D = 410$. 100 мл ҳажмли эритманинг $\text{pH} = 8$ га тенг бўлса, никель диметилглиоксимни 2 мл хлороформ билан 2 марта экстракциялаганда R_1 ва R_3 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг.

638. $\text{pH} = 7$ бўлган 50 мл калай купферан эритмасининг 5 мл бензол билан 3 марта экстракциялаганда R_1 ва R_2 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг ($C^0_{\text{сув}} = 0,25$ моль/л, $D = 350$).

639. Ҳажми 50 мл никель диметилглиоксимли эритмани 10 мл хлороформ билан 4 марта экстракциялаганда R_1 ва R_4 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг. ($C^0_{\text{сув}} = 0,5$ моль/л, $D = 400$).

640. Пикрин кислотасининг 0,025 н сувли эритмаси билан унинг 0,75 н бензолли эритмаси ўзаро аралаштирилган. Пикрин кислотаси бензолда диссоциланмаслигини ва сувли эритмада унинг диссоциланиш доимийлиги 0,9 га тенглигини билган ҳолда 3 марта экстракциялаш натижасида модданинг ажралиб чиқиш даражасини ҳисобланг ($V_{\text{бензол}} / V_{\text{сув}} = 1:10$).

641. Экстракция ланадиган 10 мл $1 \cdot 10^{-3}$ м НА модданинг органик эритувчидаги эритмани $pH = 3$ бўлганда 50 мл $1 \cdot 10^{-5}$ м М металл тузининг сувли эритмаси қўшилди. Металл ионининг 30%. MA_2 кўринишида экстракцияланди. Экстракция доимийлигини ва pH қийматини ҳисобланг.

642. Мис ионларининг диэтилдитиокарбамат натрийнинг (ДЭДТ) 0,05 м эритмаси билан экстракцияланди. $r = V_{ДДТ}/V_{суб}$ бўлганда ажратиб олиш даражасини ва pH ни ҳисобланг.

643. Концентрацияси $1 \cdot 10^{-4}$ моль/л бўлган кадмий ионлари 0,5 м ($pH=6$) 8-оксихинолиннинг хлороформдаги эритмаси билан экстракция қилинди. Фазалар ҳажмининг нисбати 1:10 бўлса, R_1 ва R_2 ажратиб олиш даражасини ҳисобланг.

644. 200 мл эритмани 50 мл хлороформ билан уч марта экстракция қилинганда, тақсимланиш доимийси (K) 15 га тенг бўлганда, эриган моддани 98 % ажратиб олиш мумкинми?.

645. Ҳажми 50 мл кобальтнинг α - нитроза β - нафтол эритмаси, 20 мл хлороформ билан 3 марта экстракциялаганда R_1 ва R_3 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг. ($C^0_{суб} = 0,5$ моль/л, $D = 350$).

646. $pH = 6$ бўлган мис купферон эритмасининг 5 мл толуол билан уч марта экстракциялаганда R_1 ва R_3 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг ($C^0_{суб} = 0,30$ моль/л, $D = 400$).

647. Таркибида 1,50 мг йод сақлаган 150 мл сувли эритма 15 мл хлороформ билан экстракцияланди. Мувозанат қарор топгандан кейин органик фаза қаватида 1,20 мг йод борлиги аниқланди. Тақсимланиш коэффициентини (D) ва тақсимланиш доимийлигини (K) қийматини ҳисобланг.

648. $pH = 5$ бўлган $2 \cdot 10^{-5}$ м 100 мл темир (III) оксихинолинат эритмаси 10 мл хлороформ билан уч марта экстракция қилинганда R_1 ва R_2 ажратиб олиш даражаларини ҳисобланг ($D = 350$).

3.6. Фотоколориметрик ва спектрофотометрик усуллар

Фотоколориметрик ва спектрофотометрик усулларда текшириладиган эритманинг концентрацияси Бугер-Ламберт-Бер қонуни асосидаги формула билан ҳисобланади

$$A = \epsilon * C * \ell ; \quad C = \frac{A}{\epsilon * \ell}$$

Агар ℓ доимий қийматга эга бўлса, $\frac{C_1}{C_2} = \frac{A_1}{A_2}$

бунда, C – текшириладиган эритма концентрацияси, моль/л;

A – эритманинг оптик зичлиги;

ℓ - эритма қаватининг қалинлиги, см ;

ϵ – нур ютилишининг моляр коэффиценти

Демак, бир хил материалдан иборат тенг қалинликдаги қатламда эритмадан ўтган ёруғликнинг тарқалиши ва қайтиши тенг бўлиб, улар интенсивлигининг камайиши эритманинг концентрациясига боғлиқдир.

Ҳар қандай эритмадан ўтган нур интенсивлигининг камайиши ўтказувчанлик коэффиценти билан характерланади:

$$T = \frac{J}{J_0}$$

бунда, T - ўтказувчанлик коэффиценти

J ва J_0 - ўтган ва тушган нурлар интенсивлигидир

Ўтказувчанлик коэффиценти билан эритманинг оптик зичлиги орасида қуйидаги боғланиш мавжуд.

$$A = -\lg T = -\lg \frac{J}{J_0} = \lg \frac{J_0}{J} : A = \lg \frac{J_0}{J}$$

Таркибида бир нечта рангли моддалар сақлаган эритманинг оптик зичлиги аддитив хусусиятга эга, яъни бир модданинг ёруғлик ютиш хусусияти, шу эритмадаги бошқа моддаларнинг иштирок этишига боғлиқ эмас. Эритма нинг оптик зичлиги эритмадаги ҳар бир рангли модданинг оптик зичликларини йиғиндисига тенг.

$$A = A_1 + A_2 + \dots + A_n$$

$A_1, A_2 \dots A_n$ моддани ва ҳоказо n -чи модданинг (оптик зичлиги). $A = \varepsilon \cdot C \cdot l$ ни ҳисобга олганда

$$A = l(\varepsilon_1 C_1 + \varepsilon_2 C_2 + \dots + \varepsilon_n C_n)$$

Рефрактометрик анализ усули.

Рефрактометрик анализ усули анализ қилинадиган моддаларнинг нур синдириш кўрсаткичининг ўлчанишига асосланган. Ҳар қандай тоза модда маълум бир нур синдириш кўрсаткичига эга. Нур синдириш кўрсаткичини қийматига қараб, моддаларнинг тозалик даражаси аниқланади.

Ҳавога нисбатан олинган синдириш кўрсаткич тўғридан-тўғри синдириш кўрсаткич (n) дейилади.

$$n_{abc} = n_{abc(iavo)} \cdot n$$

Модданинг синдириш кўрсаткичи унинг табиатини аниқлайди. Унинг қиймати тушаётган нурнинг тўлқин узунлигига ва ҳароратга боғлиқ.

Шунинг учун синдириш кўрсаткичининг қиймати симболи ёнига t^0 ва λ ни қиймати кўрсатилади. Масалан: n_{589}^{25}

Синдириш кўрсаткичи билан модданинг зичлиги (d) орасида (симбат) боғланиш мавжуд. Модданинг зичлиги ошиши билан синдириш кўрсаткичини қиймати ҳам ошади.

$$f_{(n)} = rd$$

r -пропорционаллик коэффиценти солиштирма рефракция дейилади.

r -нинг модданинг молекуляр оғирлигига кўпайтмаси молекуляр (моляр) рефракция дейилади.

$$R = \mu \cdot r$$

Рефракциянинг ҳисоблашда Лоренц - Лорентцнинг назарий формуласи келтирилган

$$R = \frac{(n^2 - 1)}{(n^2 + 2)} \cdot \frac{\mu}{d}$$

n – синдириш кўрсаткич

μ - моляр масса

d – зичлик

Моляр рефракция аддитив хоссага эга бўлиб, молекуладаги атомлар рефракциясининг йиғиндисига тенг.

$$\text{Масалан: } R_{\text{CCl}} = R_{\text{C}} + 4R_{\text{Cl}} = 2,42 + 4 \cdot 5,97 = 26,36$$

Оптик анализ усуллари билан эритма концентрациясини аниқлаш йўллари.

1. **Даражалаш график усули.** Бугер-Ламберт-Бер қонунига асосланиб эритманинг оптик зичлиги билан эритма концентрацияси (стандарт эритма ишлатилади) орасидаги боғланиш графиги чизилади, бу кўпинча даражаланиш графиги дейилади. График кам деганда 3та ёки 5та нуқта асосида чизилади. Номалум концентрациядаги эритманинг оптик зичлиги аниқланиб, даражаланиш графигидан экстраполяция усулида эритма концентрацияси топилади(3-чизма).

2. **Нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициенти усули.** Бу усулда бир нечта стандарт эритмаларнинг оптик зичликлари аниқланиб, нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентининг қиймати $\varepsilon = A_{cm} / \ell C_{cm}$ ҳисобланади. Ҳисобланган нур ютилишининг моляр сўндириш коэффициентининг ўртача қиймати олинади. Номалум эритманинг оптик зичлиги ўлчаниб, эритма концентрацияси $C_x = A_x / \varepsilon \ell$ формула билан ҳисоблаб топилади. Модда миқдори $(m) = \frac{C_x * M_A * V_a * V_K}{V_{\text{нунетка}}}$ формуладан фойдаланиб ҳисобланади.

M_A - аниқловчи модданинг моляр массаси (ионлар учун элементнинг атом массаси)

V_a - (аликвот) рангли эритма тайёрлаш учун олинган эритманинг ҳажми

$V_{\text{пипетка}}$ - эритма тайёрлаш учун олинган ҳажм (ўлчов пипеткасининг ҳажми)

V_K - анализ қилинаётган эритманинг умумий ҳажми (ўлчов колбаси ҳажми)

Усулнинг чекланганлиги шундаки, эритма концентрацияси Бугер-Ламберт-Бер қонунига бўйсунадиган чегарада тайёрланади.

3. Стандарт таққослаш усули. Бу усулда ε -const ва l -const бўлганда стандарт ва номаълум эритмаларнинг оптик зичликлари ўлчаниб,

$$A_{cm} = \varepsilon \cdot l \cdot C_{cm}$$

$$A_x = \varepsilon \cdot l \cdot C_x$$

тенглама тенглаштириб ўзгармас қийматлар ташлаб юборилади,

$$\frac{A_{CT}}{A_x} = \frac{C_{CT}}{C_x} \quad \text{бундан} \quad C_x = \frac{A_x \cdot C_m}{C_{CT}}$$

Анализ қилинаётган эритма суюлтириш усули билан тайёрланган бўлса, модда миқдори грамм ёки мг. да ифодаланади.

$$g_x = C_x \cdot V_0 \cdot V_K / V_a$$

g_x - аниқланувчи модда миқдори, мг.

V_0 - оптик зичлиги ўлчанаётган рангли эритма ҳажми, мл.

V_K - анализ қилинаётган эритманинг умумий ҳажми (ўлчов колбаси ҳажми), мл.

V_a (аликвот) - рангли эритма тайёрлаш учун олинган эритма ҳажми, мл.

Масалалар ечиш учун намуналар

1-масала. Титан(IV) кислотали муҳитда водород пероксиди билан $[\text{TiO}(\text{H}_2\text{O}_2)]^{2+}$ кўринишидаги сариқ рангли комплекс бирикма ҳосил қилади. ($\lambda = 410 \text{ нм}$) $l = 2 \text{ см}$ бўлганда 50 мл да 1 мг Ti(IV) сақлаган эритманинг оптик зичлиги 0,27 га тенг. Эритманинг моляр нур ютилиш коэффициентини ҳисобланг.

Ечиш. Маълум эритманинг оптик зичлиги эритма концентрацияси ва эритманинг нур ютиш қавати қалинлиги орасидаги боғлиқлик Бугер-Ламберт-Бер қонунига асосан қуйидаги формула орқали ифодаланади.

$$A = \varepsilon * C * \ell$$

Бундан $\varepsilon = \frac{A}{C * \ell}$ келиб чиқади. Шунга кўра:

1. Эритманинг моляр концентрациясини ҳисоблаймиз:

$$C = \frac{m * 1000}{A_{Ti} * V}; \quad A_{Ti} = 97,9 \text{ г/моль};$$

$$C = \frac{1 * 10^{-3} (г) * 1000 (мл)}{47,9 (г / моль) * 50 мл} = 4,2 * 10^{-4} \text{ моль / л}$$

2. Юқоридаги формула асосида эритманинг моляр нур ютилиш коэффициенти ҳисобланади:

$$\varepsilon = \frac{A}{C * \ell} = \frac{0,27}{4,2 * 10^{-4} * 2} = 320$$

2-масала. 2 см қалинликдаги эритмадан ўтган ёруғлик нурининг интенсивлиги 20 % га камайди. 5 см қалинликдаги шундай эритмадан ўтган ёруғлик нурининг интенсивлигини ҳисобланг.

Ечиш. Эритманинг концентрацияси бир хил бўлган эритмадан ўтган нурнинг интенсивлиги қуйидаги тенгламадан топилади:

$$\ell q \frac{J_o}{J} = \varepsilon * C * \ell \quad ; \quad \ell q \frac{J_o}{J} = \varepsilon * \ell_1 \quad \text{бундан,} \quad \varepsilon = \frac{\ell q \frac{J_o}{J}}{\ell_1}$$

J_o – эритмага тушган нурнинг интенсивлиги ($J_o = 1$ деб , олинади);

$J_1 - \ell_1$ – қалинликдаги эритмадан ўтган нурнинг интенсивлиги

$$J_1 = 1 - 0,2 = 0,8$$

Берилган қийматларини ўрнига қўйиб қуйидаги олинади:

$$\varepsilon = \frac{\ell q \frac{1}{0,8}}{2} = 0,0484 \quad ; \quad \ell q \frac{J_o}{J} = \varepsilon * \ell_1$$

$J_2 - \ell_2 = 5$ см бўлган эритмадан ўтган ёруғлик нурининг интенсивлиги

$$\ell q \frac{J_o}{J} = 0,0484 * 5 = 0,2420$$

$$\ell q_1 - \ell q J_2 = 0,2420; -\ell q J_2 = 0,2420; \ell q J_2 = -0,2420$$

Антилогарфлар жадвалидан топилади, унда $J_2 = 0,5728$.

Назорат саволлари

1. Электромагнит нурланишлар қандай катталиклар билан характерланади?
2. Спектрнинг кўриниш соҳасига қандай тўлқин узунлигидаги нур тўғри келади?
3. Оптик анализ усулининг қандай турларини биласиз ва уларга қисқача изоҳ беринг.
4. Оптик анализ усуллари Билан эритма концентрациясини аниқлашнинг қандай усулларини биласиз?
5. .Анализнинг молекуляр абсорбцион, спектрокопия усули нимага асосланган?
6. Ёруғлик нурининг ютилиш қонунига таъриф беринг ва формуласини ёзинг.
7. Ютилиш ва ўтказувчанлик нима ва улар орасида қандай боғлиқлик бор?
8. Модда эритмалари қандай шароитда ёруғликнинг ютилиш қонунига бўйсинади.
9. Бугер_Ламберт-Бер қонунидан четланиш сабабларини тушунтиринг.
10. Моляр нур ютилиш коэффициентини (ϵ_λ) физик маъносини тушунтиринг.
11. Моляр нур ютилиш коэффициентига (ϵ_λ) таъсир қилувчи омилларни кўрсатинг ва тушунтиринг.
12. Фотометрик аниқлаш натижаларининг такрорланишига (воспроизводимость) қандай омиллар таъсир қилади?

13. Фотометрик анализ усулида ёруғликнинг тўлқин узунлиги қандай танланади?

14. Ютилишнинг аддитивлик қонунига таъриф беринг ва уни изоҳланг.

15. Такқослаш эритмаси деб, нимага айтилади ва у қандай мақсадда ишлатилади?

16. Модданинг синдириш кўрсаткичи бирдан кичик бўлиши мумкинми? Изоҳ беринг.

17. Газ ва суюқликларнинг синдириш кўрсаткичига қандай омиллар таъсир қилади?

18. Эритмалар таркибини аниқлашда рефрактометрик анализ усулидан ҳар доим фойдаланиш мумкинми?

19. Муҳитнинг синдириш кўрсаткичи билан ёруғликни қайтиши орасида қандай боғланиш бор?

Мустақил ечиш учун масалалар

649. 10 мг темир сақлаган 200 мл эритманинг оптик зичлиги 0,43 эритманинг моляр нур ютилиш коэффициенти $4 \cdot 10^3$ тенг. Эритма нур ютиш қавати қалинлигини ҳисобланг.

650. Нур ютиш қаватининг қалинлиги 6 см га тенг бўлган эритмадан ўтган ёруғлик оқими интенсивлиги бошланғич интенсивлигига нисбатан 6 марта камайганлиги маълум бўлса, бу эритманинг оптик зичлигини ҳисобланг.

651. Модданинг фотоколориметрик усул билан аниқлаш мумкин бўлган энг кичик миқдорини қуйидагиларга асосланиб ҳисобланг: ($l = 3$ см, $A = 0,03$, $\varepsilon = 4 \cdot 10^3$).

652. Эритманинг нур ўтказувчанлик коэффициенти 0,85 га тенг бўлса, эритманинг оптик зичлигини ҳисобланг ($\lambda = 435$ нм).

653. Эритманинг оптик зичлиги 0,65 га тенг бўлса, ўтказувчанлик коэффициентини ҳисобланг (%).

654. 50 мл да 0,5 мг CuSO_4 мис сульфат тузи эриган эритманинг оптик зичлиги 0,43 га тенг, моляр нур ютилиш коэффициенти $2 \cdot 10^3$ га тенг бўлса, эритма нур ютиш қавати қалинлиги (ℓ)ни ҳисобланг.

655. 200 мл эритмада перманганат иони MnO_4^- кўринишда. 0,24 мг марганец сақлаган эритманинг оптик зичлиги 0,63, эритма нур ютиш қаватининг қалинлиги 2 см га тенг бўлса, эритманинг моляр нур ютиш коэффициенти ҳисобланг.

656. Кобальт ионлари бўлган 1,5 л эритма учун $\epsilon_{406} = 1200$, $\ell = 1$ см ва $A = 0,52$ бўлса, эритмада Co^{2+} ионларининг сонини ҳисобланг.

657. Саноатдаги сувнинг таркибидаги темирни миқдорини аниқлаш учун, 100 мл сув буғлатилиб, о-фенонтролин билан ишланиб 25 мл рангли эритма олинди. $\ell = 1$ см, $\epsilon = 1100$ бўлганда эритманинг оптик зичлиги 0,460 га тенг бўлса, эритма таркибидаги темирнинг миқдорини мг/л да ҳисобланг.

658. Таркибида 0,28 мг мис сақлаган 250 мл эритманинг оптик зичлиги 0,15 ($\ell = 2$ см) бўлса, эритманинг нур ютиш коэффициенти ҳисобланг.

659. Эритманинг оптик зичлиги 0,520 га тенг бўлса, ўтказувчанлик коэффициенти ҳисобланг (%).

660. Эритманинг ўтказувчанлик коэффициенти $\lambda = 430$ н.м.да 23,6 % бўлса, эритма оптик зичлигини ҳисобланг.

661. Оптик зичлиги 0,233 га тенг бўлган эритмага тушаётган ёруғлик оқимининг интенсивлиги 5 марта камайиши учун, нур ютиш қаватининг қалинлиги қанчага тенг бўлиши керак?

662. Таркибида 5 мг/мл Ni сақлаган комплекс эритманинг оптик зичлиги ($\lambda = 240$ нм, $\ell = 3$ см) 0,643 га тенг. Эритманинг моляр нур ютиш коэффициенти ҳисобланг.

663. Висмутнинг тиомочевинали (113 таркибли) бирикмаси моляр нур ютилиш коэффициенти $3,5 \cdot 10^4$ га тенг. $\lambda = 322$ нм, $\ell = 2$ см бўлганда эритманинг оптик зичлигини ҳисобланг.

И Л О В А

Стъudent коэффициентининг қийматлари

1- Жадвал

F	$\alpha = 0,95$	$\alpha = 0,98$	$A = 0,99$
1	12,7	31,82	63,7
2	4,30	6,97	9,92
3	3,18	4,54	5,84
4	2,78	3,75	4,60
5	2,57	3,37	4,03
6	2,45	3,14	3,71
7	2,36	3,00	3,50
8	2,31	2,90	3,36
9	2,26	2,82	3,25
10	2,23	2,76	3,17
11	2,20	2,72	3,1
12	2,18	2,68	3,05

Кучсиз кислота ва асосларнинг (25⁰С) диссоциацияланиш доимийликларининг қийматлари

2 -Жадвал

Номи	Формуласи	Диссоциацияланиш константаси	РК
Аммоний гидроксид	NH_4OH	$K = 1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
Оксалат кислота	$H_2C_2O_4$	$K = 5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
		$K = 5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Ортофосфат кислотаси	H_3PO_4	$K = 7,1 \cdot 10^{-3}$	1,96
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	6,70
		$K = 4,2 \cdot 10^{-13}$	12,44

Сирка кислотаси	CH_3COOH	$K = 1,74 \cdot 10^{-5}$	4,74
Карбонат кислотаси	H_2CO_3	$K = 4,5 \cdot 10^{-7}$	1,76
		$K = 4,8 \cdot 10^{-11}$	7,20
Цианид кислотаси	HCN	$K = 5,0 \cdot 10^{-10}$	9,15
Сульфид кислотаси	H_2S	$K = 1,0 \cdot 10^{-7}$	6,99
		$K = 2,5 \cdot 10^{-13}$	12,89
Сульфит кислотаси	H_2SO_3	$K = 1,4 \cdot 10^{-2}$	1,76
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
Водород пороксид	H_2O_2	$K = 2,0 \cdot 10^{-12}$	
		$K = 1,0 \cdot 10^{-25}$	11,70
Чумоли кислотаси	$HCOOH$	$K = 1,5 \cdot 10^{-4}$	3,75
Вино кислотаси	$H_2C_4H_4O_6$	$K = 1,0 \cdot 10^{-3}$	3,04
		$K = 4,6 \cdot 10^{-5}$	4,37
Ортоборот кислотаси	H_3BO_3	$K = 6,0 \cdot 10^{-10}$	9,24
		$K = 1,8 \cdot 10^{-13}$	
		$K = 1,6 \cdot 10^{-14}$	
Нитрит кислотаси	HNO_2	$K = 6,9 \cdot 10^{-4}$	3,29
Фторид кислотаси	HF	$K = 4,0 \cdot 10^{-10}$	3,17
Қўргошин гидроксиди	$Pb(OH)_2$	$K = 9,6 \cdot 10^{-4}$	7,52

**Оксидловчи ва қайтарувчиларнинг нормал оксидланиш-қайтарилиш
потенциали E^0**

3- Жадвал

Юқори оксидланиш даражаси	$+ \overset{-}{ne}$	Қуйи оксидланиш даражаси	$E_{o,b}$
F_2	$+ \overset{-}{2e}$	$2F^-$	+2,87
$S_2O_8^{2-}$	$+ \overset{-}{2e}$	$2SO_4^{2-}$	+2,05
$NaBiO_3 + 4H^+$	$+ \overset{-}{2e}$	$BiO^+ + Na^+ + 2H_2O$	+1,8
$H_2O_2 + 2H^+$	$+ \overset{-}{2e}$	$2H_2O$	+1,77
$MnO_4^- + 4H^+$	$+ \overset{-}{3e}$	$MnO_2 + 2H_2O$	+1,69
$MnO_4^- + 8H^+$	$+ \overset{-}{5e}$	$Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,51

$PbO_2 + 4H^+$	$+2\bar{e}$	$Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,455
$ClO_3^- + 6H^+$	$+6\bar{e}$	$Cl^- + 3H_2O$	+1,45
Cl_2	$+2\bar{e}$	$2Cl^-$	+1,359
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+$	$+6\bar{e}$	$2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
$MnO_2 + 4H^+$	$+2\bar{e}$	$Mn^{2+} + 2H_2O$	+1,23
$O_2 + 4H^+$	$+4\bar{e}$	$2H_2O$	+1,229
$2IO_3^- + 12H^+$	$+10\bar{e}$	$I_2 + 6H_2O$	+1,19
Br_2	$+2\bar{e}$	$2Br^-$	+1,087
$HNO_2 + H^+$	$+e$	$NO + H_2O$	+0,99
$NO_3^- + 4H^+$	$+3\bar{e}$	$NO + 2H_2O$	+0,96
$O_2 + 4H^+ (10^{-7} M)$	$+4\bar{e}$	$2H_2O$	+0,815
$NO_3^- + 2H^+$	$+e$	$NO_2 + H_2O$	+0,80
Ag^+	$+e$	Ag	+0,799
Fe^{3+}	$+e$	Fe^{2+}	+0,771
$MnO_4^- + 2H_2O$	$+3\bar{e}$	$MnO_2 + 4OH^-$	+0,60
MnO_4^-	$+e$	MnO_4^{2-}	+0,56
$H_3AsO_4 + 2H^+$	$+2\bar{e}$	$HAsO_2 + 2H_2O$	+0,56
J_2	$+2\bar{e}$	$2I^-$	+0,536
$O_2 + 2H_2O$		$4OH^-$	+0,401
$SO_4^{2-} + 8H^+$	$+6\bar{e}$	$S + 4H_2O$	+0,36
Cu^{2+}	$+2\bar{e}$	Cu	+0,337
$SbO^+ + 2H^+$		$Sb + H_2O$	+0,212
$SO_4^{2-} + 4H^+$	$+2\bar{e}$	$H_2SO_4 + H_2O$	+0,17
Sn^{4+}	$+2\bar{e}$	Sn^{2+}	+0,15
$S + 2H^+$	$+2\bar{e}$	H_2S	+0,14
$NO_3^- + H_2O$	$+2\bar{e}$	$NO_2^- + 2OH^-$	+0,01
$2H^+$	$+2\bar{e}$	H_2	+0,00

$\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O}$	$+8\bar{e}$	$\text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$	-0,12
Pb^{2+}	$+3\bar{e}$	Pb	-0,126
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$	$+2\bar{e}$	$\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13
Sn^{2-}	$+2\bar{e}$	Sn	-0,140
Ni^{2+}	$+2\bar{e}$	Ni	-0,23
Co^{2+}	$+2\bar{e}$	Co	-0,28
Cd^{2+}	$+2\bar{e}$	Cd	-0,402
Fe^{2+}	$+2\bar{e}$	Fe	-0,440
$\text{Bi}_2\text{O}_3 + 2\text{HO}$	$+6\bar{e}$	$2\text{Bi} + 6\text{OH}^-$	-0,46
S	$+2\bar{e}$	S^{2-}	-0,48
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$+e$	$\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	-0,56
Zn^{2+}	$+2\bar{e}$	Zn	-0,763
$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	$+2\bar{e}$	$\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,93
Mn^{2+}	$+2\bar{e}$	Mn	-1,19
$\text{ZnO}_2^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$	$+2\bar{e}$	$\text{Zn} + 4\text{OH}^-$	-1,216
Al^{3+}	$+3\bar{e}$	Al	-1,66
$\text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	$+3\bar{e}$	$\text{Al} + 4\text{OH}^-$	-2,35
Mg^{2+}	$+2\bar{e}$	Mg	-2,37
Na^+	$+e$	Na	-2,713
Ca^{2+}	$+2\bar{e}$	Ca	-2,87
K^+	$+e$	K	-2,925

**Кумуш хлорид, хингидрон ва каломел электродларининг турли
хароратдаги стандарт потенциалларининг қиймати**

4– Жадвал

Ҳарорат	$E_{\text{К.Х.Э.}}$	$E_{\text{КЭ}}$ 0,1н КСІ	$E_{\text{КЭ}}$ 1 н. КСІ	$E_{\text{КЭ}}$ Тўйин.КСІ	$E_{\text{хин/гидр}}$
0	0,2365	0,3380	0,2888	0,2601	0,71275
10	0,2314	0,3374	0,2864	0,2536	0,7102
15	0,2285	0,3371	0,2852	0,2503	0,7064
20	0,2256	0,3368	0,2840	0,2471	0,7027
25	0,2223	0,3365	0,2828	0,2438	0,6990
30	0,2190	0,3362	0,2816	0,2405	0,6953
35	0,2156	0,3359	0,2804	0,2373	0,6916
40	0,2121	0,3356	0,2792	0,2340	0,6879
45	0,2083	0,3353	0,2780	0,2308	0,6842

**Сувли эритмаларда айрим ионларнинг чексиз суюлтирилгандаги
эквивалент электр ўтказувчанлик ийматлари (t = 25⁰C)**

5–Жадвал

<i>Катион</i>	λ_0	<i>Анион</i>	λ_0
H^+	349,8	OH^-	198,3
NH_4^+	73,6	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{4-}$	110,5
K^+	73,5	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{3-}$	100,9
$\frac{1}{2} Pb^{2+}$	70	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	85
$\frac{1}{2} Fe^{3+}$	68	$\frac{1}{2} SO_4^{2-}$	80,0
$\frac{1}{2} Ba^{2+}$	63,6	J^-	78,8
$\frac{1}{3} Al^{3+}$	63,0	Br^-	78,1
Ag^+	61,9	Cl^-	76,4
$\frac{1}{2} Ca^{2+}$	59,5	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	74,0
$\frac{1}{2} Sr^{2+}$	59,5	NO_3^-	71,5
$\frac{1}{2} Cu^{2+}$	56,5	$\frac{1}{2} CO_3^{2-}$	69,3
$\frac{1}{2} Cd^{2+}$	54	ClO_4^-	67,4
$\frac{1}{2} Fe^{2+}$	53,5	F^-	55,4
$\frac{1}{2} Mg^{2+}$	53,1	CH_3COO^-	40,9
Na^+	50,1		
Li^+	38,7		

ФҲЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. ч.2. М., изд-во "Высшая школа", - 1989. - 312 с.
2. Физико-химические методы анализа. Под ред. В.Б.Алесковского Ленинград "Химия".- 1988. - 372 с.
3. Чарыков А.К. Математическая обработка результатов химического анализа. - Л.: Химия, 1984. - 168 с.
4. Практикум по физико-химическим методам анализа. Под ред. О.М. Петрухина - М.: Химия. - 1987. - 245 с.
5. Сборник вопросов и задач по аналитической химии (под ред. проф. Васильева В.П.) М., "Высшая школа", 1976.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия физико-химические методы анализа. М. изд-во "Высшая школа". -1991.-253с.
7. Крешков А.П. Основы аналитической химии Т.3. Химия 1976,- 478 с.
8. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. - М.: Химия, 1973. - 536 с.
9. Булатов М.И., Калинин И.И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. Л., Ленинградское отделение. "Химия". - 1986.

Компютерда терувчи: Мухаммедова Р.