

24.4(кыр)
М 75

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН
БИЛИМ БЕРҮҮ ЖАНА ИЛИМ МИНИСТРЛИГИ

И. АРАБАЕВ АТЫНДАГЫ
КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

*Адылбек Молдошев
Бектемир Мурзубраимов*

АНАЛИТИКАЛЫК ХИМИЯ

Бишкек – 2013

УДК 543
ББК 24.4
М 75

Рецензенттер:

Асанов У.А., химия илимдеринин доктору, профессор,
Кыргыз Улуттук илимдер академиясынын
академиги.

Сатывалдиев А.С., химия илимдеринин доктору,
профессор.

Сарымзакова Р.К., химия илимдеринин доктору,
профессор.

Молдобаев С.М., химия илимдеринин кандидаты,
профессор.

Токушева Г.Т., химия илимдеринин кандидаты, доцент.

М 75 Молдошев А., Мурзубраимов Б.
Аналитикалык Химия. – Б.: 2013. – 541 б.

ISBN 978-9967-04-510-1

Бул окуу китеби Кыргыз Республикасынын билим берүү жана илим министрлиги тарабынан жогорку окуу жайларынын студенттери үчүн сунушталган.

М 1707000000-13

ISBN 978-9967-04-510-1

УДК 543
ББК 24.4

©Молдошев А.,
Мурзубраимов Б., 2013

Кириш сөз

Бул окуу китеби химия, биология, экология, ошондой эле окуу пландарында аналитикалык химия предмети бар башка адистиктер боюнча билим алып жатышкан жогорку окуу жайларынын студенттерине сунушталат.

Окуу китебинин сапаттык анализ бөлүмү 2008-жылы, сандык анализи 2010-жылы чыккан. Айрым толуктоолорду киргизүү менен бул китеп 2013-жылы кайрадан басылып чыкты. Окуу китеби үч бөлүмдөн турат: сапаттык анализ, сандык анализ, анализдин физико-химиялык методдору. Илим катары аналитикалык химиянын негизги өзөгүн түзгөн жалпы теориялык маселелер сапаттык анализ бөлүмүндө каралды. Ал эми сандык анализ, анализдин физико-химиялык методдору боюнча теориялык маселелер ал бөлүмдөрдү баяндоодо каралды.

Сапаттык анализ – кислота-негиздик, кычкылдануу-калыбына келүү, чөктүрүү, комплекстик кошулмаларды пайда кылуу реакцияларынын, гидролиз, экстракция жана хроматография процесстеринин теориялык негиздери каралды. Ошондой эле кислота-негиздик классификациясы боюнча катиондордун аралашмасын анализдөөнүн схемалары жана аныктоо реакциялары берилди. Ошону менен бирге ар бир топтун катиондорунун, аниондорунун аралашмасынын анализи боюнча тестирилөөнүн суроолору келтирилди.

Сандык анализ – салмактык жана көлөмдүк химиялык анализдин теориялык негиздери каралды. Эритмедеги заттын белгисиз концентрациясын титрлөө жолу менен аныктоо техникасы жана анализдин жыйынтыгы боюнча эсептөөнүн ыкмалары көрсөтүлдү. Эритмелердин концентрациясын туюнтуу жана аларды даярдоо ыкмалары берилди. Эритмелердин бир концентрациядан экинчисине өтүү жана аларды суюлтуу боюнча маселелердин чыгарылыш ыкмасы сунушталды. Ошондой эле көптөгөн химиялык заттарды аныктоо боюнча лабораториялык иштер берилди.

Анализдин физико-химиялык методдору – фотометрия, рефрактометрия, поляриметрия, потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия жана хроматографиялык методдорунун

теориялык негиздери каралды. Жогоруда айтылган методдор боюнча приборлордун оптикалык жана электрдик схемалары, иштөө принциптери көрсөтүлдү. Ошондой эле ар бир темага байланыштуу лабораториялык иштердин аткарылышы берилди.

Ар бир глава окурманга теманын материалын канчалык денгээлде өздөштүргөнүн өз алдынча контролдоого мүмкүндүк берген текшерүү суроолору жана маселелер менен аякталат. Ошондой эле ар бир теманын аягында эсепти чыгаруунун ыкмасы берилген жана өз алдынча чыгаруу үчүн маселелер сунуш кылынган.

Китептин аягында тиркеме катары химиялык заттардын маанилүү константалары, анализде колдонулуучу реагенттердин даярдалышы, жана логарифмалардын таблицасы келтирилди.

Аналитикалык химия илими жана анын мааниси

Аналитикалык химия заттын сапаттык, сандык курамын аныктоочу методдордун теориялык негиздерин жана практикалык ыкмаларын изилдөөчү илим.

Эл чарбасынын бардык тармактарынын химиялык анализсиз ийгиликтүү өрчүшүн элестетүү мүмкүн эмес.

Таза заттардын анализи, электрондук техниканын материалдарынын анализи ошондой эле курамы өзгөрүлмөлүү болгон жаңы заттардын проблемалары аналитикалык химиянын методдору менен ийгиликтүү чечилүүдө.

Атомдук энергетика, ракета куруу жана электроника өнөр жайларынын өсүшүндө аналитикалык химиянын жетишкендиктери маанилүү орунду ээлейт. Аналитикалык химия бул тармактарды анализдин эффективдүү методдору менен гана камсыз кылбастан көптөгөн технологиялык процесстерди иштеп чыгуунун негизи болуп калды.

Айлана-чөйрөнүн (абанын, ичүүчү жана жаратылыш сууларынын, топурактын жана тамак-аш азыктарынын)

бузулушун текшерүү, көзөмөлдөө химиялык жана физико-химиялык анализдин жардамы менен жүргүзүлөт. Алардын тазалыгы айлана-чөйрөнү булгоочу заттардын чектүү мүмкүндүк концентрациясы боюнча аныкталат.

Физико-химиялык закондор, эң биринчи иретте Д.И.Менделеевдин мезгилдик закону, ошондой эле жалпы химиянын негизги теориялык жоболору химиялык анализдин негизин түзөт.

Ошондой эле аналитикалык химия заттардын касиетине негизделген реакцияларды, заттардын түзүлүшү менен аналитикалык касиетинин ортосундагы байланышты, заттарды бири-биринен ажыратып бөлүп алуу жолдорун изилдейт. Заттардын аналитикалык касиетинин негизинде химиялык анализдин ыкмасы түзүлөт.

Химиялык анализдин негизинде айрым закондор ачылган. Составдын туруктуулугу, эселик катышы, элементтердин атомдук массасы, химиялык эквиваленттери жана көп бирикмелердин химиялык формуласы аныкталган.

Аналитикалык химия жаратылыш илимдеринин өнүгүшүнө өзүнүн салымын кошуп келет. Мисалы, геохимия, минералогия, геология, физика, биология, медицина, агрохимия, металлургия жана химиялык технология.

Өндүрүштөгү жүрүп жаткан технологиялык процессти жана алынган материалдын сапаты химиялык анализдин жардамы менен көзөмөлдөнүп турат.

Бардык чыгарылып жаткан товарлардын мамлекеттик стандарты химиялык жана физико-химиялык анализдин негизинде түзүлгөн.

Аналитикалык химиянын теориясында кванттык химия, математикалык методдор кеңири колдонулууда жана анализдин алдын ала айтуу маселелери иштелүүдө.

I - глава. АНАЛИТИКАЛЫК ХИМИЯНЫН ӨНҮГҮҮ ТАРЫХЫ

Айрым химиялык анализдер байыркы заманда эле белгилүү болгон. Мисалы, адамдар кенден металлдарды, өсүмдүктөрдөн дары - дармектерди, боекторду жана жыттуу заттарды алууга жетишкен.

Илим катары аналитикалык химия XVII кылымдын ортосунда гана өнүгө баштаган. XVII кылымдын биринчи жарымында англиялык окумуштуу Бойль органикалык эмес заттардын анализинин негизин түзгөн жана химиялык анализ деген терминди киргизген.

Орустун улуу окумуштуусу М.В. Ломоносов 1748 жылы сандык химиялык анализдин негизи болгон массанын сакталуу законун ачкан.

XVIII кылымда Т.Ловиц жана В.Севергин эки жаңы анализдин методун иштеп чыгышкан - микрокристаллоскопиялык жана колориметриялык.

1835-жылы француз химиги Гей-Люссак көлөмдүк анализди сунуштаган.

XIX жана XX кылымда аналитикалык химия дүркүрөп өнүккөн. XIX кылымдын ортосунда немец окумуштуусу Р. Бунзен газ анализин жана К.Кирхгоф менен бирдикте спектралдык анализди түзүшкөн.

1871-жылы аналитикалык химия боюнча окуу китепти биринчилерден болуп Н.А. Меншуткин жазган.

1869-жылы Д.И.Менделеевдин ачкан элементтердин мезгилдик закону аналитикалык химиянын өнүгүшүнө чоң таасирин тийгизген. Ошондой эле Д.И. Менделеев эритмелердин теориясын иштеп чыккан жана биринчилерден болуп химиялык метрологиялык лабораторияны уюштурган.

1885-жылы М.А. Ильинский аналитикалык химияга биринчи жолу органикалык реагенттерди колдонууну киргизген.

1903-жылы М.С.Цвет хроматографиялык анализди ачкан. Орустун окумуштуусу Н.А. Тананаев жана австриялык окумуштуу Ф.Файгель тамчы анализин иштеп чыгышкан жана бөлчөктүү анализ үчүн сунуштаган.

Аналитикалык химиянын өнүгүү тарыхында анализдин теориясы боюнча жүргүзүлгөн изилдөөлөр маанилүү орунду ээлейт. Мисалы: С.Аррениус, электролиттердин диссоциация теориясын иштеп чыккан.

В. Оствальд массанын таасир этүү законун аналитикалык реакцияларды теориялык жактан негиздегенге колдонгон.

Нернст бөлүштүрүү законунун ачкан, эригичтиктин көбөйтүндүсү деген түшүнүктү киргизген жана гальваникалык элементтердин теориясын иштеп чыккан.

Г. Льюис, иондордун активдүүлүгүн жана кислоталардын, негиздердин теориясын түзгөн. Д. Бренстед, протондук теориянын автору.

Кычкылдануу-калыбына келүү реакцияларынын теориялык негиздеринин өнүгүшүнө чоң салым кошкон орус химиги Л.В. Писаржевский болгон.

Орустун көрүнүктүү окумуштууларынын бири Н.С.Курнаков физико-химиялык анализдин негизги принциптерин иштеп чыккан.

Илимий техникалык революция аналитикалык химиянын өзгөчө инструменталдык методун өнүктүрүүгө түрткү берди. XIX кылымдын экинчи жарымында анализдин жаңы методдору пайда болду: ядро-магниттик, электрон – парамагниттик, ядро-квадрупольдук резонанс ж.б.

Азыркы учурдун талабына жооп берген келечектүү методдор кеңири колдонулууда. Мисалы: ультра, инфра спектроскопиясы, газ жана суюктук хроматографиясы.

Аналитикалык химиянын өнүгүшүнө чоң салымдарын кошушкан окумуштуулардын катарына Н.П. Алимарин, Ю.А.Золотов, А.И. Бусев, С.Б. Савин, Н.М. Коренман, В.И.Кузнецов, К.Б. Яцмирский ж.б. атаса болот.

1.2 Сапаттык анализ

Затты изилдөөдө сапаттык жана сандык анализдин методдорун колдонушат.

Сапаттык анализдин жардамы менен заттардагы элементтердин, иондордун, молекулалардын жана функционалдык группалардын бар экендиги аныкталат. Сапатык анализдин методдору төмөнкүлөр: химиялык, физикалык, физико-химиялык жана биологиялык болуп бөлүнөт.

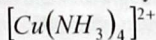
Физикалык анализде заттын физикалык касиети аныкталат - поляризацияланган нурдун тегиздигинин айланышын, эритмедеги жарык нурунун сынышын, оптикалык спектрин жана башкалар.

Физико-химиялык анализде химиялык реакция кезинде заттын физикалык касиетинин өзгөрүшүн өлчөйт. Мисалы: оптикалык жана электрохимиялык касиеттери аныкталат.

Химиялык анализде - химиялык реакциялар колдонулат жана анализдин эффектиси куралданбаган көз менен байкалат.

Биологиялык метод биологиялык активдүү заттарды анализдөөдө колдонулат. Мисалы, антибиотиктер, гормондор, ферменттер.

Анализдин химиялык методу аныктала турган затты белгилүү бир касиетке ээ болгон жаңы кошулмага айландырууга негизделген. Мисалы: Cu^{+2} көк түстөгү комплекстик ионду пайда кылуусу боюнча аныкталат.



Аткаруу ыкмасы боюнча сапаттык аналитикалык реакциялар суюктукта жана кургак түрүндө жүргүзүлөт. Суюк түрүндө жүргүзүлүүчү реакциялар сапаттык анализде кеңири колдонулат. Сапаттык анализде аналитикалык эффекти пайда кылган реакциялар гана колдонулат. Мисалы,

эритменин түсүнүн өзгөрүшү, чөкмөнүн пайда болушу, эриши, газдын бөлүнүшү, жыты жана түсү.

Изилденүүчү заттын санына, көлөмүнө жана аткаруу техникасына карата сапаттык анализдин химиялык методу макро -, микро -, полумикро-, ультрамикро-, субмикро- болуп бөлүнөт. 1955 - жылы таза жана прикладдык боюнча эл аралык бирикмесинин аналитикалык химия секциясы анализдин методдорун жаңыча атады.

1-таблица

Сапаттык анализдин химиялык методдору

Эскиче аталышы	Жаңыча аталышы	Изилденүүчү заттын саны	
		г	Мл
Макроанализ	Грамм – метод	1 – 10	10-100
Полумикроанализ	Сантиграмм – метод	0,05 – 0,5	1 – 10
Микроанализ	Миллиграмм – метод	$0,001 - 10^{-4}$	$0,1 - 10^{-4}$
Ультрамикроанализ	Микрограмм – метод	$10^{-1} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$
Субмикроанализ	Нанограмм – метод	$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{-7} - 10^{-10}$

Микрохимиялык анализдин жардамы менен $10^{-3} - 10^{-6}$ г затты же $0,1 - 10^{-4}$ мл изилдене турган эритмени анализдейт. Аткаруу техникасы боюнча микрохимиялык анализ микрокристаллоскопиялык жана тамчы анализине бөлүнөт.

Микрокристаллоскопиялык анализ айнек пластинкасынын бетинде жүргүзүлөт, изилдене турган иондун бар экендиги пайда болгон кристаллдын формасы, айрым учурда түсү же оптикалык касиети боюнча аныктайт.

Тамчы анализин 1920 - жылы Н.А.Тананаев сунуштаган. Бул ыкмада жогорку сезгичтикке ээ болгон эритмелердин жана реагенттердин тамчылары колдонулат. Бул анализди айнек, фарфор пластинкасынын, сааттын айнегинин жана

фильтрлөөчү кагаздын бетинде жүргүзүүгө болот.

Кургак анализ методу катуу абалдагы заттар менен жүргүзүлөт. Кургак анализ методу пирохимиялык жана сүрүлүү методуна бөлүнөт. Пирохимиялык анализ – изилдене турган затты газдын жалынында ысытат. Бул анализ эки ыкма менен жүргүзүлөт: түстүү айнекти пайда кылуу, жалындын түсүнүн өзгөрүшү боюнча аныкталат.

Айрым заттардын элементтери бура же сода менен ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O, Na_2CO_3$) балкып эриткенде ар кандай түстөгү айнек мончокторун пайда кылат. Мисалы, *Cr* - жашыл, *Co* - көк, *Mn* - сая. Эки кургак затты аралаштырып сүргөндө ар кандай түстөгү кошулма пайда болот. Бул ыкманы 1898 - жылы орустун окумуштуусу Ф.М.Флавицкий сунуштаган.

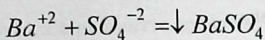
Алсак, $Fe^{+3} + 3SCN^- = \downarrow Fe(SCN)_3$ кызыл түскө өтөт.

Бул реакциянын жардамы менен тиоцианат ионун ачууга болот.

Кургак анализ аз колдонулат, анткени айрым иондор гана түстүү кошулмаларды пайда кылат. Мындай типтеги реакциялар лабораторияда алгачкы же талаа шартында геологиялык изилдөөлөрдү жүргүзүүдө колдонулат.

Сапаттык анализде негизинен эритмедеги жүргөн реакцияларды колдонот. Анализдене турган зат эритилип изилденет. Эриткич катарында дистирленген суу, минералдык кислоталардын эритмелери (HCl, HNO_3, H_2SO_4), щелочтор ($NaOH, KOH$) пайдаланылат.

Мисалы, SO_4^{-2} анионун изилдене турган эритмеден $BaSO_4$ ак чөкмөсүн пайда кылуусу боюнча аныктайт.



Жездин иону бар эритмеде аммиактын эритмесин ашыкча санда кошуу менен көк түстөгү эритме пайда болот.

$Cu^{+2} + 4NH_3H_2O = [Cu(NH_3)_4]^{2+}$ көк түстөгү комплекстик катион пайда болот. Эритмеде жүргөн сапаттык реакциялар көлөмү 2-5см³ болгон айнек пробиркаларында жүргүзүлөт. Пайда болгон чөкмөнү айлантып, тундуруу жолу менен бөлүп алат.

1.3. Химиялык реагент жана сапаттык реакцияга коюлган шарттар

Сапаттык анализде колдонулуучу реакциялар жана реагенттер жалпы жана мүнөздүү болуп бөлүнөт. Эгерде реагент бир эле учурда бир нече иондор менен аракеттенише ал жалпы реагент жана реакция боло алат. Көпчүлүк учурда жалпы катарында чөкмөнү пайда кылуу реакциясы пайдаланылат.

Мисалы: Cl^{-}, Br^{-}, I^{-} аниондоруна жалпы реагент катары күмүштүн иону Ag^{+} колдонулат жана $AgCl, AgBr, AgI$ чөкмөсүн пайда кылат. Жалпы реакциянын жардамы менен эритмедеги иондордун бар экендиги жана аларды бири биринен ажыратып бөлүп алууга болот.

Изилдене турган эритмедеги жеке ионду аныктоого колдонулган реагент мүнөздүү деп аталат. Мисалы: Fe^{2+} катионуна мүнөздүү реагент катары $K_3[Fe(CN)_6]$ колдонулат -. Ал көк түстөгү чөкмөнү пайда кылат.

Сапаттык анализде колдонулуучу реакцияларга коюлуучу шарттар:

1. Реакция тез жүрүшү керек
2. Реакция кайталанбашы керек
3. Реакция аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрүшү керек: эритменин түсүнүн өзгөрүшү, чөкмөнү пайда кылуусу, газ абалындагы затты пайда кылуусу, жалындын түсүн өзгөртүүсү.

4. Сапаттык реакциялар жогорку сезгичтиги жана жекече мүнөздүүлүгү менен айрымаланышы керек.

Сапаттык реакцияларды жүргүзүү үчүн керектүү шарттар түзүлбөсө жыйынтыгы туура эмес болушу мүмкүн.

1. Эритменин чөйрөсүнүн таасири.

Кислотада же щелочто эриген чөкмө нейтралдуу гана чөйрөдө чөкмөнү пайда кылат.

2. Ача турган иондун концентрациясынын жетиштүү болушу.

Аныктала турган иондун конентрациясы эң аз санда болгондо реакция жүрбөйт. Эритмедеги заттын концентрациясы эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн чоң болгон учурда зат чөкмөгө түшөт.

3. Эритменин температурасы.

Температурасы жогорулаган сайын чөкмөнүн эригичтиги көбөйсө, мындай реакцияны төмөнкү температурада жүргүзүү керек.

Химиялык реагентке коюлган шарттар

Анализ жана синтез үчүн ошондой эле химиялык реакцияны жүргүзүүгө пайдаланылган заттар химиялык реагенттер деп аталат. Химиялык реагентке коюлган эң негизги талап анын тазалыгы. Химиялык реагенттер тазалыгы боюнча төмөнкүлөргө бөлүнөт: техникалык, таза - составындагы аралашманын саны 2 - процентке чейин, анализ үчүн таза - 1%, химиялык таза - 0,1%, жогорку эталондуу таза жана

өзгөчө таза реагентте аралашманын саны 0,01-0,00001%.

Аналитикалык реакцияларды жүргүзүш үчүн негизинен химиялык жана анализ үчүн таза реагенттерди колдонушат. Катиондорго, аниондорго аналитикалык реакцияларды жүргүзүш үчүн 1см^3 да 5-10мг иону болгон азот жана туз кислотасынын туздарынын эритмеси колдонулат. Эгерде туздардын эритмеси белгилүү бир убакыттан кийин булангырлыкты же чөкмөнү пайда кылса аларга туура келген кислотаны кошуу керек (хлориддерге - HCl , сульфаттарга - H_2SO_4 , нитраттарга - HNO_3 , ацетаттарга - CH_3COOH). Эгерде реагент сууда эрибесе аны органикалык эриткичтерде эритет (спирт, ацетон, бензол ж.б.).

1.4. Сапаттык анализдеги тажрыйбалык иштердин техникасы

Химиялык идиштер.

Пробиркалар. Реакцияны жүргүзүш үчүн конус жана цилиндр түрүндөгү пробиркалар колдонулат (1, а, б- сүрөт). Эритменин көлөмүн өлчөш үчүн чени бар пробиркалар колдонулат (1,- в сүрөт).

Капиллярдуу пипеткалар. Ылдый жагы капилляр түрүндөгү узундугу 8-12 см барабар болгон айнек түтүктөрү колдонулат. Айнек түтүгүнүн жогорку жагына резина калпагы же түтүгү кийгизилет жана айнек шариги менен тыгыз бекитилет (2, а -сүрөт). Резина калпакчасын кысып жана кое берүү менен пипетка эритме менен толтурулат. Капиллярдуу пипетка контролдук ишти аткарууда пробиркадагы изилденүүчү эритмени алууга колдонулат. Пипетканы колдонгондон кийин 2-3 жолу дистирленген суу менен жууп дистирленген суу куюлган стаканга салып коет (2, б- сүрөт).

Колбалар жана стакандар. Көлөмү $25-100\text{см}^3$ барабар болгон химияга чыдамдуу келген стакандар жана конус түрүндөгү колбалар колдонулат. Аларды газдын жалынына ысытканда асбест торчосу пайдаланылат. (3. -сүрөт).

Жуугучтар. Пробиркага дистирленген сууну кошууга жана чөкмөнү жууш үчүн колдонулат. (4. -сүрөт).

Реагенттер куюлуучу идиштер

Полумикроанализде көлөмү $10-20\text{см}^3$ барабар болгон атайын реагенттик идиштер колдонулат. Идиштин оозу резина тыгыны же жылмаланып жасалган калпакча менен жабылган жана ал аркылуу пипетка өткөрүлгөн. (5- сүрөт).

Реагенттик идиштер атайын жасалган штативде сакталат.

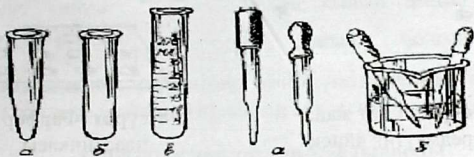
Тамчылаткыч. Тамчылатып сарп кылынуучу күчтүү кислоталардын, щелочтордун жана аммиактын эритмеси айнек тамчылаткычтарда сакталат. (6 сүрөт).

Саат айнеги жана айнек пластинкасы. Диаметри 4-5см барабар болгон саат айнеги тамчы реакцияларын жүргүзүү үчүн колдонулат (7, а - сүрөт). Микрористаллоскопиялык реакцияларын жүргүзүү үчүн айнек пластинкасы колдонулат (7, б - сүрөт.).

Фарфор табагы, стакандар, тигелдер жана пластинкасы.

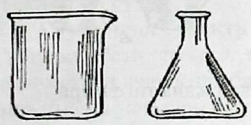
(8, 9 а, б, в, - сүрөт).

Фарфор табагында эритмелерди буулантуу ылайыктуу. Күкүрт кислотасын суюлтуу фарфор стаканында жүргүзүлөт, анткени кислота өтө ысып кетет. Кичинекей көлөмдөгү эритмелерди буулантуу жана какшытуу үчүн фарфор тигели колдонулат. Фарфор пластинкасында түстүү реакцияларды тамчылатуу методу менен жүргүзүлөт.

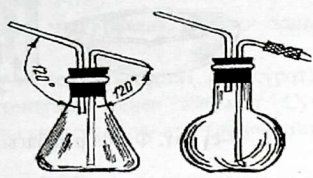


1-сүрөт. Пробиркалар: а-конус түрүндөгү; б-цилиндр түрүндөгү; в-өлчөөчү;

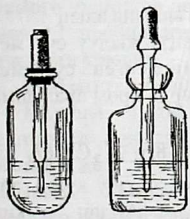
2-сүрөт. Капиллярдык пипеткалар жана аларды сактоо



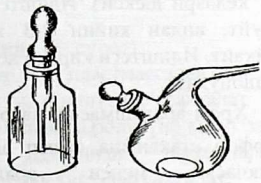
3-сүрөт. Химиялык стакан жана конус түрүндөгү колба



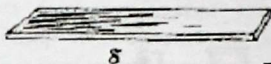
4-сүрөт. Жуугучтар



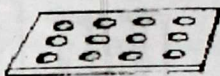
5-сүрөт. Реагенттик идиштер.



6-сүрөт. Тамчылаткычтар.



7-сүрөт. Саат жана предметтик айнек



8-сүрөт. Фарфор пластинкасы



9-сүрөт. Фарфор табагы, стакан жана тигелдери

Химиялык идиштерди даярдоо

Тажрыйбалык иштерди баштаардын алдында керектүү идиштерди анализ жүргүзүүгө даярдоо талап кылынат. Идиштер таза жуулууга тийиш, анткени аз сандагы кир кала берсе ал дагы анализдин туура эмес чыгышына алып

келээри шексиз. Идиштерди крандагы жылуу суу менен жууйт, андан кийин 2-3 жолу дистирленген суу менен чайкайт. Идиштеги кирлер кетпеген учурда хром аралашмасы колдонулат.

Хром аралашмасын даярдаш үчүн 6-8гр $K_2Cr_2O_7$ алып фарфор стаканына салып ага $50-60\text{см}^3$ сууну куюп айнек таякчасы менен аралаштырат. Андан кийин концентрацияланган күкүрт кислотасын кичинеден кошуп айнек таякчасы менен аралаштыруу менен көлөмдү 100см^3 жеткизет. (Абайлап иштеш керек! Анткени аралашма аябай

ысып чыгат). Хром аралашмасы куюлган идиш жытты тартып кетүүчү шкафта сакталат. Хром аралашмасын колдун терисине, кийимге тийгизбегендей кылып иштөө керек.

Идишти $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$ көлөмүнө жараша болгон хром аралашмасы менен чайкап бир нече мүнөт коюп коет, андан кийин крандагы жана дистирленген суу менен жууйт.

Сапаттык анализдин жабдылышы

Сапаттык анализде төмөнкү жабдуулар колдонулат: газ күйгүзгүчү, суу мончосу, центрифуга, металл штативи, микроскоптор, реагенттер салынган штативдер, тигель кыпчыгычы жана пробирка кармагычтар.

Газ күйгүзгүчү эки типте чыгарылат: Бунзен жана Теклю (10- сүрөт).

Суу мончосу электр тогу менен ысытылат. (11- сүрөт). Үстүнкү бети тегерек пластинкалар менен жабылат. Суу мончосунун ичинде пробирканы ысытуу үчүн атайын коюлган пластмасса уячалары бар.

Центрифуга – массасы чоң болбогон чөкмөнү көлөмү аз болгон эритмеден бөлүп алыш үчүн колдонулат. (12- сүрөт) Центрифуганын иштеши аны тез айлантуу менен борборго умтулуучу күчтүн таасири астында заттын бөлүкчөлөрү чөкмөгө түшөт да эритме тунук болуп калат. Центрифуга 4 жана 12 пробиркага эсептелинген, ал пробиркалар атайын уячаларга коюлат.

Реагенттер коюлган штатив (13- сүрөт).

Мындай штатив жыгачтан же пластмассадан жасалат. Реагенттер куюлган пипеткалуу идиштерде сакталат. Бул штатив 3 же 6 текчеден турат. Ылдыйкы бөлүгүнө катуу заттар салынган банкалар коюлат. Штативдин тартмаларында тигелдер, фильтр жана индикатордук кагаздар сакталат.

Металл штативи (14-сүрөт) – ысытуу, чыпкалоо, буулантуу жана чөкмөсү бар тигелди какшытуу процесстеринде колдонулат.

ОШ МАМЛЕКЕТТИК ЧИВЕРСИТЕТИ

КИТЕПКА

17
ИЧВ №

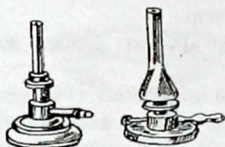
985202

Микроскоп (15-сүрөт). Микрористаллоскопиялык реакциядан пайда болгон кристаллдардын формасы боюнча кайсы элементтин кошулмасына таандык экени микроскоп аркылуу аныкталат.

Тигел кыпчыгычы (16-сүрөт).

Ысык эритмеси же чөкмөсү бар тигелдерди, фарфор табактарын кармаганга колдонулат.

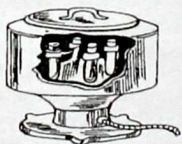
Ошондой эле **пробирка коюлган штатив** (17, а- сүрөт), **пробирка кармагыч** (17, б- сүрөт) лабораторияда дайыма колдонулат.



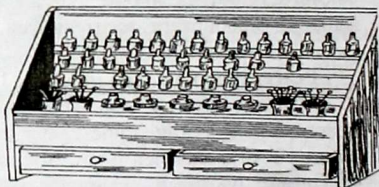
10-сүрөт.
Газ күйгүзгүчтөрү.



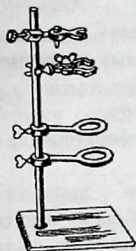
11-сүрөт.
Суу мончосу.



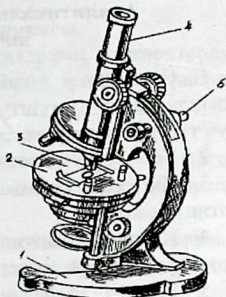
12-сүрөт. Центрифуга.



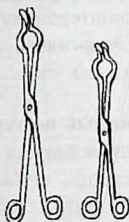
13-сүрөт. Реагенттер коюлуучу штатив.



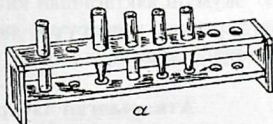
14-сүрөт. Металл штативи.



15-сүрөт. Микроскоптун жалпы көрүнүшү.
1- штатив, 2- предметтик тол,
3- объектив, 4- окуляр,
5- микрометриялык механизм.



16-сүрөт.
Тигел кыпчыгычы.



17- сүрөт Пробирка коюлуучу штатив *a*, жана пробирка кармагыч *b*

Аналитикалык химия лабораториясында иштөөнүн эрежелери

1. Студенттер лабораториялык жумушту аткаруу алдында ошол жумушту методикалык көрсөтмөлөр боюнча окуп түшүүнүсү зарыл.
2. Коопсуздук техникасын сактоо.
3. Иштеген орунда жана лабораторияда тазалыкты, тартипти сактоо
4. Иштеген орунда ашыкча жана кереги жок аппаратуралардын, идиштердин болбогону ылайыктуу.
5. Реагент куюлган склянканы ачык калтырбай аны колдонгондон кийин жаап өз ордуна кою керек.
6. Газ жана түтүн бөлүнүү менен жүргөн реакцияларды жытты тартып кетүүчү шкафта жүргүзүү зарыл.
7. Реагентти, газды, сууну жана энергияны үнөмдөп колдонуу.
8. Иштетилген сульфиддерди, сымаптын, коргошундун кошулмаларын, кислоталардын жана щелочтордун эритмелерин атайын коюлган идиштерге кую ылайыктуу.
9. Жумуш аяктагандан кийин идиштерди жууп иштеген ордун тартипке келтирүүсү зарыл. Энергияны, газды жана сууну өчүрүү керек.

Аткарылган лабораториялык иштерди жазуу эрежелери

Лабораториялык иштин номери

Лабораториялык иштин аталышы

Реакциянын максаты, жүргүзүүнүн шарттары жана эффектиси, (чөкмө пайда болуусу, түсү, газдын бөлүнүп чыгышы жана эритменин түсүнүн өзгөрүшү). Реакциянын теңдемесин молекула жана ион түрүндө жазуу.

Контролдук жумушту аткарганда дептерге кайсы иондор табылды, анализдин схемасын көрсөткүлө. Реакциясын жазгыла.

Коопсуздук техникасы

1. Концентрацияланган кислоталардын, щелочтордун жана хром аралашмасынын эритмелерин дененин терисине, кийимге тийгизбей иштөө керек.

2. Күкүрт кислотасын суюлтуш үчүн кислотаны сууга кичинеден кошуу керек, тескерисинче сууну кислотага куйганда көп жылуулук бөлүнүп чыгат жана чачырашы мүмкүн

3. Чоң көлөмдөгү күкүрт кислотасын куюштурганда атайын жасалган кийимдерди колдонуу зарыл. (резинадан жасалган фартук, мээлей, өтүк жана көз айнек).

4. Концентрацияланган кислоталардын, щелочтордун жана аммиактын эритмелерин пипетка менен сорууга болбойт. Резина шариги кийгизилген пипетканы колдонууга болот.

5. Катуу түрүндөгү щелочту алыш үчүн пинцет же фарфордон жасалган кашыкты колдонот, майдалаш үчүн резинадан жасалган фартукту, мээлейди жана көз айнекти колдонуусу зарыл.

6. Химиялык лабораторияда тамактанууга уруксат берилбейт.

7. Күйүүчү, жеңил күйүүчү жана учма заттарды жалындын жана ысытылган приборлордун жанына коюга болбойт.

Ар кандай кырсыкка карата көрүлүүчү чаралар

1. Биринчи даражадагы күйүк алганда денедеге тери кызарат 90-95 %түү этил спирти менен нымдалган кебезди күйүккө кою керек. Экинчи даражадагы күйүк алганда териде ыйлакчалар пайда болот. 90-95% түү этил спирти же 5% $KMnO_4$ эритмеси колдонулат.

2. Күкүрт кислотасынан күйүк алганда крандагы суу менен жууп, андан кийин 3% түү $NaHCO_3$ менен нымдоо керек.

3. Щелочтон күйүк алганда алгач суу менен жууп андан кийин 1% уксус кислотасы менен нымдалышы зарыл.

4. Аммиак менен ууланганда кустуруш үчүн бир нече көлөм сууну ичүү андан кийин өсүмдүк майын же сүт берүү керек. Таза абага алып чыгуу да өзүнүн оң натыйжасын берет.

5. Анча чоң эмес жарат алганда (кесип, тилип) иоддун спирттеги эритмеси же 5% суутектин перекиси (H_2O_2) менен нымдап таңып кою керек.

6. Өрт болгон учурда тез арада газды, энергияны өчүрүп, күйүүчү жана жарылуучу заттарды сыртка алып чыгаруу менен жалынды өрт өчүргүч, кум жана кездеме менен өчүрөт.

Лабораториялык иштерди аткаруунун техникасы

Ысытуу. Аткарылуучу жумуштун көпчүлүгү ысытуу менен байланыштуу. Эритмелерди пробиркаларда, колбаларда, стакандарда ысытуу асбест торчосу аркылуу газ күйгүзгүчүндө жана суу мончосунда жүргүзүлөт. Пробиркадагы чөкмөсү бар эритмени жалынга ысытууга болбойт. Анткени ал бир калыпта кайнабагандыктан пробиркадан ыргытылып жибериши мүмкүн.

Буулантуу жана какшытуу. Айрым учурда изилдене турган эритмени өтө суюлтууга туура келет. Ал эми өтө суюлтулган эритмелерден иондорду аныктоо мүмкүн эмес.

Эритменин көлөмүн азайтуу үчүн аны фарфор тиглинен табагына куюп суу мончосунда же асбест торчосу аркылуу газ күйгүзгүчүндө буулантат. Бууланткандан кийинки калдыкты суу мончосунда какшытат. Ачык жалында деле какшытса болот, бирок айрым заттар оксиддерди пайда кылуу менен ажырап кетиши мүмкүн. Демек, анализдин жыйынтыгы туура эмес болоору шексиз.

Чөкмөгө айландыруу. Сапаттык анализде чөкмөгө айландыруу реакциясы иондорду ачууга, бири-биринен ажыратып бөлүп алууга колдонулат. Чөкмөгө айландырганда кристаллдык жана аморфтук чөкмө пайда болот. Ар бир кристаллдык кошулма белгилүү формадагы кристаллдык

торчону пайда кылат. Ал микроскоп менен аныкталат. Эритмени чайкаганда айнек таякчасы менен пробирканын ички бетин сүргөндө кристаллдык чөкмөнүн пайда болушу тездетилет. Чөкмөгө айландыруу ысык эритмелерден жүргүзүлөт, анткени температуранын жогорулашы кристаллды өстүрүүгө (чоңоюга) алып келет.

Аморфтук чөкмө быштак же кебез сыяктуу борпоң келет. Чөкмөгө жай түшөт жана белгилүү формасы жок, бөлүп алынышы, жуулушу кыйынчылык менен аткарылат.

Ошондой эле чөкмөгө айландыруу үчүн белгилүү рН чөйрөнү кармоо керек (кычкыл, щелочтуу жана нейтралдуу).

Центрифуга менен иштеген учурда төмөнкү эрежелерди сактоо талап кылынат.

1. Көлөмү жана формасы бирдей пробиркаларды колдонуу ылайыктуу.

2. Пробирканын четине 8-10 мм жетпегендей кылып суюктук менен толтуруу керек, анткени эритме чачырашы мүмкүн.

3. Пробиркаларды центрифуганын уячаларына симметриялык түрдө жайгаштыруу менен пробиркалардагы суюктуктардын деңгээли бирдей болуу керек. Центрифуганын капкагын жаап туруп иштетилүүсү тийиш.

4. Центрифуганы токтун булагына кошуу менен, белгилүү ылдамдыкка жетишүү үчүн реостаттын кармагычын акырындык менен жылдыруу керек. Кристаллдык 0,5-1,5, аморфтук чөкмө 2-3 мүнөттө чөгөт.

5. Центрифуганы токтотуш үчүн реостаттын кармагычын артка карай акырындык менен жылдырып толук токтогондон кийин капкагын ачып пробиркаларды алса болот.

Заттын бөлүкчөлөрүнүн толугу менен чөгүшүн аныктоо

Бөлүп ала турган иондун толук чөгүшүн аныктоо үчүн чөкмөнүн үстүндөгү тунук эритмеге пробирканын ички капталы аркылуу чөкмөгө түшүрүүчү реагентти 2-3 тамчы

куюу керек. Тамчы эритмеге тийгенде эритме тунук бойдон кала берсе, иондун толук чөккөнүн билдирет. Эгерде эритме булангыр болуп калса ион толугу менен чөкпөгөнүн көрсөтөт. Мындай учурда эритмеге $0,5 \text{ см}^3$ чөкмөгө түшүрүүчү реагентти кошуп, аралаштырып ысытат жана центрифугага салып айландырат. Иондун толук чөгүшүн кайрадан аныктайт.

Эритмени чөкмөдөн бөлүп алуу

Чөкмөнүн үстүндөгү тунук эритмени башка пробиркага куюш үчүн аны айнек таякчасы аркылуу куюп алынат. Бул процесс декантация деп аталат. Бөлүнүп алынган эритме жана чөкмө өз алдынча изилденет.

Чөкмөнүн жуулушу

Чөкмөнү, чөкмөгө түшүрүүчү реагенттин ашыкча санынан тазалаш үчүн дистирленген суу менен жууйт. Жуулуш учурунда чөкмө коллоиддик эритмелерди пайда кылуу менен азыраак эриши мүмкүн. Мындай учурда коагулянттарды кошууга туура келет.

Мисалы, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, аммиактын катышуусу менен 1% түү аммонийдин нитраты (NH_4NO_3) менен жууйт. Кристаллдык чөкмөлөрдү 2-3, аморфтук чөкмөлөрдү 4-5 жолу жууйт. Пробиркадагы чөкмөгө сууну куюп айнек таякчасы менен аралаштырып центрифугага салып айландырат. Чөкмөнүн үстүндөгү сууну төгүп таштап, жуулуш процессин кайталайт.

Чөкмөнү эритүү

Көпчүлүк учурда чөкмөлөрдү кислоталарда эритет (HCl , HNO_3 , CH_3COOH). Пробиркадагы чөкмөгө эриткичи пипетка менен кошуп айнек таякчасы аркылуу аралаштырат. Чөкмө толук эрибеген учурда эриткичтен кошуп суу мончосунда же асбест торчосу аркылуу газ күйгүзгүчүндө ысытылат.

Газ күйгүзгүчүндө ысытканда пробирканы кармагычка карматып оозун башка жакка каратат. Чөкмө толук эрибесе центрифугага салып айлантат. Эритмени изилдейт. Чөкмөнү колдонбойт. Эриткичтин көлөмү тажрыйба жүзүндө аныкталат.

Пробиркада жүргүзүлүүчү реакциянын аткарылышы

Көпчүлүк учурда иондордун аналитикалык реакциясы пробиркаларда жүргүзүлөт. Тажрыйбаны жүргүзүш үчүн изилдене турган эритмеден пипетканын жардамы менен 2-3 тамчы пробиркага алынат жана пробирканын капталына тийгизбестен ага 2-3 тамчы реагентти кошот жана айнек таякчасы менен аралаштырат же чайкайт. 1-2 мүнөттөн кийин реакциянын эффектиси байкалат. Эгерде чөкмөнү пайда кылуу реакциясы жүргүзүлсө анда анын касиети изилденет. Чөкмөсү бар эритмени аралаштырып, бир нече пробиркага бөлөт жана эригичтигин күчтүү, начар кислотада, щелочто, сууда аныктайт.

Микрокристаллоскопиялык реакциянын аткарылышы

Мындай реакцияны жүргүзүү тыкандыкты тактыкты талап кылат. Айнек пластинкасынын реакция жүргүзүлүүчү бети таза жана кургак болуу керек. Айнек пластинкасына изилденүүчү эритменин тамчысын айнек таякчасынын жардамы менен тамчылатат, жанына реагентти тамчылатат. Айнек таякчасы менен эки тамчыны кошот. Аз убакыттан кийин кошулманын кристаллы пайда болот. Эгерде бул процесс жай жүрсө аны кристалл пайда болгончо акырындык менен ысытат. Эгерде тамчы какшып кетсе тажрыйбаны кайталоо керек. Пайда болгон кристаллды микроскоптун карайт. Микроскоптун тубусу айнек пластинкасынан 0,5см жогору болуу керек. Микроскоптун тубусун көтөрүү менен даана көрүнүшкө жетүүгө болот. Микроскоптун объективине эритме тийбегендей кылып иштөө керек.

Тамчы реакциясынын аткарылышы

Тамчы анализи кагаздын же борпоң заттардын капиллярдык түтүкчөлөрүн колдонууга негизделген. Иондордун кагаздын бетинде синирилиши түтүкчөлөрдүн активдүүлүгү боюнча ар кандай тилкелерге бөлүнөт. Айрым учурда чөкмөгө түшүрүүчү реагенттерди колдонгондо алар аныкталуучу ион менен эригичтиги аз болгон кошулмаларды пайда кылат. Пайда болгон заттар эригичтиктин көбөйтүндүсүнө жараша ар кандай зоналарга бөлүнөт. Тамчы анализин жүргүзүш үчүн ичке түтүкчөсү бар айнек пипеткасы колдонулат. Айнек пипетканы изилдене турган эритме куюлган идишке салып эритме 1-2 мм көтөрүлгөндө аны алып хроматографиялык кагазга тийгизгенде нымдуу так пайда болот. Эгерде эритме кагаз аркылуу агып кетсе тажрыйбаны кайталоо керек.

1.5. Аналитикалык реакциянын сезгичтиги жана аны туюнтуу жолу

Эң аз сандагы затты (ионду) реагенттин жардамы менен ачып алуу мүмкүнчүлүгү аналитикалык реакциянын сезгичтиги деп аталат.

Аналитикалык реакциянын сезгичтиги бири бирине байланышкан үч көрсөткүч менен мүнөздөлөт: ачылыш мүмкүнчүлүгү (m) чектүү концентрациясы ($C_{чек}$) жана чектүү суюлтуусу ($V_{чек}$), чектүү суюлтулган эритменин минималдуу көлөмү (V_{min})

Ачылыш мүмкүнчүлүгү - реагенттин жардамы менен белгилүү шартта затты (ионду) ачып алуу мүмкүнчүлүгүн көрсөтөт жана ал микрограмм менен туюнтулат

$$1_2 = 10^6 \text{ мкг}$$

Аныктала турган иондун массасынын бирдигинин эриткичтин массасынын көбүрөөк санына болгон

катышы чектүү концентрациясы деп аталат (г/мл).

Чектүү концентрацияга тескери болгон чоңдук чектүү суюлтуу деп аталат. Чектүү суюлтуу 1г аныктала турган нондун кандай көлөмдөгү суу эритмесинде бар экендигин билдирет. Чектүү суюлтуу мл/г туюнтулат.

И.М. Коренмандын жана А.П. Крешковдун формуласы боюнча реакциянын сезгичтигинин көрсөткүчтөр менен болгон байланышы төмөндөгү формула менен туюнтулат.

$$m = C_{чек} V_{мин} 10^6 \text{ (мкг)} \quad (1)$$

Эгерде C чектүүнүн ордуна V чектүү берилсе.

$$m = \frac{V_{мин} \cdot 10^6}{V_{чек}} \text{ (мкг)} \quad (2)$$

Биринчи формуладан $C_{чек} = \frac{V_{мин} \cdot 10^6}{m} \text{ (г/мл)}$

Эгерде чектүү суюлтуу берилсе $C_{чек} = \frac{1}{V_{мин}} \text{ (г/мл)}$ (3)

Экинчи формуладан $V_{чек} = \frac{V_{мин} \cdot 10^6}{m} \text{ (мл/г)}$ (4)

Эгерде эритменин чектүү концентрациясы берилген болсо

$$V_{чек} = \frac{1}{C_{чек}} \text{ (мл/г)} \quad (5)$$

$$V_{мин} = \frac{m \cdot V_{чек}}{10^6} \text{ (мл)} \quad (6)$$

$C_{чек}$ - чектүү же минималдуу изилдене турган эритменин концентрациясы (г/мл).

$V_{чек}$ - изилдене турган эритменин чектүү суюлтуусу (мл/г).

$V_{мин}$ - чектүү суюлтулган эритменин минималдуу көлөмү, (мл).

10^6 - граммдан микрограммга өтүүчү коэффициент.

Жогоруда көрсөтүлгөн формулаларды колдонуу менен реакциянын сезгичтигинин көрсөткүчтөрүн эсептеп алууга болот.

1-мисал .

Магнийди $MgNH_4PO_4$ түрүндө микрокристалло-скопиялык жол менен ачуу үчүн изилдене турган эритменин көлөмү 0,001 мл, ачылыш мүмкүндүгү 0,012мкг барабар. Изилдене турган эритменин чектүү концентрациясын жана суюлтуусун эсептегиле;

Чыгарылышы:

$$C_{чек} = \frac{V_{мин} \cdot 10^6}{m} = \frac{0,001 \cdot 10^6}{0,012} = 83333 \quad \text{г/мл}$$

$$V_{чек} = \frac{1}{C_{чек}} = \frac{1}{1/83333} = 83333 \quad \text{мл/г}$$

2 – мисал

Эритмедеги кальций ионунун чектүү суюлтуусу 50000 мл/г. Кальцийдин ионун аммонийдин оксалаты менен ачуу үчүн керектелүүчү көлөм 0,05мл. Ачылыш мүмкүндүгүн эсептегиле.

Чыгарылышы:

$$m = \frac{V_{мин} \cdot 10^6}{V_{чек}} = \frac{0,05 \cdot 10^6}{50000} = 1 \text{ мкг}$$

1.6. Органикалык эмес иондордун ачылыш шарттары

Эреже катарында аныктала турган ионду башка иондордун катышуусунда ачууга туура келет. Аныктала турган ионду башкалардын катышуусунда ачып алууга колдонулган реагент жана реакция спецификалык же атайын деп аталат.

1 - мисал

Fe^{+3} иону аммонийдин роданиди менен башка иондордун катышуусунда үч валенттүү темирге мүнөздүү болгон канга окшош кызгылт түстүү кошулманы берет.

2 - мисал

Аммиактын ашыкча алынган эритмеси Cu^{+2} менен башка иондордун катышуусунда сыя өндүү көгүш түстүү бирикмени берет.

Бир эле ион менен реакцияга кирген спецификалык реагент сейрек кездешет. Көпчүлүк учурда иондор реагент менен аракеттенишип түсү жана эригичтиги бирдей болгон чөкмөнү пайда кылышат б.а. иондор бири - бирине жолтоо болушат.

Мисалы, Ca^{+2} , Sr^{+2} , Ba^{+2} аммонийдин оксалаты менен азот жана туз кислотасында эригичтиги бирдей болгон ак түстөгү чөкмөнү пайда кылышат.

Аналитикалык реагенттердин чектелген гана иондор менен аракеттениши тандалмалуу деп аталат. Аныктала турган ионду башка иондун катышуусунда ачууга мүмкүн болбогон учурда аны чөкмөгө же комплекстик кошулмага айландырат. Мисалы, никелдин ионун Ni^{2+} диметилглиоксим менен аммиактын чөйрөсүндө ачат. Бул реакцияга темирдин иону Fe^{3+} жолтоо болот, анткени ал аммонийдин гидроксиди менен күрөң түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Никелдин ионун ачыш үчүн темирдин ионунан ажыратуу керек. Эритмеге натрийдин фторидин кошуу менен комплекстик ион пайда болот. $[FeF_6]^{3-}$. Бул кошулма диметилглиоксим менен реакцияга кирбейт.

Sn^{+4}, Sb^{+3} иондору күкүрттүү суутек менен кычкыл чөйрөдө SnS_2 сары, Sb_2S_3 кызгылт сары чөкмөнү пайда кылышат. Эритмеге шавель кислотасын кошкондо калайдын иону шавель кислотасы менен комплекстик кошулманы пайда кылат жана ал күкүрттүү суутек менен реакцияга кирбейт. Сурьманын иону сульфид түрүндө чөкмөгө түшөт (Sb_2S_3).

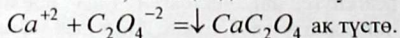
Жолтоо болгон иондорду комплекстик кошулмага айландыруу аналитикалык маскировкалоо деп аталат. Мындай ыкма тамчы жана, бөлчөктүү анализде кеңири колдонулат, анализди тездетет, жөнөкөйлөтөт башка иондордун катышуусунда иондорду ачса болот.

1.7. Бөлчөктүү жана систематикалык анализ

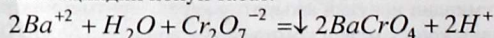
Изилденүүчү эритменин бир бөлүгүнөн иондорду спецификалык же тандалмалуу реагенттин жардамы менен ачылышы бөлчөктүү анализ деп аталат. Бул ыкманы Н.А. Тананаев иштеп чыккан. Мындай учурда иондорду бири-биринен ажыратып бөлүп алуу талап кылынбайт. Иондорду табуу реакциясын жүргүзгөндө алардын бири-бирине жолтоо болгон учурда систематикалык анализ колдонулат.

Систематикалык анализ - жолтоо болгон иондорду бири-биринен ажыратып бөлүп алгандан кийин белгилүү иретте аналитикалык реакциянын жардамы менен ар бир ионду табат.

Мисалы, кальцийдин катиону оксалат түрүндө табылат:



Реакция жетишээрлик деңгээлде сезгич, бирок спецификалык эмес, анткени аммонийдин оксалаты барийдин иону Ba^{+2} менен да ак чөкмөнү берет. Эгерде эритмеде барийдин иону бар болсо аны эритмеден бөлүп алуу керек. Эритмеге дихроматты ашыкча санда кошуу менен барийдин иону толугу менен чөкмөгө түшүрүлөт. Чөкмөнү бөлүп алуу менен кальцийдин ионун табат.



Демек систематикалык анализде өзүнчө иондорду табуу

жана бири биринен ажыратып бөлүп алуу реакциясы колдонулат. Көпчүлүк учурда иондорду бөлүп алуу окшош туздардын эригичтигине ($BaCrO_4, CaCrO_4$) жана учмалыгына негизделген. Аммонийдин ионун (NH_4^+) натрийдин, калийдин жана магнийдин ионунан (Na^+, K^+, Mg^{+2}) ажыратыш үчүн эритмени буулантат жана какшытат. Аммонийдин тузу ажырайт жана учуп кетет. Жолтоо болгон иондун бар же жок экендиги атайын реакциялардын жардамы менен аныкталат.

1.8. Элементтердин аналитикалык касиетинин Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасы менен байланышы

Элементтердин атомдорунун жана алардын иондорунун аналитикалык касиети атомдун электрондук түзүлүшүнөн, иондун зарядынан, радиусунан, иондошуу потенциалынан, кычкылдануу-калыбына келүү потенциалынан, изилденүүчү заттын негиздик, амфотердик, кислоталык касиетинен, комплексти пайда кылуу жөндөмдүүлүгүнөн, иондордун поляризацияланышы, алардын башка иондорго тийгизген таасири жана терс электирдүүлүгүнөн көз каранды.

Ядронун заряды элементтин мезгилдик системадагы ордун, ошондой эле атомдун сырткы электрондук катмарынын түзүлүшүнүн окшоштугунун кайталанышы химиялык касиети менен түшүндүрүлөт.

Иондун заряды бирикменин элементтик курамын, кислота-негиздик, кычкылдандыргыч-калыбына келтиргичтик, комплексти пайда кылуу касиетин аныктайт.

Иондун заряды төмөн болгон металлдар эритмеде ион түрүндө кездешет. $p-$, $d-$ элементтердин жогорку заряддуу иондору электростатикалык күчтүү тартылуунун натыйжасында жана $p-$, $d-$ бош орбиталдары болгондуктан координациялык байланышты жеңил пайда кылышат.

Кычкылдануу даражасы жогорулаган сайын элементтин кычкылдандыргычтык касиети күчөйт. Бир эле элементтин катиондорунун зарядынын өсүшү ошол элементтин

бирикмелеринин эригичтигин азайтат.

Иондордун электрондук катмарынын түзүлүшү алардын касиетине олуттуу таасир этет. Иондор электрондук катмарынын түзүлүшү боюнча айрымаланышат. Тышкы деңгээли 2,8 же 18 электрон менен толтурулган s - элементтер, d - орбиталлардын электрондук катмары толук толтурулган $(18+2)$ p – элементтер жана айрым d – элементтер, d – орбиталдары бир аз толтурулган 18 электрондук катмары бүтпөгөн өтмө элементтер болуп бөлүнүшөт. S^1 элементтердин катиондору (Li^+, Na^+, K^+) сууда жакшы эрүүчү бирикмелерди пайда кылат s^2 - элементтердин катиондорунун $(Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+})$ сульфаттарынын, карбонаттарынын, фосфаттарынын эрибегени менен көпчүлүк кошулмалары сууда эрийт.

18 электрондук катмары толтурулган p –, d - элементтер аз эрүүчү комплекстик кошулмаларды пайда кылат. $(Al^{+3}, Ag^+, Hg^{2+}, Cr^{+3}, Zn^{+2})$.

18 электрондук катмары толук бүтпөгөн d - элементтердин катиондору комплексти пайда кылат ошондой эле алар өзгөрүлмөлүү кычкылдануу даражасына ээ болуу менен кычкылдануу-калыбына келүү реакцияларына жеңил кирет $(Cu^{+3}, Mn^{+2}, Fe^{+2}, Co^{2+})$.

Металл эместер (галогендер, халькогендер) электронду кабыл алуу менен инерттүү газдардын электрондук структурасындай электрондук түзүлүшкө ээ болот жана аниондорду пайда кылат.

Иондун радиусу заттардын кислоталык жана негиздик касиетине таасир этет. Иондун радиусу чоңою менен металлдардын гидроксиддеринин негиздик касиети жогорулайт $(LiOH \rightarrow KOH)$, ошол эле учурда металл эместердин гидриддеринин кислоталык касиеттери өсөт $(HF \rightarrow HI)$.

Иондордун поляризацияланышы алардын радиусу, заряды менен түшүндүрүлөт. **Поляризация - электрондук**

катмардын ядрого карата салыштырмалуу жылышы. Иондордун поляризациялык касиети жогорулаган сайын химиялык байланыш бекемделет (коваленттүүлүк), натыйжада чөкмөлөрдүн эригичтиги төмөндөйт. ($BaF_2 \rightarrow SrF_2 \rightarrow CaF_2$). Иондордун поляризацияланышы алардын жарык нурун сиңирип алуу жөндөмдүүлүгүнө таасир этет. S элементтердин кошулмалары түссүз келет. p -, d -элементтердин бирикмелери түстүү келет. Анткени алардын аниондору катиондордун таасири астында күчтүү поляризацияга дуушар болушат (Pb^{2+} , Sb^{3+} , Bi^{3+} , Cd^{2+} сульфиддери).

Терс электрдүүлүк – элементтин атомунун электронду тартып алуу жөндөмдүүлүгү. Калыбына келтиргич касиетке ээ болгон металлдардын терс электрдүүлүгү төмөн болуу менен алардын гидроксиддеринин негиздик касиети жогорулайт. Жогорку маанидеги терс электрдүүлүк элементтин металл эместигин ошондой эле татаал анионду жана кислотаны пайда кылуу жөндөмдүүлүгүн мүнөздөйт.

1.9. Катиондордун аналитикалык классификациясы жана

Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасы

Катиондордун аналитикалык классификациясы элементтердин мезгилдик системасындагы жайланыш ордуна, түзүлүшүнө, физико-химиялык мүнөздөмөсүнө жана кошулмаларынын химиялык касиетине негизделген. Катиондор үч классификацияга бөлүнөт: кислота-негиздик, аммиак-фосфаттык жана сульфиддик.

Катиондордун классификациясында биринчи группанын катиондоруна Li^+ , Na^+ , K^+ жана радиусу боюнча жакын болгон NH_4^+ иону кирет. Биринчи группанын s^1 элементтеринин терс электрдүүлүгү төмөн, радиустары кичинекей жана поляризациялык касиети начар келет. Байланышы уюлдуу болгондуктан көпчүлүк туздары сууда жакшы эрийт. Алар мезгилдик системанын биринчи группасынын негизги подгруппасынан орун алган. Сульфиддик классификация боюнча катиондордун биринчи группасына жогоруда көрсөтүлгөн катиондордон башка

касиети боюнча литийге жакын болгон магний кирет Mg^{2+} .

S^2 элементтердин катиондору - $Ca^{2+}, Ba^{2+}, Sr^{2+}$ бардык классификация боюнча экинчи группага кирет. Бул катиондорго күкүрт кислотасын, аммонийдин карбонатын, натрийдин гидрофосфатын таасир эткенде чөкмөнү пайда кылышат жана мезгилдик системанын IIА группасында жайланышкан.

Фосфаттык классификация боюнча фосфат (PO_4^{3-}) иону менен чөкмөнү пайда кылуучу катиондордун тобу кирет: s -элементтер ($Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}$), d - элементтер ($Fe^{+2}, Fe^{+3}, Cr^{+3}, Mn^{+2}$), p - элементтер (Al^{+3}, Bi^{+3}).

Бардык классификация боюнча туз кислотасы менен чөгүүчү катиондордун группасы берилген (Ag^2, Hg_2^{+2}, Pb^{+2}), Ag^+, Hg_2^{2+} - d - элементтер, Pb^{+2} - p - элемент.

Ошондой эле амфотердик касиетке ээ болгон p - жана d -элементтеринин катиондору ($Zn^{+2}, Al^{+3}, Sn^{+2}, Sn^{+4}, As^{+3}, As^{+5}, Cr^{+3}$) кислота - негиздик классификациясынын төртүнчү группасында жайланышкан. Амфолиттердин терс электрдүүлүгү чоң, поляризациялык касиети жогору жана алардын кошулмалары шартка ылайык кислоталык, негиздик касиетке ээ болушат.

Аммиак - фосфаттуу классификациясы боюнча $Sn^{+2}, As^{+3}, Sb^{+3}$ катиондору кычкылдандыргычтардын таасири астында жогорку кычкылдануу даражасына чейин кычкылданаары колдонулган.

Айрым катиондор комплекстик кошулмаларды пайда кылуу жөндөмдүүлүгү боюнча бир группага топтолгон - $Ni^{+2}, Co^{+2}, Cd^{+2}, Hg^{+2}, Cu^{+2}$. Бул элементтердин комплекстик кошулмаларды пайда кылуу жөндөмдүүлүгү акцептордук касиети бар бош d - орбиталдарынын болушу менен байланышкан.

Катиондордун аналитикалык классификациясы

Сульфиддик			Кислота-негиздик			Аммиак-фосфаттуу		
Групп-на	Группалык реагентти	Катиондо р	Групп-на	Группалык реагентти	Катиондо р	Групп-на	Группалык реагентти	Катиондо р
I	жок	$\text{Li}^+, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$	I	жок	$\text{Li}^+, \text{K}^+, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$	I	жок	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$
II	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ + NH_3 + NH_4Cl	$\text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	II	H_2SO_4	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	II	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ + NH_3	$\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Be}^{2+}, \text{Li}^+$
Сууда эрибеген карбонаттар			Сууда, кислотада жана щелочто эрибеген сульфаттар			Сууда жана аммиакта эрибеген фосфаттар		
III	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ + NH_3 + NH_4Cl	$\text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$	VI	NH_3	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$	III	Na_2HPO_4	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$
Сууда, аммиакта эрибеген жана туз кислотасында эриген сульфиддер			Аммиакта эрип аммиакты пайда кылуучу гидроксиддер			Аммиакта эрип аммиакты пайда кылуучу фосфаттар		
IV	H_2S HCl	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Hg}^{2+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}$	IV	NaOH	$\text{Al}^{3+}, \text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+}$	IV	HNO_3	$\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}, \text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}$
Туз кислотасында эрибеген сульфиддер			Кислоталарда, щелочтордо эрүүчү амфотердик гидроксиддер			Жогорку кычкылдануу даражасына чейин кычкылданат		
			V	NaOH	$\text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb}^{5+}$			
			Аммиакта жана щелочтордо эрибеген гидроксиддер					
V	HCl	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	II	HCl	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	V	HCl	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$
Сууда жана кислоталарда эрибеген хлориддер			Сууда жана кислоталарда эрибеген хлориддер			Сууда жана кислоталарда эрибеген хлориддер		

3 Таблица

Катиондордун кислота - негиздик системасы

	Аналитикалык группалар					
	I K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺	II Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ²⁺	III Ba ²⁺ , Sr ²⁺ , Ca ²⁺ , (Pb ²⁺)	IV Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Zn ²⁺ , Sn ²⁺ , Sn ⁴⁺ , As ³⁺ , As ⁵⁺	V Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Bi ³⁺ , Sb ³⁺ , Sb ⁵⁺	VI Cu ²⁺ , Hg ²⁺ , Cd ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺
Группа нын мүнөзд омө-сү	Сууда эриген хлорид- дер, сульфаттар жана гидроксид- дер	Сууда жана суулотулган кислоталарда эрибейт	Сууда жана кислота- ларда эрибеген сульфат- тар	Ашыкча алынган шелочто эрүүчү амфотердик гидроксид- дер	Ашыкча алынган шелочто эрибеген гидрок- сиддер	Аммиакат- тарды пайда кылуу менен гидроксид- дерде эрийт
Группа лык реакти вдер	жок	2 н HCl эритмеси	2 н H ₂ SO ₄ эритмеси	4 н NaOH же KOH эритме- синин ашыкча саны	25% түү NH ₄ OH эритме- синин ашыкча саны	25% түү NH ₄ OH эритмеси- нин ашыкча саны
Пайда болгон кошул малар	Эритме K ⁺ , Na ⁺ , NH ₄ ⁺	Чөкмө AgCl, PbCl ₂ , Hg ₂ Cl ₂	Чөкмө BaSO ₄ , SrSO ₄ , CaSO ₄ , (PbSO ₄)	Эритме AlO ₂ ⁻ , CrO ₂ ⁻ , ZnO ₂ ²⁻ , SnO ₃ ²⁻ , AsO ₃ ³⁻ , (SbO ₃ ³⁻)	Чөкмө Mg(OH) ₂ , Mn(OH) ₂ , Fe(OH) ₂ , Fe(OH) ₃ , Bi(OH) ₃ , HSbO ₂ , HSbO ₃	Эритме [Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ , [Hg(NH ₃) ₄] ²⁺ , [Cd(NH ₃) ₄] ²⁺ , [Co(NH ₃) ₆] ²⁺ , [Ni(NH ₃) ₆] ²⁺

Катиондордун кислота-негиздик системасы

Катиондордун бул классификациясы С.Д. Бесков жана О.А. Слизковская тарабынан иштелип чыккан жана педагогикалык багыттагы жогорку окуу жайларынын окуу программасына киргизилген.

Кислоталардын (HCl, H₂SO₄), шелочтордун жана аммиактын эритмелерин таасир этүү менен катиондордун касиеттеринин өзгөрүшүнө жараша алты группага бөлүнөт. I группага шелочтуу металлдардын катиондору Li⁺, Na⁺, K⁺

жана NH_4^+ иону кирет. Группалык реагенти жок. Бул катиондордун туздары сууда жакшы эрийт. Алар жеңил поляризациялануучу ири аниондор менен чөкмөлөрдү пайда кылат.

Туз кислотасынын катиондор тобуна мезгилдик системанын I B группасында жайланышкан элементтердин катиондору Cu^+ , Ag^+ , Au^+ ошондой эле касиети боюнча окшош болгон Hg_2^+ , Tl^+ , Pb^{2+} кирет. Бул катиондордун көпчүлүк туздары сууда эрибейт.

Күкүрт кислотасынын катиондор тобу үчүнчү аналитикалык группасын түзөт. Аларга мезгилдик системанын экинчи группасында жайланышкан элементтердин тобу кирет: Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ra^{2+} . Бул катиондор күкүрт кислотасы менен кислоталарда, щелочтордо эрибеген ак түстөгү сульфаттарды пайда кылышат. Аларды эритиш үчүн карбонатка айлантуу менен уксус кислотасында эритет.

Щелочтордо эрүүчү гидроксиддердин катиондору төртүнчү аналитикалык группасын түзөт. Аларга Al^{3+} , Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} , As^{3+} , As^{5+} катиондору кирет. Бул катиондор амфотердик касиетке ээ.

Бешинчи группага өтмө элементтердин катиондору кирет: Ti^{4+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ошондой эле Mg^{2+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} , Bi^{3+} жана аларга концентрацияланган аммоний гидроксидинин эритмесин таасир эткенде чөкмөнү пайда кылышат.

Алтынчы группага d – элементтердин катиондору кирет: Cu^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} . Аларга аммиактын эритмесин таасир эткенде ар кандай түстөгү аммиак комплекстерин пайда кылат.

Кислота-щелочтук система жетишээрлик деңгээлде иштелип чыккан эмес. Төртүнчү, бешинчи группанын катиондорунун гидроксиддерин чөкмөгө түшүрүү жана аларды ажыратып бөлүп алуу касиети тереңирээк изилдөөнү талап кылат.

Катиондордун аммиак - фосфаттуу системасы

Катиондордун аммиак - фосфаттуу система боюнча анализи Д.И. Менделеев атындагы МХТИ - аналитикалык химия кафедрасында иштелип чыккан жана окуу процессине киргизилген. Бул система боюнча катиондор беш аналитикалык группага бөлүнөт. Биринчи группага Na^+ , K^+ , NH_4^+ катиондору кирет. Группалык реагенти жок.

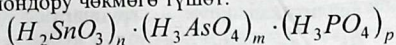
Экинчи аналитикалык группага Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} , Al^{+3} , Cr^{+3} , Bi^{+3} катиондору кирет. Группалык реагенти аммонийдин гидрофосфаты $(NH_4)_2HPO_4$. Экинчи группанын катиондорунун фосфаттары уксус кислотасындагы эригичтиги боюнча эки топко бөлүнөт.

Фосфаттары уксус кислотасында эриген биринчи топтун катиондору Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} , Mn^{+2} , Fe^{+2} . Фосфаттары уксус кислотасында эрибеген экинчи топтун катиондору Fe^{+3} , Al^{+3} , Cr^{+3} , Bi^{+3} .

Үчүнчү аналитикалык группага Cu^{+2} , Hg^{+2} , Cd^{+2} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2} катиондору кирет. Бул катиондордун фосфаттары аммиактын эритмесинде эрип аммиакаттарды пайда кылат. $[Me(NH_3)_n]^{2+}$

Төртүнчү аналитикалык группага Sn^{+2} , Sn^{+4} , Sb^{+3} , Sb^{+5} , As^{+3} , As^{+5} катиондору кирет. Калайдын жана сурьманын иондору азот кислотасы менен ысытканда эрибеген мета-калай мета-сурьма кислоталарын пайда кылат (H_2SnO_3 , $HSbO_3$). Үч валенттүү мышьяк азот кислотасы менен ысытканда кычкылдануу менен мышьяк кислотасын пайда кылат (H_3AsO_4). Мета калай кислотасы пайда болгон учурда изилдене турган эритмеден PO_4^{3-} жана

AsO_4^{-3} иондору адсорбцияланып төртүнчү группанын катиондору чөкмөгө түшөт.



Бешинчи аналитикалык группага Ag^+ , $[Hg_2]^{2+}$, Pb^{+2} катиондору кирет. Туз кислотасы менен чөкмөгө түшүп аз эрүүчү хлориддерди пайда кылат.

Катиондордун сульфиддик системасы

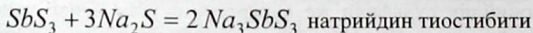
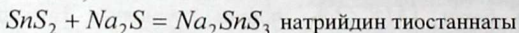
Сапаттык анализдин сульфиддик системасы сульфиддердин, хлориддердин жана карбонаттардын эригичтигине негизделген. Эригичтигине карата катиондор беш аналитикалык группага бөлүнөт. Биринчи аналитикалык группага щелочтуу металлдардын (K^+ , Na^+ жана NH_4^+ , Mg^{+2}) катиондору кирет. Группалык реагенти жок. Экинчи аналитикалык группага щелочтуу жер металлдарынын катиондору кирет (Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2}). Группалык реагенти аммонийдин карбонаты $((NH_4)_2CO_3)$. Аммиак буферинин чөйрөсүндө сууда эрибеген карбонаттар пайда болот ($MeCO_3$). Экинчи группанын катиондору аммонийдин сульфиди же күкүрттүү суутек менен чөкмөгө түшпөйт. Үчүнчү аналитикалык группага Al^{+3} , Cr^{+3} , Fe^{+3} , Fe^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Mn^{+2} , Zn^{+2} катиондору кирет. Алар нейтралдуу же щелочтуу эритмелерден группалык реагентти $(NH_4)_2S$ таасир этүү менен сууда эрибеген сульфиддерди, гидроксиддерди чөкмөгө түшүрөт. Үчүнчү группанын катиондору эки топко бөлүнөт. Биринчи топко Al^{+3} , Cr^{+3} катиондору кирет. Алар аммиак буферинин чөйрөсүндө аммонийдин сульфиди менен гидроксид түрүндө чөкмөгө айланат. Экинчи топко Fe^{+2} , Fe^{+3} , Co^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}

катиондору кирет. Бул катиондор аммонийдин сульфиди менен сульфиддерди пайда кылуу менен чөгөт.

Төртүнчү аналитикалык группага - $Cu^{+2}, Cd^{+2}, Hg^{+2}, Bi^{+3}, As^{+3}, As^{+5}, Sb^{+3}, Sb^{+5}, Sn^{+2}, Sn^{+4}$ катиондору кирет.

Төртүнчү группанын бардык катиондору кычкыл чөйрөдө күкүрттүү суутек менен (H_2S) сульфиддерди пайда кылуу менен чөгөт. Сульфиддер сууда жана суюлтулган минералдык кислоталарда эрибейт. Төртүнчү группанын сульфиддеринин натрийдин сульфидинде жана полисульфиддүү аммонийдин эритмесинде ар кандай эришине карата эки топко бөлүнөт. Биринчи топтун катиондору $Cu^{+2}, Cd^{+2}, Hg^{+2}, Bi^{+3}$ (жез тобу). Жез тобу натрийдин сульфидинин жана полисульфиддүү аммонийдин эритмесинде эрибейт. Экинчи топтун катиондору $As^{+3}, As^{+5}, Sb^{+3}, Sb^{+5}, Sn^{+2}, Sn^{+4}$ (мышьяк тобу). Мышьяк тобу натрийдин сульфидинде жакшы эрүү менен тиотуздарды пайда кылат.

Мисалы,



Тиотуздар сууда жакшы эришет ошондуктан жез тобунун сульфиддеринин чөкмөлөрүнөн жеңил эле чыпкалап алууга болот. Бешинчи аналитикалык группага

$Ag^+, [Hg_2]^{+2}, Pb^{+2}$ катиондору кирет. Группалык реагенти 2н. туз кислотасы. Хлориддери сууда жана суюлтулган кислотада эрибейт. Катиондордун сульфиддик системасынын анализи классикалык метод деп аталганына карабастан айрым жетишсиздиктери бар: үчүнчү жана төртүнчү группанын айрым катиондорунун сульфиддеринин эригичтиги жакын болгондуктан бири-биринен ажыратып алуу толугу менен

жүрбөйт. Төртүнчү группанын катиондорунун сульфиддери менен кошо үчүнчү группанын айрым катиондору чөкмөгө түшөт. Мисалы, калай менен бирге никель, кобальт жана кадмий менен цинк. Катиондорду толук анализ жүргүзүш үчүн 25-30 саат сарп кылынат. Мындай метод азыркы өндүрүштүн талабына туура келбейт. Катиондордун анализинде күкүрттүү суутек алынат жана колдонулат. Мындай учурда атайын жабдылган лабораторияны уюштуруу талап кылынат.

1.10. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Аналитикалык химия сабагы эмнени окутат жана ал илимдин алдына койгон маселелери?

2. Кандай реакциялар аналитикалык деп аталат жана алардын бөлүнүштөрү: Мисал келтиргиле.

3. Реакциянын сезгичтиги, мүнөздүүлүгү, тандалмалуулугу. Аныктамасын айткыла. Мисал келтиргиле.

4. Ачылыш минимумдун чектүү концентрациясынын чектүү суюлтуунун жана чектүү суюлтуунун минималдуу көлөмүнүн ортосундагы байланышы кандай? Формуласын жазгыла.

5. Кайсы жолдор менен аналитикалык реакциянын сезгичтигин жогорулатууга болот?

6. Алюминийди калий алюминий сульфат түрүндө микрокристаллоскопиялык жол менен ачыш үчүн алынган эритменин минималдуу көлөмү 0,05 мл, ачылуучу минимуму 0,35 мкг. Изилдене турган эритменин чектүү суюлтуусун эсептегиле.

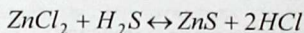
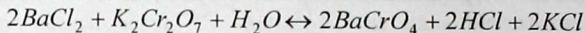
7. Кальцийдин ионун оксалат түрүндө ачыш үчүн 0,001 молярдуу кальцийдин хлоридинин эритмесинин минималдуу көлөмү 0,01мл. Кальцийдин ионунун ачылыш мүмкүнчүлүгүн жана чектүү концентрациясын эсептегиле.

2-глава. МАССАЛАРДЫН ТААСИР ЭТҮҮ ЗАКОНУ ЖАНА САПАТТЫК АНАЛИЗ

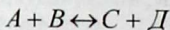
2.1. Химиялык теңдештиктин константасы

Аналитикалык химиядагы реакциялардын көпчүлүгү бири – бирине карама – каршы эки багытта жүрөт. Мындай реакциялар кайталанма деп аталат.

Мисалы,



Кайталанма реакция аягына чейин жүрбөйт жана химиялык теңдештик абалына алып келет. Теңдештик абалында эритмеде реакцияга кирген жана пайда болгон заттар болот.



реакциясы үчүн массалардын таасир этүү закону боюнча түз жүргөн реакциянын ылдамдыгы реакцияга кирген заттардын концентрациясынын көбөйтүндүсүнө түз пропорциялаш

$$V_1 = K_1[A] \cdot [B]$$

мында $[A]$ жана $[B]$ баштапкы заттын $[A] \cdot [B]$ концентрациясы, моль/л

K_1 - ылдамдыктын константасы

Эгерде $[A] = [B]$ барабар 1 моль/л болсо

$$V_1 = K_1.$$

Тескери реакциянын ылдамдыгы төмөнкүгө барабар

$$V_2 = K_2[C] \cdot [D]$$

Мында $[C], [D]$ - пайда болгон заттын концентрациясы.

Убакыт өткөн сайын А жана В заттарынын концентрациясы төмөндөйт ал эми С, Д концентрациясы

жогорулайт. Белгилүү бир убакыт өткөндөн кийин түз жана тескери реакцияларынын ылдамдыгы бирдей болуп калат. Демек, система химиялык теңдештик абалга келет. Теңдештик абалда түз жана тескери реакцияларынын ылдамдыктары барабар болот.

$$V_1 = V_2$$

$$K_1[A] \cdot [B] = K_2[C] \cdot [D]$$

Барабарсыздыктын оң жагын сол жагына бөлүү менен реакциянын ылдамдыгынын константасын теңдеменин оң жагына чыгарабыз

$$\frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = \frac{K_1}{K_2}$$

Эки константтын катышы турактуу чоңдукту көрсөтөт.

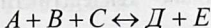
$$\frac{K_1}{K_2} = K \quad \frac{[C] \cdot [D]}{[A] \cdot [B]} = K$$

K - химиялык теңдештиктин константасы.

Химиялык теңдештиктин константасы температурага карата өзгөрөт жана реакцияга кирген заттардын концентрациясынан көз каранды болбойт. Теңдештиктин константасынын сан маанисине карата реакциянын багытын билүүгө болот.

Мисалы: $K > 1$ реакция түз багытта жүрөт

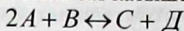
$K < 1$ реакция карама каршы багытта жүрөт $K = 10^3$ түз багыттагы реакция карама-каршыга караганда 1000 эсе тез жүрөт. $K = 10^{-3}$ карама каршы багыттагы реакция 1000 эсе тез жүрөт.



Реакцияга эки же андан көп зат кирсе теңдештиктин константасы мындайча жазылат

$$K = \frac{[D] \cdot [E]}{[A] \cdot [B] \cdot [C]} \quad (1)$$

Эгерде реакцияга эки моль зат катышса



анда ал теңдештик константасынын теңдемесинде заттын концентрациясынын даражасы катарында көрсөтүлөт

$$K = \frac{[C] \cdot [D]}{[A]^2 [B]} \quad (2)$$

Жалпы түрүндө жазсак



$$K = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^m [B]^n} \quad (3)$$

Мисалы, барийдин ионунун ачылыш реакциясын химиялык теңдештиктин константасынын теңдемеси боюнча мындай түргө келет.

$$K = \frac{[BaCrO_4]^2 [KCl]^2 [HCl]^2}{[BaCl_2]^2 [K_2Cr_2O_7] \cdot [H_2O]}$$

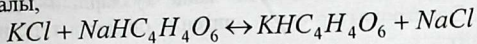
(3) теңдеме массалардын таасир этүү законунун кайталанма реакцияларга колдонулуучу математикалык жалпы формуласын берет.

Жогоруда чыгарылган теңдеме сөз менен мындайча айтылат. **Теңдештик абалында реакциянын натыйжасында пайда болгон заттардын концентрациясынын көбөйтүндүсүнүн реакцияга кирген заттардын концентрациясынын көбөйтүндүсүнө болгон катышы химиялык теңдештиктин константасы деп аталат.**

Массалардын таасир этүү законун колдонуу менен кайталанма реакциянын химиялык теңдештик абалын бул же тигил багытка жылдырууга болот. Химиялык теңдештиктин константасын жана реакцияга кирген заттардын

концентрациясын билүү менен тендештик абалындагы бардык заттардын концентрациясын эсептеп алууга болот.

Мисалы,



Кайсы концентрацияда кайталанма реакция тендештик абалга келет? Эгерде үч моль KCl менен 2 моль натрийдин тартраты реакцияга кирген болсо химиялык тендештиктин константасы $t=20^\circ C$ $K=0,85$.

Чыгарылышы

Химиялык тендештиктин константасынын тендемесин жазабыз жана сан маанилерин ордуна коебуз.

$$\frac{[KHC_4H_4O_6][NaCl]}{[KCl][NaHC_4H_4O_6]} = \frac{x \cdot x}{(3-x)(2-x)} = 0,85$$

$$(3-x)(2-x) = 6 - 2x - 3x + x^2 = x^2 - 5x + 6$$

$$\frac{x^2}{x^2 - 5x + 6} = 0,85 \text{ же}$$

$$x^2 = 0,85(x^2 - 5x + 6) = 0,85x^2 - 4,25x + 5,1$$

Чыгарыш үчүн толук квадраттын тендемесин колдонобуз

$$x = \frac{-4,25 \pm \sqrt{(4,25)^2 - 4 \cdot 0,15 \cdot (-5,1)}}{2 \cdot 0,15} = 1,15 (\text{моль})$$

$$[KHC_4H_4O_6] = [NaCl] = 1,15 (\text{моль})$$

$$[NaHC_4H_4O_6] = 3 - 1,15 = 1,85 (\text{моль})$$

$$[KCl] = 2 - 1,15 = 0,85 (\text{моль})$$

2.2. Электролиттик диссоциация теориясынын негизги жоболору

1887-жылы С.Аррениус электролиттердин диссоциация теориясын иштеп чыккан. Ал боюнча бардык заттар

электролиттер жана электролиттер эмес болуп экиге бөлүнөт.

Электролиттердин эритмелери жана балкып эриген эритиндилери токту жакшы өткөрөт. Электролиттерге кислоталардын, негиздердин жана туздардын эритмелери кирет. Электролиттер сууда эригенде оң жана терс иондорго ажырайт.

Оң заряддуулар - катиондор, терс- аниондор деп аталат.

Мисалы, K^+ , H^+ , $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, OH^- , SO_4^{2-} , $[Al(OH)_6]^{3-}$

Электролиттин иондору суу менен аракеттенишип гидраттарды пайда кылат. Суутектин катиону бир молекула суу менен аракеттенишип гидроксоний ионун пайда кылат H_3O^+ .

Демек, эритмелерде суутектин катиону болбойт. Электролит аркылуу ток өткөндө иондор карама-каршы электроддорду көздөй жылат: катиондор катодко, аниондор анодко. Алар электроддордо зарядын жоготуу менен нейтралдык атомдорго айланат. Электролиттердин эритмеси диссоциация даражасы менен мүнөздөлөт. Диссоциация – кайталанма процесс.

Электролиттин молекуласынын кандайдыр бөлүгүнүн ионго ажырашы электролиттик диссоциация даражасы менен мүнөздөлөт. Ал (альфа) α тамгасы менен белгиленет.

$$\alpha = \frac{\text{ионго ажыраган молекуланын саны}}{\text{жалпы молекуланын саны}}$$

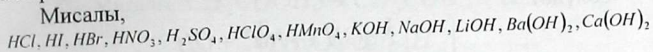
Диссоциация даражасы тажрыйба жүзүндө аныкталат жана ал үлүш же процент менен туюнтулат.

Мисалы, $\alpha = 0,5$ же 50%. Демек, электролиттин 100 молекуласынын 50сү ионго ажырады. Эгерде $\alpha = 0$ болсо диссоциация жүрбөйт, ал эми $\alpha = 1$ болсо электролиттин молекуласы 100% ионго ажырайт. Диссоциация даражасы эритменин концентрациясынан көз каранды. Температура жогорулаган сайын көбөйөт. Эритменин концентрациясы жогорулаган сайын диссоциация даражасы төмөндөйт,

анткени иондор канчалык жакын болсо, ошончолук бири-бирине тартылыш күчү көбөйөт. Электродиттер диссоциация даражасы боюнча күчтүү жана начар болуп экиге бөлүнөт.

Күчтүү электродиттер эритмеде толугу менен ионго ажырайт:

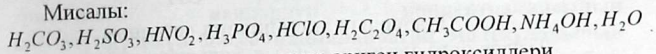
Мисалы,



ж.б.

Начар электродиттер эритмеде толугу менен ионго ажырабайт.

Мисалы:

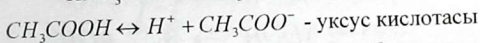
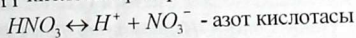


жана металлдардын сууда начар эриген гидроксиддери.

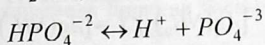
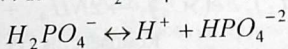
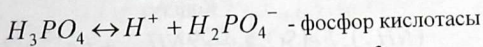
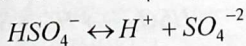
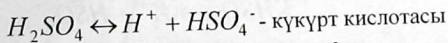
2.3. Электродиттердин диссоциацияланышы Кислоталардын диссоциацияланышы.

Эритмеде диссоциацияланганда суутектин катионун пайда кылган электродиттер кислоталар деп аталат.

Бир негиздүү кислоталар бир баскычка ажырайт.



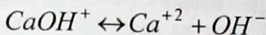
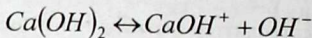
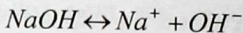
Эки же көп негиздүү кислоталар бир нече баскычка ажырайт.



Негиздердин диссоциацияланышы.

Эритмеде диссоциацияланганда гидроксид анионун пайда кылган электролиттер негиздер деп аталат. Сууда жакшы эриген гидроксиддер щелочтор деп аталат.

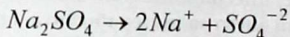
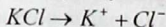
Гидроксиддер бир, эки жана көп кислоталуу болуп бөлүнөт.



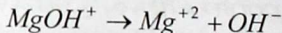
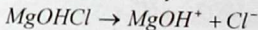
Туздардын диссоциацияланышы

Туздар орто, негизги, кычкыл, кош жана комплекстик болуп бөлүнөт.

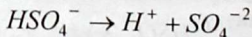
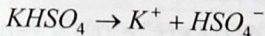
Орто туз



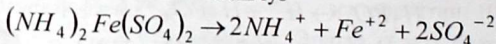
Негизги туз



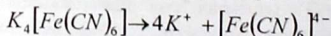
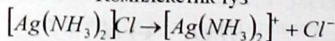
Кычкыл туз



Кош туз

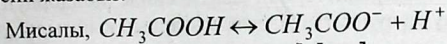


Комплекстик туз



2.4. Диссоциация константасы

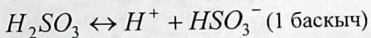
Диссоциация константасы концентрациядан көз каранды эмес. Начар электролиттерге массалардын таасир этүү законун колдонуу менен диссоциация константасынын тендемесин жазабыз.



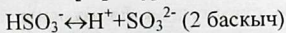
$$K_{\text{дис.}} = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Электролиттин диссоциация константасы эритмедеги иондордун концентрациясынын көбөйтүндүсүнүн диссоциацияланбаган молекуланын концентрациясына болгон катышына барабар. Диссоциация константасын билүү менен электролиттердин күчүн баалоого болот. Диссоциация константасы канчалык кичине болсо начар, чоң болсо күчтүү электролит боло алат. Эгерде электролит баскычтуу диссоциацияланса, ар бир баскыч үчүн диссоциация константасы ар кандай мааниге ээ болот.

Мисалы: күкүрттүү кислотанын $t=25^\circ\text{C}$ диссоциацияланышын карап көрөлү



$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,7 \cdot 10^{-2}$$



$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

Диссоциация константасы көрсөтүп тургандай күкүрттүү кислота экинчиге караганда биринчи баскыч боюнча күчтүү электролит.

Массалардын таасир этүү закону электролит эместерге,

суюлтулган начар электролиттердин эритмелерине колдонулат. Күчтүү жана начар электролиттердин концентрацияланган эритмелери массалардын таасир этүү законуна туура келбейт. Анткени суюлтулган начар электролиттерге караганда салыштырмалуу жогоруда айтылган электролиттердин эритмесинде иондордун өз ара аракеттенүүсүнүн натыйжасында алардын кыймылы азаят.

2.5. Начар электролиттердин диссоциация даражасы менен константасынын ортосундагы байланыш

Бир катионго жана бир анионго ажыраган электролиттин концентрациясын - C , иондошуу даражасын α менен белгилесек, анда ар бир иондун концентрациясы $C\alpha$ барабар. Ионго ажырабаган молекуланын концентрациясы $C - C\alpha$ же $C(1 - \alpha)$ барабар болот.

Эки иондуу электролит үчүн жогоруда берилген маанилерди диссоциация константасынын теңдемесине коюп төмөнкүнү алабыз.

$$K = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C(1-\alpha)} \text{ же } K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

$$V = \frac{1}{C} \quad K = \frac{C\alpha^2}{(1-\alpha)v}$$

Алынган теңдеме Оствальддын суюлтуу законун туюнтат жана начар электролиттердин диссоциация даражасынын концентрациядан көз карандылыгын көрсөтөт. Эгерде электролит өтө суюлтулган болсо, анда анын диссоциация даражасы аз болгондугуна байланыштуу $(1 - \alpha) = 1$ деп кабыл алууга болот.

$$\text{Демек, } K = C\alpha^2 \text{ жана } \alpha = \sqrt{K/C}$$

Эгерде электролиттин молярдык концентрациясы жана **диссоциация** константасы белгилүү болсо, суюлтуунун законуна таянып диссоциация даражасын аныктоо менен

диссоциация константасын төмөнкү формула менен эсептеп алууга болот.

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha}$$

1 - мисал

0,1 нормалдуу аммоний гидроксидинин диссоциация даражасы 1,3 процентке барабар. Диссоциация константасын эсептегиле.

Чыгарылышы

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0,1 \cdot 0,013^2}{1-0,013} = \frac{0,1 \cdot 0,000169}{0,987} = \frac{1,69 \cdot 10^{-5}}{9,87 \cdot 10^{-1}} = 1,71 \cdot 10^{-5}$$

2 – мисал.

0,02 молярдуу циандуу суутек кислотасынын диссоциация константасы $6,2 \cdot 10^{-10}$ барабар. Диссоциация даражасын эсептегиле

Чыгарылышы

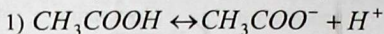
$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{6,2 \cdot 10^{-10}}{0,02}} = \frac{2,4899 \cdot 10^{-5}}{0,1414} = 1,76 \cdot 10^{-2} = 0,0176\%$$

3 – мисал.

0,01 нормалдуу уксус кислотасынын диссоциация даражасы 4,2 процентке барабар $[H^+]$ жана $[CH_3COO^-]$ иондорунун жана ионго айланбаган кислотанын молекуласынын концентрациясын тапкыла? Диссоциация константасын эсептегиле?

Чыгарылышы

Уксус кислотасы эритмеде иондорго ажырайт



2) Иондошуу даражасы кислотанын молекуласынын ионго айланган санынын жалпы молекуланын санына болгон катышына барабар

$$\alpha = \frac{C_{\text{ион}}}{C_{\text{жалпы}}} \text{ же } \alpha = \frac{X}{C} \quad X - \text{ионго айланган саны, } C -$$

жалпы концентрациясы

3) Сан маанилерин ордуна коёбуз

$$4,2 \cdot 10^{-2} = \frac{x}{0,01}; \text{ Мындан } x = 4,2 \cdot 10^{-4} \text{ (моль/литр)}$$

X моль уксус кислотасы ажыраганда X ион H^+ жана X ион CH_3COO^- пайда болот. Демек, суутек ионунун концентрациясы $4,2 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л.

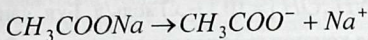
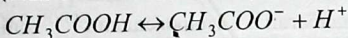
Уксус кислотасынын молекуласынын ионго ажырабаган саны $C - x = 0,01 - 4,2 \cdot 10^{-4} = 0,00958 = 9,58 \cdot 10^{-3}$ (моль/литр)

$$K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 4,2 \cdot 10^{-4}}{9,58 \cdot 10^{-3}} = \frac{17,64 \cdot 10^{-8}}{9,58 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

2.6. Иондук теңдештиктин жылышына окшош иондордун таасири

Реакцияга кирген заттардын бирөөсүнүн концентрациясын өзгөртүү менен химиялык теңдештикти бул же тигил жакка жылдырууга болот. Начар электролиттин эритмесине бирдей иондорду таасир этүү менен эритмедеги иондор менен ионго ажырабаган молекуланын ортосундагы теңдештик бузулат. Массалардын таасир этүү закону боюнча теңдештик ионго ажырабаган молекула жакка жылат.

Уксус кислотасынын эритмесине анын тузун кошуу менен бирдей иондорду таасир эткен болобуз $[CH_3COO^-]$. Мындай учурда химиялык теңдештик бузулат.



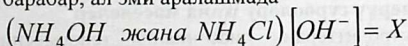
$[H^+]$ жана $[CH_3COO^-]$ иондору кошулуу менен иондошпогон уксус кислотасынын молекуласын пайда кылат. Начар электролиттин эритмесине бирдей иондуу күчтүү электролиттин белгилүү санын кошуу менен массалардын таасир этүү законун колдонуп диссоциация даражасын жана тигил же бул иондун концентрациясынын кандайча өзгөрүшүн эсептеп алууга болот.

Мисалы:

0,1 мольдуу аммонийдин гидроксидинин эритмесине катуу түрүндөгү аммоний хлоридин кошуу менен эритменин концентрациясын бир мольдууга жеткизкенде, $[OH^-]$ ионунун концентрациясы канча эсе азаят?

Чыгарылышы.

0,1 мольдуу эритмеде $[OH^- = 1,34 \cdot 10^{-3}]$ г-ион/л барабар, ал эми аралашмада



$[NH_4^+]$ ионун концентрациясы аммоний гидроксидинен жана аммоний хлоридинин диссоциациясынан пайда болот.

Аммоний хлориди күчтүү электролит болгондуктан толугу менен ионго ажырайт. Ар бир NH_4Cl бир $[NH_4^+]$ ионун берет, ал эми NH_4OH х г-ион/л $[NH_4^+]$ ионун пайда кылат.

$$\text{Демек, } [NH_4^+] = (1+x)x \text{ г-ион/л}$$

Аммоний гидроксидинин жалпы концентрациясынан диссоциацияланган санын кемитүү менен $[x]$ диссоциацияланбаган гидроксиддин концентрациясын табабыз. $[NH_4OH] = (0,1-x)$ моль/л Бул сан маанилерин диссоциация константасынын теңдемесине коёбуз

$$\frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]} = \frac{(1+x)x}{0,1-x} = 1,79 \cdot 10^{-5}$$

x саны 1 жана 0,1 караганда эң аз болгондуктан аны эске албай коюуга болот $\frac{1x}{0,1} = 1,79 \cdot 10^{-5}$ мындан

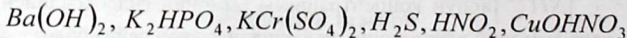
$$x = 1,79 \cdot 10^{-6} \text{ г-ион/л.}$$

Алынган жыйынтыкты жана баштапкы берилген сан маанисин ($1,34 \cdot 10^{-3}$ г-ион/л) салыштыруу менен аммоний хлоридин кошкондо OH^- концентрациясы 750 эсе азаяры аныкталды.

$$\frac{1,34 \cdot 10^{-3}}{1,79 \cdot 10^{-6}} = 750 \text{ эсе}$$

2.7. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Төмөнкү электролиттердин диссоциация теңдемесин жазгыла?



2. Калайдын гидроксиди (II) менен KOH (ашыкча) реакциясынын молекулалык жана иондук теңдемесин жазгыла? пайда болгон затты атагыла?

3. Начар электролиттердин диссоциация константасы менен даражасынын отросундагы байланышы кандайча туюнтулат? Уксус кислотасынын диссоциациясы боюнча

көрсөткүлө?

4. Аммиактын эритмесинин диссоциация даражасын кантип азайтууга болот.

5. Начар электролиттердин эритмесине бирдей иондорду таасир эткенде диссоциация даражасы кандайча өзгөрөт?

6. Электролиттердин иондорго ажырашы кандай мааниге ээ. Сапаттык анализдин тажрыйбасынан мисал келтиргиле?

7. 0,01 н аммоний гидроксидинин эритмесинин $K_{NH_4OH} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ барабар. Диссоциация даражасын эсептегиле?

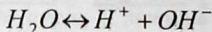
8. 0,2 м циандуу суутек кислотасынын диссоциация даражасы $6 \cdot 10^{-3}\%$ Диссоциация константасын эсептегиле?

9. 0,05 молярдуу көмүр кислотасы 0,3% ионго ажырайт. Көмүр кислотасынын диссоциация константасын иондошуунун биринчи баскычы боюнча эсептегиле?

3 – глава. СУУ ЭРИТМЕЛЕРИНДЕГИ ТЕНДЕШТИК ЖАНА СУУТЕК ИОНДОРУ

3.1. Суу иондорунун көбөйтүндүсүнүн теңдемеси жана эритмелердин суутектик көрсөткүчү (pH)

Аналитикалык химияда колдонулуучу реакциялар негизинен суу эритмелеринде жүрөт. Суу начар электролит катары диссоциация кезинде иондорго аз санда ажырайт.



Комнатанын температурасында ($t=22^{\circ}C$) бир литр суу $1 \cdot 10^{-7}$ моль ионго ажырайт. Бир молекула суу диссоциация кезинде бирден $[H^+]$, $[OH^-]$ иондорун пайда кылат жана алардын концентрациясы бири – бирине барабар.

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ г-ион/л}$$

Массалардын таасир этүү закону боюнча суунун ионго ажырашы диссоциация константасы менен мүнөздөлөт.

$$\frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = K = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Суунун молекуласын оң жакка чыгаруу менен теңдемени жөнөкөйлөтөбүз

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K \cdot [H_2O]$$

Теңдеменин оң жагындагы эки турактуу сандын көбөйтүндүсү $K[H_2O]$ турактуу болот жана $[H^+] \cdot [OH^-]$ иондорунун көбөйтүндүсү суу иондорунун көбөйтүндүсү деп аталат.

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K_{H_2O}$$

$$K_{H_2O} = 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7} = 1 \cdot 10^{-14}$$

Суунун диссоциация константасынын чыгарылышы:

бир литр суунун салмагы = 997,8 г, молекулалык

маасасы – 18,02

$$[H_2O] = \frac{997,8}{18,02} = 55,37 \text{ моль/л}$$

Мындан

$$K = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = \frac{1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7}}{55,37} = 1,8 \cdot 10^{-16}$$

Температура жогорулаган сайын суу иондорунун көбөйтүндүсү өсөт.

4-Таблица

Суу иондорунун көбөйтүндүсүнүн температурага карата өзгөрүшү

Температура °C	$K_{H_2O} \cdot 10^{-14}$	$[H^+] = [OH^-]$ 10^{-7}	Температура °C	$K_{H_2O} \cdot 10^{-14}$	$[H^+] = [OH^-]$ 10^{-7}
0	0,13	0,36	40	3,8	1,95
10	0,36	0,59	50	5,6	2,4
20	0,86	0,93	60	12,6	3,5
22	1,00	1,00	80	34	5,8
30	1,89	1,37	100	74	8,6

Суу иондорунун көбөйтүндүсүнүн мазмуну: $[H^+]$ жана $[OH^-]$ иондорунун концентрациясынын өзгөргөнүнө карабастан алардын суу эритмесиндеги көбөйтүндүсү турактуу мааниде кармалып турат. Ал $1 \cdot 10^{-14}$ барабар.

Эгерде таза сууга кандайдыр бир кислотаны кошкондо эритмеде $[H^+]$ концентрациясы $1 \cdot 10^{-7}$ ден көп болот, ал эми $[OH^-]$ концентрациясы болжол менен ошончого кичиреет $< 1 \cdot 10^{-7}$. Демек, кычкыл эритмеде

$[H^+] > 1 \cdot 10^{-7}$; $[OH^-] < 1 \cdot 10^{-7}$ жана $[H^+] > [OH^-]$
щелочтуу эритмеде

$[OH^-] > 1 \cdot 10^{-7}$; $[H^+] < 1 \cdot 10^{-7}$ жана $[H^+] < [OH^-]$;

Жогоруда айтылгандарды жыйынтыктоо менен ар кандай суу эритмесинин реакциясы кандай болбосун $[H^+]$ жана $[OH^-]$ иондорунун болушу менен байланыштуу.

Эритменин кислоталуулугун же щелочтуулугун ыңгайлуу болгон суутек көрсөткүчү деген чоңдук менен көрсөтүүгө болот. Суутек көрсөткүчү (pH) символу менен белгиленип суутек иондорунун молярдык концентрациясынын тескери белги менен алынган ондук логарифмасына барабар.

$$pH = -\lg[H^+];$$

Мисалы:

$$[H^+] = 1 \cdot 10^{-4} \text{ г-ион/л } pH - (-4) = 4$$

$$[H^+] = 5 \cdot 10^{-10} \text{ г-ион/л}$$

$$pH = \lg 5 \cdot 10^{-10} = -(0,70 + 10) = 9,30$$

Биринчи эритменин $pH = 4$, ал эми $[H^+] > 1 \cdot 10^{-7}$ г-ион/л ошондуктан чөйрө кычкыл.

Экинчи эритмеде $pH = 9,36$ $[H^+] < 1 \cdot 10^{-7}$ г-ион/л. Чөйрө щелочтуу. Кычкыл эритмеде $pH < 7$, щелочтуу эритмеде $pH > 7$ жана нейтралдуу эритмелерде $pH = 7$.

Чөйрөнүн pH кичирейиши менен анын кычкылдылуугу өсөт, ал эми pH тын чоңойушу ... чын щелочтуулугу көбөйөт.

$pH < 0$ же $pH > 14$ болушу мүмкүн. Чөйрөнүн мындай абалы тажрыйба жүзүндө кызыкчылыкты туудурбайт.

Айрым учурда гидроксиддик көрсөткүчтү колдонууга туура келет.

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

$$[H^+] \cdot [OH^-] = 1 \cdot 10^{-14} \text{ логарифмалоо менен}$$

$$\lg[H^+] + \lg[OH^-] = -14 \text{ логарифманын каршы}$$

белгилерине алмаштырып жазабыз

$$-\lg[H^+] - (-\lg[OH^-]) = 14 \text{ Мындан}$$

$$pH + pOH = 14$$

1 - мисал.

$$[H^+] = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ г-ион/л}$$

Эритменин $[OH^-]$, pH , pOH эсептегиле.

Чыгарылышы:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 5,2 \cdot 10^{-5} = -(\lg 5,2 + \lg 10^{-5}) = -(0,70 + 5) = 4,30$$

$$[OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{5,2 \cdot 10^{-5}} = 1,92 \cdot 10^{-10}$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 4,30 = 9,70$$

2 - мисал.

Эритмедеги гидроксид ионунун концентрациясы $[OH^-] = 1,7 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л pOH жана pH эсептегиле.

Чыгарылышы:

$$pOH = -\lg[OH^-] = -(\lg 1,7 + \lg 10^{-4}) = -(0,23 + 4) = 3,77$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3,77 = 10,23$$

3 - мисал.

Эритменин $pH = 4,6$ барабар.

$[H^+]$ жана $[OH^-]$ иондорунун концентрациясын эсептегиле.

Чыгарылышы:

$pH = -\lg[H^+]$ теңдеменин белгисин өзгөртүп жазабыз.

$$\lg[H^+] = -pH$$

$$\lg[H^+] = -4,6$$

Белгиси тескери санды оңго айландыруу үчүн логарифманын мүнөздөмөсү терс жана мантиссасы оң болгондой кылыш үчүн мүнөздөмөдөн бирди кемитип мантиссага бирди кошуу керек б.а.

$$-4,6 = (-4 - 1) + (-0,6 + 1) = -5 + 0,4 = \bar{5},4$$

$$\lg[H^+] = \bar{5},4$$

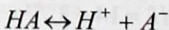
Алгачкы берилген логарифмага тура келген санды антилогарифманын таблицасынан табабыз.

$$[H^+] = 0,000025 = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ г-ион/л}$$

$$[OH^-] = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^{-10} \text{ г-ион/л}$$

3.2. Бир негиздүү начар кислоталардын эритмелеринин pH эсептөө

pH чөйрөсүн эсептөө үчүн ага туура келген формуланы табуу керек. Кислотанын диссоциациясынын теңдемесин жалпы түрүндө жазабыз.



$$[H^+] = [A^-]$$

$[HA] = C$ кислота. Буларды эске алуу менен

$$K_{\text{кислота}} = \frac{[H^+] \cdot [A^-]}{[HA]} = \frac{[H^+]^2}{C_{\text{кислота}}} \text{ мындан } [H^+] = \sqrt{K_k C_k};$$

$[H^+] \rightarrow pH$ өтүш теңдемени логарифмалайбыз,
 белгилерин алмаштырабыз.

$$-\lg[H^+] = \frac{1}{2} \lg K_k + \frac{1}{2} \lg C_k$$

$-\lg K \rightarrow pK$ алмаштыруу менен теңдемени жазабыз

$$pH = \frac{1}{2} pK_{\text{кислота}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{кислота}}$$

pK - кислотанын күчүнүн көрсөткүчү.

1 -мисал

1м фенолдун эритмесинин pH эсептегиле.

Чыгарылышы:

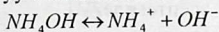
$$K_{C_6H_5OH} = 1,3 \cdot 10^{-10}$$

$$pK_{C_6H_5OH} = -\lg 1,3 \cdot 10^{-10} = -(0,11 + 10) = 9,89$$

$$pH = \frac{1}{2} pK_{C_6H_5OH} - \frac{1}{2} \lg C_{C_6H_5OH} = \frac{1}{2} (pK_{C_6H_5OH} + \lg C_{C_6H_5OH}) = \frac{1}{2} (9,89 + \lg 1) = \frac{1}{2} (9,89 + 0) = 4,95$$

3.3. Начар негиздердин эритмелеринин рН эсептөө

Начар негиздин эритмесинин pH эсептөө үчүн жалпы формуласын чыгаруу талап кылынат.



$$K = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]} = 1,76 \cdot 10^{-5}$$

$$[NH_4^+] = [OH^-]$$

$$[NH_4OH] = C \text{ негиз } K = \frac{[OH^-]^2}{C_{\text{негиз}}};$$

$$[OH^-] = \sqrt{K \cdot C_{\text{негиз}}}$$

Алынган тендемени логарифмалоо менен белгилерин алмаштырып жалпы формуланы алабыз.

$$\lg [OH^-] = \frac{1}{2} \lg K + \frac{1}{2} \lg C_{\text{негиз}}$$

$$-\lg [OH^-] = -\frac{1}{2} \lg K - \frac{1}{2} \lg C_{\text{негиз}}$$

$$pOH = \frac{1}{2} \lg K + \frac{1}{2} \lg C_{\text{негиз}}$$

$$-\lg K = pK$$

$$pOH = \frac{1}{2} pK - \frac{1}{2} \lg C_{\text{негиз}}$$

1 – мисал.

0,1 нормалдуу аммоний гидроксидинин pH эсептегиле?

Чыгарылышы:

$$pK_{NH_4OH} = -\lg K_{NH_4OH} = -\lg 1,76 \cdot 10^{-5} = -(\lg 1,76 + \lg 10^{-5}) = 4,755$$

$$pOH = \frac{1}{2} pK - \frac{1}{2} \lg C_{\text{негиз}} = 2,37 - \frac{1}{2} \lg 0,1 = 2,37 + 0,5 = 2,87$$

$$pH = 14 - 2,87 = 11,13$$

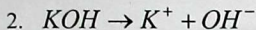
2 – мисал.

Тыгыздыгы бирге барабар болгон 0,5 н натрий гидроксидинин pH эсептегиле.

Чыгарылышы:

Эритменин молярдуу концентрациясын табабыз

$$1. KOH = \frac{0,5}{56} = 0,0089 \text{ моль}$$



$$3. [\text{K}^+] = [\text{OH}^-] = 0,0089 \text{ (г-ион/л)}$$

Эритменин иондук күчүн эске алуу менен $[\text{OH}^-]$ ионунун активдилүүгүн эсептейбиз.

$$\mu = \frac{1}{2} (0,0089 \cdot 1^2 + 0,0089 \cdot 1^2) = 0,0089$$

$$\alpha = 0,0089, f_{\text{OH}^-} = 0,90,$$

$$\alpha_{\text{OH}^-} = 0,0089 \cdot f_{\text{OH}^-} = 0,0089 \cdot 0,90 = 0,0080$$

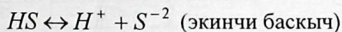
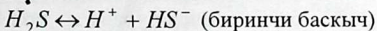
$$p\text{OH} = -\lg [\text{OH}^-] = 8,0 \cdot 10^{-3} = -(0,9031 + 3) = 2,096$$

$$p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 2,096 = 11,9$$

3.4. Көп негиздүү начар кислотанын эритмесинин рН эсептөө

Көп негиздүү начар кислоталардын иондошуусу бир нече стадияга бөлүнөт.

Мисалы:



Диссоциация константасы

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HS}^-]}{[\text{H}_2\text{S}]} = 5,7 \cdot 10^{-8}$$

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{S}^{-2}]}{[\text{HS}^-]} = 5,9 \cdot 10^{-11}$$

Биринчи баскычтын константасы (K_1) экинчиге (K_2) караганда бир нече эсе чоң болгондуктан суутектин ионунун

концентрациясы K_1 боюнча эсептелет.

$$[H^+] = \sqrt{K_1 \cdot C_{\text{кислота}}}$$

$$[H^+] = \sqrt{5,7 \cdot 10^{-8} \cdot 0,01} = 2,39 \cdot 10^{-5} \text{ г-ион/л}$$

$$pH = -(\lg 2,39 + \lg 10^{-5}) = -0,3784 + 5 = 4,62$$

$$pOH = 14 - 4,62 = 9,38$$

3.5. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Суу амфотердик кошулма. Суунун кислоталык жана негиздик касиетине мисал келтиргиле?

2. Суунун диссоциация константасын, диссоциация даражасын жана иондук көбөйтүндүсүнүн математикалык формуласын жазгыла?

3. pH жана pOH жөнүндө түшүнүк бергиле? Алардын байланышын көрсөткүлө?

4. Таза суунун pH, pOH ысытканда кандайча өзгөрөт?

5. pH=3,2; pH=5,2 болгон эритмелердин кайсынысынын чөйрөсү кычкылыраак жана суутектин иондорунун концентрациясы бири биринен канча эсе айырмаланат?

6. $t = 20^\circ\text{C}$, 50°C температурадагы таза суунун pH эсептегиле?

7. Концентрациясы $5 \cdot 10^{-7}$ г-ион/л жана $7 \cdot 10^{-7}$ г-ион/л болгон эки эритменин pH эсептегиле?

8. pH = 5,65 болгон эритмедеги суутектин ионунун концентрациясын эсептегиле?

9. 0,05 м аммонийдин гидроксидинин $[OH^-]$, pH жана pOH эсептегиле?

10. 0,2 м көмүр кислотасынын pH чөйрөсүн иондошуунун биринчи баскычы боюнча эсептегиле?

3.6. Күчтүү электролиттердин эритмелердеги абалы

Электролиттердин диссоциация теориясын начар электролиттердин эритмелери үчүн колдонууга туура келет. Анткени начар электролиттердин диссоциациясы теңдештикке алып келет жана диссоциация константасы менен мүнөздөлөт. Эгерде кандайдыр бир күчтүү электролиттин ар башка концентрациясынын диссоциация даражасын аныктоо менен диссоциация константасын эсептесек алынган сан мааниси турактуу эместиги аныкталды (таблицаны карагыла).

5 - таблица

Калий хлоридинин диссоциация даражасы $t = 18^{\circ} \text{C}$

Концентрациясы моль/л	Диссоциация даражасы α	Диссоциация константасы $\frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = K$	Концентрациясы моль/л	Диссоциация даражасы α	Диссоциация константасы $\frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = K$
2	0,712	3,52	0,1	0,862	0,536
1	0,756	2,34	0,01	0,942	0,152
0,5	0,788	1,46			

Демек, күчтүү электролиттердин эритмесинде иондор менен диссоциацияланбаган молекуланын ортосунда кыймылдуу теңдештик абалы болбойт жана алар толугу менен иондорго ажырайт. Ошондуктан массалардын таасир этүү закону күчтүү электролиттердин эритмесине колдонууга туура келбейт. 1923 - жылы П. Дебай жана Э. Хюккель күчтүү электролиттердин теориясын иштеп чыгып илимге киргизген. Күчтүү электролиттердин теориясын андан ары өнүктүрүүгө өз салымдарын кошкон окумуштууларды атаса болот - В.К. Семенченко, А.И. Бродский, В.А. Плесков.

Бул теорияга ылайык күчтүү электролиттер эритмеде толугу менен диссоциацияланат. Ошондой эле оптикалык жана спектрографиялык изилдөөлөрдүн негизинде күчтүү электролиттердин эритмесинде диссоциацияланбаган молекулага мүнөздүү болгон спектрдин тилкелери жана сызыктары байкалган эмес. Электролиттердин диссоциация даражасы эритмелердин тонуу температурасынын төмөндөшүн, осмос басымынын жогорулашын жана эквиваленттик өткөрүмдүүлүгүн өлчөө менен аныкталат.

Иондордун өз ара аракеттенишүү күчүнүн таасири астында диссоциация даражасы кайсы методдор менен аныкталбасын чыныгы эмес жакындатылган маанини берет.

3.7. Активдүүлүк. Активдүүлүктүн коэффициенти

Массаалардын таасир этүү, Раульдун жана Вант-Гоффтун закондору идеалдуу газ жана суюлтулган эритмелерге колдонулат. Анткени эритмедеги бөлүкчөлөрдүн өз ара аракеттениши эске алынган эмес. 1907 - жылы Льюис илимге «активдүүлүк» деген түшүнүктү киргизген. Иондордун өз ара аракеттениши, эриген зат менен эриткичтин аракеттениши, эритмедеги башка электролиттердин болушу ошондой эле иондордун кыймылына таасир этүүчү ар кандай кубулуштар активдүүлүк менен түшүндүрүлөт. Активдүүлүк "a" тамгасы менен белгиленет. Өтө суюлтулган эритмелер үчүн активдүүлүк молярдык концентрацияга барабар.

$$a = c, \quad a - \text{грамм} - \text{ион/л}$$

Реалдуу эритмелер үчүн активдүүлүк $a < c$. Активдүүлүк активдүүлүктүн коэффициенти менен байланыштуу

$$f = \frac{a}{c}$$

Активдүүлүктүн коэффициенти f - иондордун кыймыл аракетин төмөндөтүүчү жана химиялык активдүүлүгүн азайтуучу эритмедеги бардык кубулуштарды мүнөздөйт.

Күчтүү электролиттердин эритмесинин концентрациясын активдүү жана аналитикалык деп айрымалайт.

Активдүү концентрация - эритмелердеги гидратташкан эркин иондордун концентрациясы.

Аналитикалык концентрация - титрлөө аркылуу аныкталган иондордун жалпы молярдык концентрациясы.

Эритменин иондук күчү жогорулаган сайын активдүүлүктүн коэффициенти төмөндөйт. Иондук күч - эритмедеги бардык иондордун электростатикалык аракеттенишинин чени катары каралаган электр талаасынын чоңдугу. Иондук күч Г.Льюис жана М.Рендель сунуш кылган формула менен чыгарылат.

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

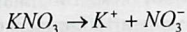
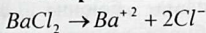
мында C_1, C_2, C_n - иондордун молярдык концентрациясы;

Z_1, Z_2, Z_n - иондордун заряды.

1 – мисал.

Бир литр эритмеде 0,01 моль $BaCl_2$ жана 0,1 моль калийдин нитраты эритилген. Эритменин иондук күчүн эсептегиле.

Чыгарылышы:



$$\mu = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 2^2 + 0,01 \cdot 2 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot 1^2) = \frac{1}{2} (0,04 + 0,02 + 0,2) = 0,13$$

Активдүүлүктүн коэффициентинин өтө суюлтулган электролиттердин эритмелеринин иондук күчүнөн болгон көз карандылыгы П. Дебай, Э. Хьюккельдин формуласы менен эсептелет.

$$\lg f = -AZ^2 \frac{\sqrt{\mu}}{1 + \sqrt{\mu}}$$

A - температурадан көз каранды болгон көбөйтүүчү.

$t = 20^{\circ}C$ болгондо $A = -0,5$

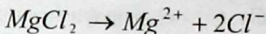
Өтө суюлтулган эритмелер үчүн $\mu < 0,01$. Формула мындайча жазылат.

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

2 – мисал.

0,01 м магний хлоридинин эритмесинин активдүүлүгүнүн коэффициентин жана активдүүлүгүн эсептегиле.

Чыгарылышы:



Магнийдин хлоридинин эритмесинин иондук күчүн эсептейбиз.

$$\mu = \frac{1}{2}(0,01 \cdot 2^3 + 0,01 \cdot 2 \cdot 1^2) = \frac{1}{2}(0,04 + 0,02) = 0,03$$

Активдүүлүктүн коэффициентин эсептейбиз.

$$\lg f = -0,5 Z^2 \sqrt{\mu} = -0,5 \cdot 2^2 \sqrt{0,03} = -2 \cdot 0,1732 = -0,3464 = \bar{1},6536$$

Терс логарифма боюнча санды табыш үчүн мүнөздөмөсүнөн бирди кемитип, мантиссага бирди кошуу керек. Антилогарифманын таблицасы боюнча

$$f_{Mg^{2+}} = 0,45$$

Ушундай жол менен хлордун ионунун активдүүлүгүнүн коэффициентин табабыз.

$$\lg f_{Cl^{-}} = -0,5 \cdot 1^2 \sqrt{0,03} = -0,5 \cdot 0,1732 = -0,3268 = \bar{1},6732$$

$$\lg f_{Cl^{-}} = 0,47$$

Активдүүлүктү табабыз

$$a_{Mg^{+2}} = f_{Mg^{+2}} \cdot C = 0,45 \cdot 0,01 = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ г-}$$

ион/л

$$a_{Cl^{-}} = 2 \cdot C \cdot f_{Cl^{-}} = 2 \cdot 0,01 \cdot 0,47 = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ г-ион/л}$$

Электролиттик диссоциация теориясынын негизинде бардык аналитикалык реакциялар ион түрүндө каралат. Анализдин жыйынтыгы боюнча заттардын составы жана формуласы аныкталат. Диссоциация даражасын, диссоциация константасын, активдүүлүктү жана активдүүлүктүн коэффициентин билүү менен эритмедеги иондордун концентрациясын, активдүүлүгүн эсептеп, реакциянын багытын, толук жүрүшүн алдын ала айтууга болот.

3.8. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Күчтүү электролиттердин теориясынын негизги жоболору жана ал кайсы факторлорго негизделген?
2. Иондордун активдүүлүгү жана ал эритмедеги күчтүү электролиттердин концентрациясы менен кандай байланышта?
3. Активдүүлүк жана активдүүлүктүн коэффициенти эритмедеги кандай кубулуштарды мүнөздөйт.?
4. Эритменин иондук күчү деп эмнени айтабыз жана ал кайсы формула менен эсептелет?
5. 0,01 моль кальций хлориди жана 0,1 моль натрий сульфаты бар 1 л эритменин иондук күчүн эсептегиле?
6. 0,01 моль темир хлориди (III) жана 0,01 моль барийдин нитраты бар 1л эритменин иондук күчүн, активдүүлүгүн эсептегиле?
7. 0,02 н кальций хлоридинин эритмесиндеги Ca^{2+} жана Cl^{-} иондорунун активдүүлүгү эмнеге барабар? Эсептегиле?

3.9. Буфердик эритмелер жана алардын анализдеги мааниси

Көпчүлүк химиялык реакциялар турактуу pH чөйрөсүндө жүргүзүлөт. Белгилүү pH чөйрөсүн түзүш үчүн буфердик эритмелер колдонулат.

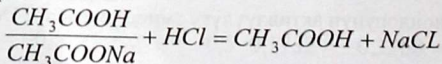
Буфердик эритмелер деп анча көп болбогон күчтүү кислотаны, щелочту кошкондо жана суюлтканда pH чөйрөсүн белгилүү деңгээлде кармап турууга жөндөмдүү болгон эритмени айтабыз. Буфердик эритме катарында начар кислоталар, негиздер жана алардын туздары ошондой эле ар кандай санда орун алмашылган көп негиздүү кислоталардын туздары колдонулат.

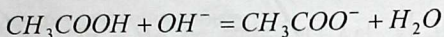
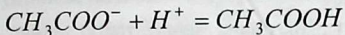
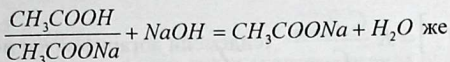
6 – таблица

Анализде колдонулуучу буфердик эритмелер

Буфердик эритменин курамы	Аталышы	pH
Кумурска кислотасы жана тузу	Формиат аралашмасы	3,8
Уксус кислотасы жана тузу $CH_3COOH + CH_3COONa$	Ацетат аралашмасы	4,7
Натрийдин дигидрофосфаты жана гидрофосфаты $NaH_2PO_4 + Na_2HPO_4$	Фосфат аралашмасы	6,6
Аммиак жана тузу $NH_4OH + NH_4Cl$	Аммоний аралашмасы	9,25

Буфердик эритмелердин pH чөйрөсүн турактуу абалда кармап туруу жөндөмдүүлүгү төмөнкү реакциялар менен түшүндүрүлөт:





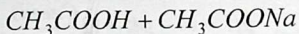
Реакциялардан көрүнүп тургандай күчтүү кислотанын H^+ иону туз менен реакцияга кирип начар кислотаны пайда кылат, ал эми OH^- иону кислота менен аракеттенишип сууну пайда кылды б.а. күчтүү кислотанын H^+ , щелочтун OH^- иондору нейтралдаштырылды.

Буфердик эритмелеринин pH чөйрөсүн теориялык жактан эсептөөгө болот.

3.10. Буфердик эритмелердин pH чөйрөсүн эсептөө

1. Начар кислотадан жана анын тузунан пайда болгон буфердик эритменин pH эсептөө.

Мисалы:



Уксус кислотасынын диссоциация константасынан

$$[H^+] = K \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]}$$

Уксус кислотасы начар кислота болгондугуна байланыштуу эритмеде негизинен молекула түрүндө болот $[CH_3COOH] = C_{\text{кислота}}$ б.а. концентрациясы эритмедеги кислотанын жалпы санына барабар.

CH_3COONa - толугу менен ионго ажырайт, демек $CH_3COO^- = C_{\text{туз}}$ б.а. уксус кислотасынын анионунун концентрациясы эритмедеги туздун жалпы санына барабар. Айтылгандарды эске алуу менен:

$$[H^+] = K \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{туз}}} \text{ теңдемени логарифмалоо менен}$$

белгилерин алмаштырабыз.

$$-\lg[H^+] = -\lg K + \lg \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{туз}}} \text{ же } pH = pK - \lg \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{туз}}}$$

$pK = -\lg K$ кислотанын күчүн көрсөтөт.

2. Начар негизден жана анын тузунан пайда болгон буфердик эритменин pH эсептөө.

Мисалы: $NH_4OH + NH_4Cl$

Диссоциация константасынан $[OH^-]$ табабыз

$$[OH^-] = K \frac{[NH_4OH]}{[NH_4^+]} = K \frac{C_{\text{негиз}}}{C_{\text{туз}}}$$

$$pOH = pK - \lg \frac{C_{\text{негиз}}}{C_{\text{туз}}}; \quad pH = 14 - pOH \text{ же}$$

$$pH = 14 - pK + \lg \frac{C_{\text{негиз}}}{C_{\text{туз}}};$$

1 – мисал.

30 мл 0,1 М уксус кислотадан жана 50 мл 0,3 М калий ацетатынан турган аралашманын pH эсептегиле.

Чыгарылышы:

Эки эритмени аралаштыргандан кийин жалпы көлөмүн табабыз $30+50=80$ мл.

Уксус кислотасынын жана анын тузунун алгачкы концентрациясын табабыз.

$$C_{\text{кислота}} = \frac{30 \cdot 0,1}{80} = 0,0375 \text{ моль/л}; \quad C_{\text{туз}} = \frac{50 \cdot 0,3}{80} = 0,1875$$

моль/л

Уксус кислотасынын диссоциация константасы

$1,74 \cdot 10^{-5}$ барабар.

Уккус кислотасы менен тузун аралаштырганда буфердик эритме пайда болот жана анын $[H^+]$ концентрациясын төмөнкү формула боюнча табабыз

$$[H^+] = K_{\text{кислота}} \cdot \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{туз}}} = 1,74 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,0375}{0,1875} = \frac{3,75 \cdot 10^{-2} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}}{0,1875} = 3,48 \cdot 10^{-6}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg(3,48 \cdot 10^{-6}) = -0,5416 + 6 = 5,46$$

2 – мисал.

0,1 моль аммоний гидроксидинен жана 0,01 моль аммоний хлоридинен пайда болгон буфердик эритменин pH жана pOH эсептегиле.

Чыгарылышы:

Формула боюнча pH табабыз.

$$pH = 14 - pK + \lg \frac{C_{\text{несвяз}}}{C_{\text{связ}}} = 14 - 4,75 + \lg \frac{0,1}{0,01} = 9,25 + (-\lg 9 \cdot 10^{-2}) = 9,25 + (-1,046) = 8,21$$

$$pOH = 14 - 8,21 = 5,79$$

3 – мисал.

Ар бири 0,1 мольго барабар болгон $H_2CO_3 + NaHCO_3$ буфердик эритменин pH эсептеп жана 1 литр буферге 0,01 моль HCl , 0,01 моль $NaOH$ кошкондо, ошондой эле 100 эсе суюлтканда pH кандайча өзгөргөнүн көрсөткүлө.

Чыгарылышы

$$pK_{H_2CO_3} = 6,37$$

$$pH = pK - \lg \frac{C_{\text{кислота}}}{C_{\text{туз}}} = 6,37 - \lg \frac{0,1}{0,1} = 6,37$$

Эгерде 1 литр буфердик эритмеге 0,01 HCl кошкондо 0,01 моль $NaHCO_3$ ошондой эле сандагы H_2CO_3 пайда кылат.

$$pH = 6,37 - \lg \frac{0,11}{0,09} = 6,28$$

Бир литр буфердик эритмеге 0,01 моль $NaOH$ кошкондо 0,01 моль H_2CO_3 ошондой эле сандагы $NaHCO_3$ пайда кылат.

$$pH = 6,37 - \lg \frac{0,09}{0,11} = 6,46$$

Буфердик эритмени 100 эсе суюлтканда

$$pH = 6,37 - \lg \frac{0,001}{0,001} = 6,37$$

Чыгарылган эсептин жыйынтыгы көрсөткөндөй буфердик эритмеге анчалык көп болбогон кислотаны же щелочту кошкондо, ошондой эле суюлтканда pH чөйрөсү турактуу абалда кармалып турат.

4 – мисал.

$pH = 3$ барабар болгон $C_6H_4(OH)COOH + C_6H_4(OH)COONa$ салицил буфердик аралашманы алыш үчүн компоненттерди кандай молярдык катышта алуу керек.

Чыгарылышы:

$$pH = -\lg [H^+] = 3 \text{ же } \lg [H^+] = -3 \text{ мындан}$$

$$[H^+] = 10^{-3}$$

$$K_{C_6H_4(OH)COOH} = 1,1 \cdot 10^{-3}$$

Суутектин ионунун концентрациясын жана диссоциация константасын билүү менен ушул буфердик системадагы кислотанын концентрациясынын туздун концентрациясына болгон катышын эсептөөгө болот

$$\frac{[C_6H_4(OH)COOH]}{[C_6H_4(OH)COONa]} = \frac{[H^+]}{K_{C_6H_4(OH)COOH}} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{1,1 \cdot 10^{-3}} = 0,9$$

Аналитикалык химияда көпчүлүк реакциялар буфердик эритмелердин жардамы менен белгилүү pH чөйрөсүндө жүрөт. Мисалы: аммоний буферинин жардамы менен алюминийдин гидроксиди чөкмөгө түшөт. Ошондой эле магнийдин ионун темирдин (III) ионунан бөлүп алыш үчүн колдонулат. Ацетат буфери барийдин ионун стронцийдин ионунун катышуусунда калийдин дихроматы менен чөкмөгө түшүрүлөт. Формиат буфери цинктин ионун күкүрттүү суутек менен чөкмөгө айландыруу үчүн колдонулат.

3.11. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Кандай эритмелерди буфердик деп айтабыз? Буфердик эритмеге мисал келтиргиле?

2. Буфердик эритмелердин касиети эмнеге негизделген?

3. Аммоний буферине күчтүү кислотаны жана күчтүү негизди кошкондо реакциянын жүрүшүнүн молекулалык жана иондук теңдемесин жазгыла?

4. Көмүр кислотасы жана натрийдин гидрокарбонаты бар эритмедеги суутектин концентрациясын эсептеш үчүн туура келген формуланы иштеп чыккыла.

5. 0,1 мольго барабар болгон кислотасы жана тузу болгон ацетат буферин эки эсе суюлтканда эритменин pH чөйрөсү өзгөрөбү?

6. Буфердик эритмени ысытканда pH чөйрөсү өзгөрөбү?

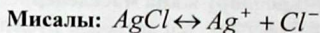
7. 0,01 моль бензой кислотасы жана 0,03 моль натрийдин бензоаты бар эритменин $[H^+]$, pH эсептегиле?

8. 25 мл 0,03 молярдуу фтордуу суутек кислотасы менен 40 мл 0,2 молярдуу калий фторидин аралаштыруу менен пайда болгон эритменин $[H^+]$, pH эсептегиле?

4 – глава. МАССАЛАРДЫН ТААСИР ЭТҮҮ ЗАКОНУ ЖАНА ГЕТЕРОГЕНДИК ПРОЦЕССТЕР

4.1 Эригичтиктин көбөйтүндүсү

Сапаттык анализде чөкмөгө түшүрүү жана аны эритүү реакциялары менен иштөөгө, ошондой эле эригичтиктин көбөйтүндүсүн колдонууга туура келет. Кандайдыр бир затты сууга эриткенде бири-бирине карама каршы болгон эки процесс жүрөт.



Чөкмөнү пайда кылуу

Катуу зат – эритме

Иондордун чөкмөнү пайда кылуусунун ылдамдыгынын анын эрүүсүнүн ылдамдыгына барабар болгон учурда өз ара карама-каршы жүргөн процесстер кыймылдуу теңдештик абалына келет. Эриген заттын иондору менен чөкмөнүн кристаллдарынын ортосундагы аракеттениши фазанын үстүнкү бетинде жүрөт. Процесстин мындайча жүрүшү гетерогендик системалар үчүн мүнөздүү келет. Массалардын таасир этүү закону боюнча катуу заттын эришинин ылдамдыгы (V_1) катуу заттын бетинин чоңдугуна түз пропорционалаш (S_1).

$$V_1 = K_1 S_1$$

K_1 - пропорционалдуулуктун коэффициенти

S_1 - катуу фазанын бетинин чоңдугу

Теңдештик абалында, катуу фазанын бетинин чоңдугу турактуу жана ал бирге барабар. Жогоруда айтылганды эске алуу менен.

$$V_1 = K_1$$

Жыйынтыктап айтканда, эрүүнүн ылдамдыгы электролиттин жаратылышынан көз каранды болот.

Иондордун чөкмөнү пайда кылуусунун ылдамдыгы (V_2) катуу фазанын үстүнкү бетине, иондордун концентрациясына жана кыймылына түз пропорциялаш б. а. иондордун активдүүлүгүнө жараша болот.

$$V_2 = K_2 a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-}$$

Теңдештик абалында чөкмөнү пайда кылуунун ылдамдыгы эрүүнүн ылдамдыгына барабар

$$V_2 = V_1 \text{ же } K_2 a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-} = K_1$$

Ылдамдыктын константасын теңдеменин оң жагына чыгарабыз

$$a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-} = \frac{K_1}{K_2}$$

K_1, K_2 - турактуу температура кезинде турактуу мааниге ээ болот жана алардын катышын ЭК белгилейбиз

$$\frac{K_1}{K_2} = ЭК$$

ЭК - эригичтиктин көбөйтүндүсү

$$ЭК_{AgCl} = a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-}$$

Эригичтиктин көбөйтүндүсү электролиттердин эрүү жөндөмдүүлүгүн мүнөздөйт жана эритмедеги иондордун активдүүлүгүнүн көбөйтүндүсүнө барабар. Күмүштүн хлориди начар эриген электролит болгондуктан каныккан эритмеде иондордун $[Ag^+]$, $[Cl^-]$ молярдык концентрациясы аз. Иондордун аракеттениш күчү аз болгондугуна байланыштуу алар иондордун кыймылына жана химиялык активдүүлүгүнө таасир эте албайт. Ошондуктан иондордун активдүүлүгүнүн ордуна молярдык концентрациясын коёбуз.

$$ЭК_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

Эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн аналитикалык

химияда чоң мааниси бар, анткени аны колдонуу менен көп татаал процесстердин жүрүшүн түшүнүүгө болот: чөкмөнүн пайда болушун жана эришин, бирдей белгидеги иондордун эригичтикке таасир кылуусун, туз эффектисинин маңызын жана бөлчөктүү чөкмөгө түшүрүү процессин.

1 – мисал.

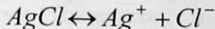
Бир литр каныккан эритмеде $t = 25^{\circ}C$ 0,0018 г күмүштүн хлориди бар. Эригичтиктин көбөйтүндүсүн тапкыла.

Чыгарылышы:

$ЭК_{AgCl}$ чыгарыш үчүн $g/l \rightarrow моль/l$ айландыруу керек

$$[AgCl] = \frac{0,0018}{143,3} = 1,25 \cdot 10^{-5}$$

Диссоциация тендемесин жазабыз



Күмүштүн хлоридинин ар бир молекуласы эригенде бирден Ag^{+} жана Cl^{-} пайда кылат.

$$[Ag^{+}] = [Cl^{-}] = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ (г-ион/л)}$$

формулага коебуз

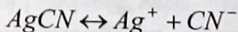
$$ЭК_{AgCl} = [Ag^{+}] \cdot [Cl^{-}] = 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 1,25 \cdot 10^{-5} = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

2 – мисал.

Күмүш цианидинин эригичтигинин көбөйтүндүсү $2,3 \cdot 10^{-16}$ барабар.

Ушул туздун бир литр каныккан эритмесиндеги эригичтигин моль/литр жана грамм/литр тапкыла?

Чыгарылышы:



Ар бир иондун концентрациясын x менен белгилейбиз

$$ЭК_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [CN^-] = x \cdot x = 2,3 \cdot 10^{-16} \text{ демек}$$

$$x^2 = 2,3 \cdot 10^{-16}; x = \sqrt{2,3 \cdot 10^{-16}} = 1,517 \cdot 10^{-8}$$

моль/литр

Грамм/литр табыш үчүн моль/литрин күмүш цианидинин молекулалык массасына көбөйтөбүз.

$$1,517 \cdot 10^{-8} \cdot 134 = 2,03 \cdot 10^{-6} \text{ грамм/литр.}$$

3 – мисал.

Кальций хроматынын эригичтигинин көбөйтүндүсү $7,1 \cdot 10^{-4}$ барабар. Туздун эригичтигин тапкыла?

Чыгарылышы:

$$ЭК_{CaCrO_4} = [Ca^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}]$$

$$[Ca^{2+}] = [CrO_4^{2-}]$$

$$[Ca^{2+}] = [CrO_4^{2-}] = \sqrt{7,1 \cdot 10^{-4}} = 2,7 \cdot 10^{-2} = 0,027 \text{ г - ион/л.}$$

Салыштырмалуу эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн мааниси чоң болгондугуна байланыштуу активдүүлүктүн коэффициентин эске албай коюуга болбойт. Эритменин иондук күчүн табабыз

$$\mu = \frac{1}{2} (0,027 \cdot 2^2 + 0,027 \cdot 2^2) = 0,108$$

Таблицадан активдүүлүктүн коэффициентин карайбыз.

$$f_{Ca^{2+}} = f_{CrO_4^{2-}} = 0,33$$

$$[Ca^{2+}] = [CrO_4^{2-}] = x \cdot x$$

$$[Ca^{2+}] \cdot [CrO_4^{2-}] \cdot f_{Ca^{2+}} \cdot f_{CrO_4^{2-}} = x^2 \cdot 0,33^2 = 7,1 \cdot 10^{-4}$$

$$x = \frac{\sqrt{7,1 \cdot 10^{-4}}}{0,33^2} = \frac{2,7 \cdot 10^{-2}}{0,33^2} = 8,2 \cdot 10^{-2}$$

моль/л

г/литр табыш үчүн туздун молекулалык массасына көбөйтөбүз

$$y = 8,2 \cdot 10^{-2} \cdot 156 = 12,8 \text{ г/л}$$

4.2. Окшош иондордун эригичтикке тийгизген таасири. Туз эффектиси.

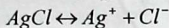
Эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн эрежеси боюнча эригичтик чөкмөгө түшүүгө каршы жүргөн процесс. Теңдештик абалында чөгүүнүн ылдамдыгы эрүү процессинин ылдамдыгына барабар. Бул учурда каныккан эритме пайда болот жана иондордун концентрациясы эригичтиктин көбөйтүндүсүнө туура келет. Эгерде каныккан эритмеге жалпы же бирдей иону бар электролитти кошкондо, иондордун концентрациясынын көбөйтүндүсү эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн чоң болот жана өтө каныккан эритме пайда болот. Мисалы, кальцийдин сульфатынын каныккан эритмесине кичинеден күкүрт кислотасын кошуп аралаштырганда белгилүү убакыттан кийин кристаллдык чөкмө пайда болот. Демек, кальцийдин сульфатынын күкүрт кислотасындагы эригичтиги суудагыга караганда аз. Башка учурларда да ушундай закон ченемдүүлүк сакталат б.а. бирдей иондуу күчтүү электролиттин эритмесин кошкондо электролиттердин эригичтиги азаят.

1 – мисал.

Күмүш хлоридинин 0,01 молярдуу калий хлоридинин эритмесиндеги эригичтиги суудагы эритмесиндегиге караганда канча эсе аз?

1. Күмүш хлоридинин суудагы эригичтигин эсептейбиз.

Чыгарылышы:



$$[Ag^+] = [Cl^-] = x$$

$$ЭК_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = x \cdot x$$

$$ЭК_{AgCl} = x \cdot x = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

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

2. Күмүш хлоридинин калий хлоридинин эритмесиндеги эригичтигин эсептейбиз?

$$[Ag^+] = x \text{ жана } [Cl^-] = (0,01 + x),$$

$$0,01 + x$$

$$ЭК_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-] = x(0,01 + x) = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

x 0,01 ден кичине болгондуктан

$$x \cdot 0,01 = 1,78 \cdot 10^{-10} \text{ же } 0,01x = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

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

3. Күмүш хлоридинин 0,01 М калий хлоридинин эритмесиндеги эригичтигин активдүүлүктүн коэффициенти эске алуу менен эсептейбиз.

Эритменин иондук күчүн табабыз жана ал калий хлориди аркылуу аныкталат. $[Ag^+]$, $[Cl^-]$ иондорунун концентрациясы аз болгондуктан эритменин иондук күчүнө таасир эте албайт.

$$\mu = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 1^2) = 0,01$$

$$f_{K^+} = f_{Cl^-} = 0,90$$

Таблица боюнча

$$\mathcal{E}K_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-] f_{K^+} \cdot f_{Cl^-} = x \cdot 0,01 \cdot 0,90 \cdot 0,90 = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,01 \cdot 0,90^2} = \frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,0081} = 220 \cdot 10^{10} = 2,2 \cdot 10^8$$

Күмүш хлоридинин суудагы жана 0,01 молярдуу калий хлоридинин эритмесиндеги молярдык эригичтигин салыштыруу менен активдүүлүктүн коэффициентин эске албаганда күмүштүн хлоридинин калий хлоридинин эритмесинде таза сууга карганда 750 эсе аз эригендиги эсептелди:

$$\frac{1,334 \cdot 10^{-5}}{1,78 \cdot 10^{-10}} \approx 750 \text{ эсе}$$

Активдүүлүктүн коэффициентин эске алуу менен күмүштүн хлоридинин калий хлоридинин эритмесиндеги эригичтиги таза суудагы эригичтигине караганда 600 эсе аз эригендиги аныкталды.

$$\frac{1,334 \cdot 10^{-5}}{2,2 \cdot 10^{-8}} = 600 \text{ эсе}$$

Күчтүү электролиттерди кошуу менен аз эрүүчү туздардын эригичтигинин жогорулашы туз эффектиси деп аталат. Бирдей иондору жок күчтүү электролиттер начар эриген электролиттин каныккан эритмесине кошкондо эритменин иондук күчү жогорулайт, ал эми активдүүлүктүн коэффициенти азаят. Ушунун натыйжасында начар эриген электролиттин эригичтиги таза суудагы эригичтигине караганда чоң болот. Күчтүү электролиттердин теориясы боюнча туз эффектиси башка электролитти кошкондо эритменин иондук күчүнүн көбөйүшү жана активдүүлүктүн коэффициентинин азайышы менен түшүндүрүлөт. Эритменин иондук күчү концентрациядан гана эмес ошондой эле иондордун зарядынын чоңдугунан да көз каранды болот жана

бирдей сандагы ар кандай электролиттерди кошкондо туз эффектиси ар башка маанини берет.

Мисалы.

Күмүш хлоридинин суудагы эригичтиги 0,01 молярдуу натрийдин нитратынын эритмесиндегиге караганда канча эсе аз? $ЭК = 1,78 \cdot 10^{-10}$

Чыгарылышы

1. Күмүш хлоридинин суудагы эригичтигин табабыз жана ал сууда эригенде бирден Ag^+ , Cl^- иондорун пайда кылат

$$[Ag^+] = [Cl^-] = [AgCl] = x$$

$$ЭК_{AgCl} = [Ag^+] \cdot [Cl^-]$$

$$ЭК_{AgCl} = x \cdot x = 1,78 \cdot 10^{-10} \quad \text{моль/л.}$$

$$x^2 = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,334 \cdot 10^{-5}$$

2. Күмүш хлоридинин 0,01 М натрий нитратынын эритмесиндеги эригичтигин табабыз.

3. Эритменин иондук күчү

$$\mu = \frac{1}{2} ([Na^+] + [NO_3^-] + [Ag^+] + [Cl^-]) =$$

$$= \frac{1}{2} (0,01 \cdot 1 + 0,01 \cdot 1 + 0,01 \cdot 1 + 0,01 \cdot 1) = 0,01$$

эритмедеги бардык иондор аркылуу аныкталат.

Иондордун активдүүлүгүнүн коэффициентин таблица боюнча карайбыз.

$$ЭК_{AgCl} = x \cdot x \cdot 0,90^2 = 1,78 \cdot 10^{-10} \quad \text{же}$$

$$x \cdot 0,90^2 = 1,78 \cdot 10^{-10}$$

$$x = \sqrt{\frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,90^2}} = \sqrt{\frac{1,78 \cdot 10^{-10}}{0,45}} = \sqrt{3,95 \cdot 10^{-10}} = 1,998 \cdot 10^{-5}$$

моль/л

Жыйынтыктап айтканда күмүштүн хлоридинин 0,01 молярдуу натрий нитратынын эритмесиндеги эригичтиги суудагы эригичтигине караганда 1,5 эсе чоң.

$$\frac{1,998 \cdot 10^{-5}}{1,334 \cdot 10^{-5}} = 1,5 \text{ эсе.}$$

4.3. Чөкмөнүн пайда болушу жана ага таасир этүүчү факторлор

Эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн эрежесин билүү менен реакцияга кирген заттардын концентрациясы боюнча чөкмөнүн пайда болуу жана эрүү мүмкүнчүлүгүн ошондой эле аныктала турган иондун толук чөкмөгө түшүшүн эсептеп алууга болот. Чөкмөнүн толук түшүшүнө көп себептер таасир этет, анын бири чөкмөгө айландыруучу заттын концентрациясы. Чөкмөгө айландыруучу затты ашыкча санда кошкондо иондордун көбөйтүндүсү көбөйөт жана ал чөкмөнү толугу менен пайда кылууга алып келет. Мисалы, Pb^{+2} чөкмөгө айлантуу үчүн сульфат иону колдонулат концентрациялары $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Иондордун көбөйтүндүсү

$$ИК = 1 \cdot 10^{-10} \text{ моль/л.}$$

$$ЭК_{PbSO_4} = 1,96 \cdot 10^{-8} \text{ демек } ИК < ЭК \text{ чөкмө пайда}$$

болбойт.

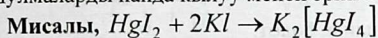
Эритмеге SO_4^{-2} иондорун ашыкча санын кошууга туура келет $1,10^{-2}$ моль/л.

Мында

$$IK = [Pb^{+2}] \cdot [SO_4^{-2}] = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 1 \cdot 10^{-7}$$

$IK > EK = 1 \cdot 10^{-7} > 1,96 \cdot 10^{-8}$ чөкмө пайда болот.

Эритмеге бирдей иондордун ашыкча санын кошуу менен электролиттердин толук чөкмөгө түшүүсүн жогорулатат. Дайыма чөкмөгө айландыруучу заттын эквиваленттик санынын элүү проценти колдонулат, аз болгондо чөкмө толук пайда болбойт. Ашыкча санын колдонгондо комплекстик кошулмаларды пайда кылуу менен эрип кетет.



катуу зат эритме

1 – мисал.

0,05 молярдуу коргошундун нитратын 0,05 жана 0,5 молярдуу туз кислотасы менен аралаштырганда коргошундун хлординин чөкмөсү пайда болобу, эсептегиле?

Чыгарылышы

$$EK_{PbCl_2} = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

а) иондордун көбөйтүндүсү 0,025 же $2,5 \cdot 10^{-2}$ моль

$$[Pb^{+2}] \cdot [Cl^-]^2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot (2,5 \cdot 10^{-2})^2 = 1,56 \cdot 10^{-5}$$

Иондордун көбөйтүндүсү эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн аз болгондугуна байланыштуу коргошундун хлориди чөкмөгө түшпөйт. $PbCl_2$

$$1,56 \cdot 10^{-5} < 1,6 \cdot 10^{-5}$$

б) Иондордун көбөйтүндүсү

$$[Pb^{+2}] \cdot [Cl^-]^2 = 2,5 \cdot 10^{-2} \cdot (2,5 \cdot 10^{-1})^2 = 1,56 \cdot 10^{-3}$$

$$1,56 \cdot 10^{-3} > 1,6 \cdot 10^{-5}$$

Алынган чоңдук эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн 100 эсе чоң. Бул учурда коргошундун хлориди чөкмөнү пайда кылат.

Чөкмөнүн толук түшүшү чөкмөгө айландыруучу заттын диссоциация даражасына байланыштуу. Мисалы, Mg^{+2} иону натрийдин гидроксидинин эритмесинде толугу менен чөкмөгө айланат. Анткени $NaOH$ - диссоциация даражасы 100%, NH_4OH 1%. Тажрыйба жүзүндө заттардын чөгүшү белгилүү pH чөйрөсүндө жүргүзүлөт. Мисалы, Ag_2CrO_4 $pH = 6,5 - 10,3$ чөгөт $pH < 6,5$ эрип кетет, $pH > 10,3$ Ag_2O пайда болот.

2 – мисал.

Эригичтигинин көбөйтүндүсү $1,9 \cdot 10^{-3}$ барабар болгон 0,1 молярдуу марганецтин тузунун эритмеси pH чөйрөсүнүн кандай маанисинде чөгө баштайт жана толугу менен чөгөт?

Чыгарылышы:

Марганецтин эригичтигинин көбөйтүндүсүнүн теңдемесин жазабыз

$$ЭК_{Mn(OH)_2} = [Mn^{+2}] \cdot [OH^-]^2 \quad ЭК_{Mn(OH)_2} = 1,9 \cdot 10^{-13}$$

Теңдемеден гидроксид ионунун концентрациясын табабыз.

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{ЭК_{Mn(OH)_2}}{[Mn^{+2}]}};$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1,9 \cdot 10^{-13}}{1 \cdot 10^{-1}}} = \sqrt{1,9 \cdot 10^{-2}} = 1,378 \cdot 10^{-6}$$

Гидроксид ионунун концентрациясы боюнча pOH табабыз

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

$$pOH = -\lg 1,378 \cdot 10^{-6} = -(\lg 1,378 + \lg 10^{-6}) = -0,1392 + 6 = 5,86$$

$$pH = 14 - 5,86 = 8,14$$

Mn^{+2} ионунун концентрациясы $1 \cdot 10^{-5}$ барабар же андан кичине болгондо ал толук чөкмөгө айланат.

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{ЭК_{Mn(OH)_2}}{[Mn^{+2}]}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{1,9 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{1,9 \cdot 10^{-8}} = 1,378 \cdot 10^{-4} \text{ г -}$$

ион/л

$[OH^-]$ концентрациясы боюнча pOH табабыз

$$pOH = -\lg [OH^-] = -\lg (1,378 \cdot 10^{-4}) = -(\lg 1,378 + \lg 10^{-4}) = -(0,1392 + 4) = 3,86$$

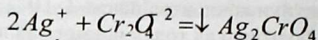
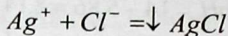
$$pH = 14 - 3,86 = 10,14$$

Mn^{+2} иону $pH = 8,14$ чөгүү башталат, $pH = 10,14$ толугу менен чөгөт.

4.4. Бөлчөктүү чөктүрүү

Эритмеге реагентти таасир эткенде эки же андан көп иондор менен начар эриген электролиттерди пайда кылат. Мындай кубулуштар

аналитикалык химиянын тажрыйбасында дайыма кездешет жана группалык реагенттерди таасир этүү менен байкалат. Мындай учурда иондордун чөкмөгө айланышын эригичтиктин көбөйтүндүсүн пайдалануу менен түшүнүүгө болот. Мисалы KCl , K_2CrO_4 турган эритменин аралашмасы бар. Концентрациясы $[Cl^-] = [CrO_4^{-2}] = 1 \cdot 10^{-4}$ г-ион/л. Аралашмага күмүштүн нитратын тамчылатып кошобуз. Реакция жүрөт



Пайда болгон туздардын кайсынысы биринчилерден болуп чөкмөгө түшөрүн эригичтиктин көбөйтүндүсү боюнча аныктоого болот.

$$[Ag^+] \cdot [Cl^-] = ЭК_{AgCl} = 1,56 \cdot 10^{-10}$$

$$[Ag^+]^2 [CrO_4^{2-}] = ЭК_{Ag_2CrO_4} = 9 \cdot 10^{-12}$$

Күмүштүн ионунун концентрациясын эсептейбиз.

$$[Ag^+]_{AgCl} = \frac{ЭК_{AgCl}}{[Cl^-]} = \frac{1,56 \cdot 10^{-10}}{1 \cdot 10^{-1}} = 1,56 \cdot 10^{-9} \text{ г-ион/л}$$

$$[Ag^+]_{Cr_2O_4} = \sqrt{\frac{ЭК_{Ag_2CrO_4}}{[Cr_2O_4^{2-}]}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-12}}{1 \cdot 10^{-1}}} = 9 \cdot 10^{-6}$$

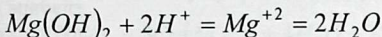
г – ион/л

AgCl - чөкмөгө биринчи чөгөт, анткени күмүштүн ионунун концентрациясы аз жана эригичтиктин көбөйтүндүсүнө мурдараак жетет. Эритмедеги чөкмөгө түшүрүүчү иондун концентрациясынын көбөйүшү менен аралашмадагы иондордун эригичтиктин көбөйтүндүсүнө жетишине байланыштуу чөгүшү бөлчөктүү деп аталат.

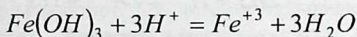
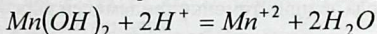
4.5. Чөкмөлөрдү эритүү

Начар эриген чөкмөлөрдү эритмеге айландыруу анализ үчүн маанилүү процесс катарында каралат. Mg^{+2} ионун ачыш үчүн $Mg(OH)_2$ эритүүгө туура келет. Эритмеге кандайдыр бир кислотаны кошкондо кислотадагы суутектин

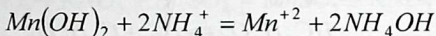
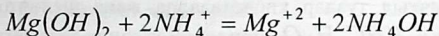
иону гидроксид иону менен байланышып диссоциацияланбаган суунун молекуласын пайда кылат. Ушунун натыйжасында иондордун көбөйтүндүсү $[Mg^{+2}] \cdot [OH^{-}]^2 < ЭК_{Mg(OH)_2}$ азаят. Демек, $Mg(OH)_2$ эрип баштайт. Андан ары кислотаны кошуу менен чөкмөнү толук эритип алууга болот. Жогоруда айтылгандарды эске алуу менен реакциянын теңдемесин жазабыз



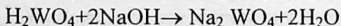
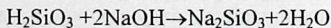
Ошондой эле кислоталарда башка негиздер да эришет



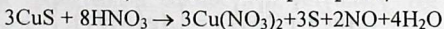
Айрым гидроксиддерди аммиакта эритсе болот $[OH^{-}]$ иондору NH_4^+ биригип салыштырмалуу аз эрүүчү кошулманы пайда кылат NH_4OH



Аз эрүүчү негиздер $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, $Cr(OH)_3$ минералдык кислоталарда жеңил эрийт. Сууда жана минералдык кислоталарда эрибеген кислоталар H_2SiO_3 , H_2WO_4 2 н натрийдин гидроксидинде туздарды пайда кылуу менен эрийт.

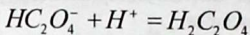
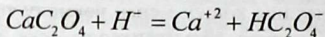
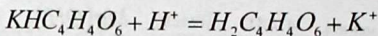


Начар кислоталардын туздары күчтүү минералдык кислоталарда же кычкылдандыргыч касиети бар кислоталарда эрийт.

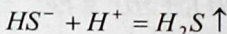
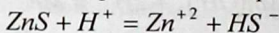


Кислотанын H^+ иону туздардын аниону менен биригип диссоциацияланбаган начар кислотаны пайда кылат.

Мисалы,

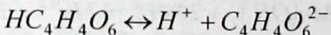


Ошондой эле сууда начар эриген сульфиддердин кислоталарда эришин төмөнкү тендемеден көрсөтсө болот.

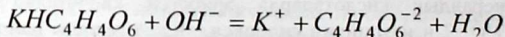


Начар эриген күчтүү кислоталардын туздары: $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$, $AgCl$, AgI кислоталарда эрибейт, анткени аз диссоциацияланган кошулмаларды пайда кылат.

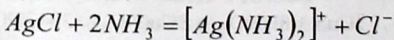
Кычкыл туздар кислоталарда жана щелочтордо эрийт. Мисалы, $KHC_4H_4O_6$ иондорго аз санда ажырайт.



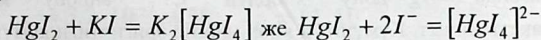
H^+ иону OH^- менен биригип суунун молекуласын пайда кылат.



Жогоруда көрсөтүлгөн бардык реакцияларда чөкмөнү эритүүдө диссоциацияга аз учуроочу начар электролиттер пайда болот (суу, начар кислота жана NH_4OH). Чөкмөнү эритүү көпчүлүк учурда комплекстик кошулмаларды пайда кылуу менен жүрөт. Мисалы, $AgCl$ кислотада эрибейт бирок NH_4OH жеңил эрийт.



Ошондой эле HgI_2 комплексти пайда кылуу менен KI эрийт

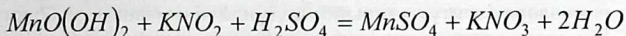


Көпчүлүк учурда чөкмөнү эритүү кычкылдануу - калыбына келүү реакциясынын жүрүшү менен байланыштуу. CoS, NiS, CuS, Bi_2S_3 азот кислотасынан башка кислоталарда эрибейт.

Мисалы, $3CuS + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 4H_2O + 3S + 2NO$.

Реакция кезинде күкүрт кычкылданат. Демек күкүрттүн эритмедеги концентрациясы азаят. Жездин ионунун концентрациясы көбөйөт. б.а. жездин сульфиди эрип кетет. Айрым учурда чөкмөнү эритиш үчүн кошулманын составындагы кандайдыр бир ионду калыбына келтирүүгө туура келет. Мисалы, $MnO(OH)_2$ күкүрт кислотасында эрибейт. Эгерде эритмеге KNO_2 же $NaNO_2$ кошкондо

$Mn^{+4} \rightarrow Mn^{+2}$ айланат жана эрийт

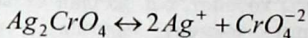


4.6. Начар эрүүчү башка электролиттерге айландыруу.

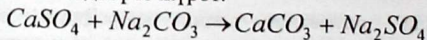
Начар эриген электролитти экинчисине айландыруу ыкмасы сапаттык анализде дайыма колдонулат. Эгерде теңдештик абалындагы күмүштүн хроматынын Ag_2CrO_4 каныккан эритмесине калий хлоридинин эритмесинин ашыкча санын кошуп чайкаса кызыл кирпич өңдүү күмүштүн хроматынын чөкмөсү, быштак өңдүү күмүштүн хлоридинин ак чөкмөсү пайда болот.

Мындай айланыштын себебин түшүнүш кыйын эмес. Күмүштүн хроматынын чөкмөсүнүн үстүндөгү Ag^+ жана

CrO_4^{-2} иондору бар эритмеге калий хлоридинин эритмесин куйганда Ag^+ иону хлордун Cl^- аниону менен аракеттенишет. Күмүштүн хлоридинин эригичтиги күмүштүн хроматына караганда аз болгондугуна байланыштуу эритмедеги күмүштүн ионунун концентрациясы $AgCl$ чөкмөсүн пайда кылууга жетиштүү болот. Күмүштүн хлоридинин чөкмөсү пайда болуу менен эритмедеги күмүштүн ионунун жоголушу күмүштүн хроматын каныкпаган эритмеге айлантат жана толук эрип кетет. Күмүштүн хроматын күмүш хлоридине айланышын төмөнкү теңдештик боюнча көрсөтсө болот.



Аз эрүүчү башка электролиттердин айланыштары да жогоруда көрсөтүлгөн схема боюнча жүрөт. Аз эриген чөкмөлөрдү эритүү тажрыйба жүзүндө чоң мааниге ээ болот. Мисалы, барийдин, стронцийдин жана кальцийдин сульфаттары кислоталарда же щелочтордо эрибейт. Сульфаттарды эритиш үчүн адегенде карбонаттарга айлантат. Карбонаттар уксус кислотасында жеңил эрийт. Сульфаттарды карбонаттарга айландырыш үчүн натрийдин карбонатынын концентрацияланган эритмесин ысытуу жолу менен таасир этет. Реакция төмөндөгүчө жүрөт.



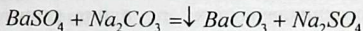
Бул реакция сол жактан оң жакка карай жеңил жана аягына чейин жүрөт, анткени $ЭК_{CaCO_3} = 4,8 \cdot 10^{-9}$ 5000 эсе кичине $ЭК_{CaSO_4} = 2,37 \cdot 10^{-5}$ Стронцийдин сульфатынын $SrSO_4$ стронцийдин карбонатына айланышы кыйынчылык

менен жүрөт, анткени $\mathcal{E}K_{SrCO_3} = 1,1 \cdot 10^{-10}$,

$\mathcal{E}K_{SrSO_4} = 3,2 \cdot 10^{-7}$, $\mathcal{E}K_{BaSO_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$,

$\mathcal{E}K_{BaCO_3} = 5,1 \cdot 10^{-9}$.

Барий сульфатынын жана барий карбонатынын эригичтигин көбөйтүндүсүн салыштыруу менен сульфатты карбонатка айлантуу мүмкүн эмес экени байкалды жана бул реакция өзүнөн өзү жүрбөйт. Бирок массанын таасир этүү законун эске алуу менен барий сульфатына натрий карбонатын ашыкча санда таасир этүү менен теңдештикти сол жактан оң жакка жылдыруу менен барий карбонатын алууга болот.



Иондордун көбөйтүндүсү эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн чоң учурда барийдин карбонаты пайда болот.

$$[Ba^{+2}] \cdot [CO_3^{-2}] > \mathcal{E}K_{BaCO_3}$$

Бул барабарсыздыкта барийдин ионунун концентрациясы барий сульфатынын эригичтиги менен аныкталат.

$$[Ba^{+2}] = \frac{\mathcal{E}K_{BaSO_4}}{[SO_4^{-2}]}$$

$[CO_3^{-2}]$ концентрациясын көбөйтүү менен

$$\frac{\mathcal{E}K_{BaSO_4}}{[SO_4^{-2}]} > \frac{\mathcal{E}K_{BaCO_3}}{[CO_3^{-2}]} \text{ бул барабарсыздыкты өзгөртүү менен}$$

башкача жазабыз.

$$\frac{[CO_3^{-2}]}{[SO_4^{-2}]} > \frac{\mathcal{E}K_{BaCO_3}}{\mathcal{E}K_{BaSO_4}} \text{ эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн сан}$$

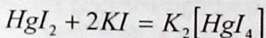
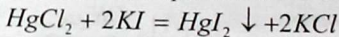
маанилерин кою менен

$$\frac{[CO_3^{-2}]}{[SO_4^{-2}]} > \frac{5,1 \cdot 10^{-9}}{1,1 \cdot 10^{-10}} = \frac{51 \cdot 10^{-10}}{1,1 \cdot 10^{-10}} \approx 46,4 \text{ эсе}$$

Демек, барийдин сульфатын барийдин карбонатына айландырыш үчүн эритмедеги CO_3^{-2} ионунун концентрациясы 46,4 эсе SO_4^{-2} ионунун концентрациясынан чоң болуу керек.

4.7. Чөкмөнү пайда кылуу процессинин химиялык анализде колдонулушу

Чөкмөнү пайда кылуу реакциясы аналитикалык химияда кеңири колдонулат. Катиондордун, аниондордун көпчүлүк сапаттык реакциялары чөкмөнү пайда кылуу менен жүрөт. Чөкмөнү пайда кылуусу, түсүнүн өзгөрүшү жана эригичтиги боюнча катиондордун, аниондордун бар экендигин билүүгө болот. Мисалы, сымаптын тузу (II) калийдин иону менен аракеттенишинен кызыл түстөгү HgI_2 чөкмөнү пайда кылат. Реагентти ашыкча санда кошкондо чөкмө комплекстик кошулманы пайда кылуу менен эрип кетет.



Сымаптын тузунун KI менен кызыл түстөгү чөкмөнү пайда кылуусу, KI ашыкча санда кошкондо эрип кетиши эритмеде сымаптын иону бар экендигин билдирет (II). Чөкмөнү пайда кылуу процесси курамы татаал болгон жаратылыш материалдарын (кендерди, сууларды, органикалык кошулмаларды) изилдөөдө жана алардын аралашмаларын ажыратып бөлүп алыш үчүн кеңири колдонулат.

Кислота - негиздик классификациясы металлдардын катиондорунун хлориддеринин, сульфаттарынын жана гидроксиддеринин чөкмөсүн пайда кылууга негизделген.

Мына ушунун натыйжасында бири-биринен ажыратып бөлүп алууга жана аныктоого болот.

Сандык анализдин бир катар методдору чөкмөнү пайда кылуу реакциясына негизделген. Көпчүлүк учурда гравиметриялык анализ чөкмөнү пайда кылуу реакциясы менен жүргүзүлөт. Мисалы, эритмедеги сульфатты гравиметриялык жол менен аныктайт. Эритмеге барийдин хлоридин ашыкча санда кошуу менен сууда эрибеген $BaSO_4$ ак чөкмөсү алынат жана аны жууйт, кургатат, какшытат жана таразага тартат. Пайда болгон чөкмөнүн массасы боюнча эритмедеги сульфаттын санын эсептейт.

Титрлөө методдорунун айрымдары чөгүү реакциясына негизделген. Титрлөө анализин жүргүзгөндө изилдене турган эритмеге концентрациясы белгилүү болгон эритмени аздан кошкондо аныктала турган ион чөкмөгө түшөт. Аныктала турган иондун баардыгы чөкмөгө түшкөндө, эритмеде реагенттин ашыкча саны пайда болот. Реагенттин эритмеде пайда болушун түстүү кошулмаларды пайда кылган атайын индикаторлордун жардамы менен аныкталат. Титрлөөгө сарп кылынган реагенттин көлөмү боюнча аныктала турган заттын саны эсептелет. Мисалы, металлдардын хлориддерин аныкташ үчүн реагент катары концентрациясы белгилүү болгон күмүштүн нитраты колдонулат. Изилдене турган эритмеге аздан кошкондо $AgCl$ чөкмөсү пайда болот. Хлорид иондору толугу менен чөкмөгө түшкөндө эритмеде күмүштүн ашыкча иондору бар экендиги кызыл кирпич өндүү чөкмө Ag_2CrO_4 калийдин хроматын кошкондо пайда болот. Аракеттенишке кеткен күмүштүн концентрациясы жана көлөмү боюнча хлориддердин саны эсептелет.

4.8. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн сапаттык анализде кандай мааниси бар? Колдонулушун көрсөткүлө?
2. Чөкмөнү эритүү үчүн эригичтиктин көбөйтүндүсүн

кантип колдонот. Негизги эрежелерин айткыла

3. Электродиттердин эригичтигине бирдей белгидеги иондор кандай таасир этет?

4. Туз эффектисин эригичтиктин көбөйтүндүсүнүн негизинде түшүндүргүлө?

5. Бөлчөктүү чөктүрүү деген эмне жана аны сапаттык анализде кандайча колдонулат?

6. Начар эрүүчү башка электродиттерге айландыруу эмнеге негизделген?

7. Барийдин сульфатынын эригичтиги 0,05 молярдуу натрийдин сульфатынын эритмесине караганда таза сууда канча эсе чоң? $EK_{BaSO_4} = 1,1 \cdot 10^{-10}$.

8. Бирдей көлөмдөгү 0,05 нормалдуу коргошундун нитраты (II) менен 0,05 нормалдуу туз кислотасын аралаштырганда коргошун хлориди чөкмөгө түшөбү? Эсептегиле?

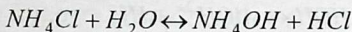
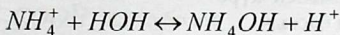
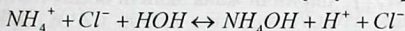
9. 0,1 молярдуу хромдун тузунун эритмесинен хромдун гидроксиди (III) pH чөйрөсүнүн кандай сан маанилеринде чөгүп баштайт жана толугу менен чөгөт? Эсептегиле?

5 – глава. ГИДРОЛИЗ ПРОЦЕССИ ЖАНА АМФОТЕРДҮҮЛҮК

Гидролиз

Туз менен суунун иондорунун алмашуу реакциясынын негизинде рН чөйрөсүн өзгөртүүгө алып келген процесс гидролиз деп аталат. Туздардын гидролизи кайталанма процесс жана химиялык теңдештиктин бир мисалы катарында каралып массалардын таасир этүү законуна башийет.

5.1. Начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи

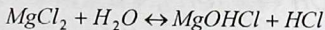
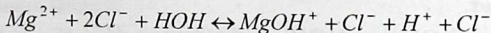
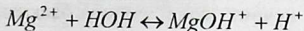


NH_4^+ катиону менен суунун OH^- иондорунун ортосунда аракеттенишүү процесси жүрдү. Суунун диссоциациясынын иондук теңдештигинин жылышы менен эритмеде H^+ иондору көбөйдү, ошондуктан NH_4Cl тузунун эритмеси кычкыл чөйрөнү көрсөтөт.

Көп кислоталуу начар негизден жана күчтүү кислотадан пайда болгон туздун гидролизинде, процесс баскыч менен жүрөт.

Мисалы, $MgCl_2$ гидролизи төмөнкү схемада жүрөт

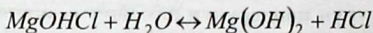
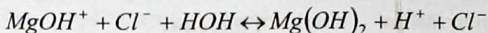
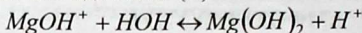
Биринчи баскыч:



Экинчи баскыч

Негизги туз суу менен аракеттенишип магнийдин

гидроксидин пайда кылат (II)

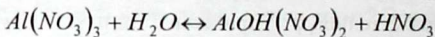
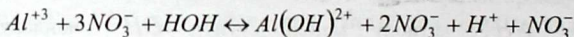
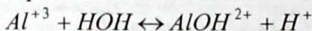


Гиролиздин негизинде эритмеде H^+ иондор пайда болуу менен $MgCl_2$ тузунун эритмеси кычкыл чөйрөгө айланат.

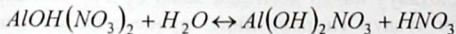
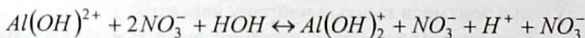
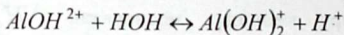
Көп кислоталуу начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туз катион боюнча гидролизге учурап үч баскыч боюнча жүрөт.

$Al(NO_3)_3$ биринчи жана экинчи баскычта негизги тузду пайда кылуу менен жүрөт

Биринчи баскыч

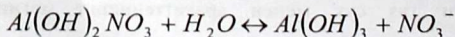
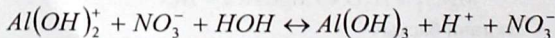
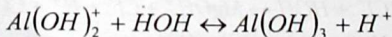


Экинчи баскыч



Үчүнчү баскыч

Реакция үчүнчү баскыч боюнча жөнөкөй шартта жүрбөйт. Температураны жогорулатканда же эритмени суюлтканда гидролиз күчөйт жана үчүнчү баскыч боюнча жүрөт.

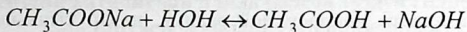
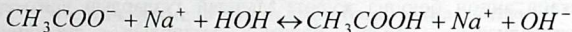
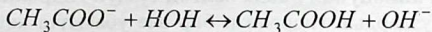


$Al(NO_3)_3$ тузунун эритмеси кычкыл чөйрөгө ээ болот.

Анткени гидролиз кезинде эритмеде H^+ иондору көбөйөт. Көп кислоталуу начар негизден жана күчтүү кислотадан пайда болгон туздун гидролизи негизинен биринчи баскыч боюнча каралат.

5.2. Күчтүү негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи

Мындай туздун гидролизи анион боюнча жүрөт, анткени туздун аниону суунун H^+ иону менен аракеттенишет. Мисалы, CH_3COONa күчтүү негизден $NaOH$ жана начар кислотадан CH_3COOH пайда болот

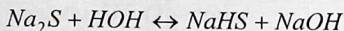
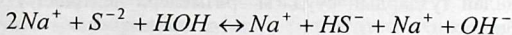
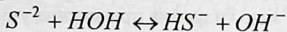


Гидролиздин негизинде эритмеде OH^- иондору көбөйөт ошондуктан CH_3COONa тузунун эритмеси щелочтуу чөйрөгө ээ болот.

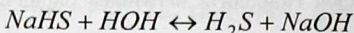
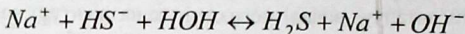
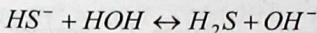
Көп негиздүү начар кислотадан жана күчтүү негизден пайда болгон туздун гидролизи баскыч боюнча жүрөт. Мындай туздардын чөйрөсү щелочтуу болот.

Мисалы, Na_2S күчтүү негизден $NaOH$ жана начар кислотадан H_2S пайда болот.

Биринчи баскыч



Экинчи баскыч

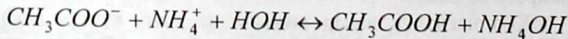


Гидролиздин натыйжасында эритмеде OH^- иондору пайда болот. Натрийдин сульфидинин эритмеси щелочтуу чөйрөнү берет. Жөнөкөй шартта мындай туздардын гидролизи биринчи баскыч боюнча жүрөт. Эритменин өтө суюлткан учурда жана температураны жогорулатканда гидролиз 2 баскыч боюнча жүрөт.

5.3. Начар негиздин катионунан жана начар

кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи

Мындай туздардын гидролизи бир эле убакытта катион жана анион боюнча жүрөт. Мындай туздардын эритмелери гидролизден пайда болгон заттардын диссоциация даражасына карата чөйрөсү нейтралдуу, начар кычкылдуу, щелочтуу болушу мүмкүн. Мисалы, CH_3COONH_4 начар кислотадан CH_3COOH жана начар негизден NH_4OH пайда болот.



Гидролиздин натыйжасында уксус кислотасы жана аммонийдин гидроксиди пайда болот жана диссоциация даражалары бирдей болгондуктан чөйрө нейтралдуу болот. Күчтүү негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздар гидролиз процессине учурабайт. Мындай туздардын суудагы эритмелери нейтралдуу чөйрөгө ээ болот.

5.4. Гидролиз константасы жана диссоциация даражасы

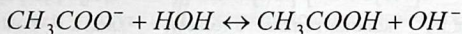
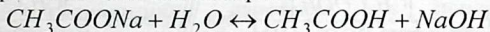
Гидролиз саны боюнча гидролиз константасы жана даражасы менен мүнөздөлөт. Гидролиз константасы гидролизден пайда болгон заттардын концентрациясынын көбөйтүндүсүнүн гидролизге айланбаган туздун ионунун концентрациясынын катышына барабар. Гидролиз константасы гидролиз учурунда пайда болгон кыймылдуу теңдештиктин абалын аныктайт.

Диссоциация даражасы α - менен белгиленет. Гидролизге айланган туздун концентрациясынын туздун эритмедеги жалпы концентрациясына болгон катышына барабар.

$$\alpha = \frac{C_{\text{гидр}}}{C_{\text{жалпы}}};$$

5.5. Начар кислотанын анионунан жана күчтүү негиздин катионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы.

Натрийдин ацетатынын гидролизи:



Жалпы түрүндө



Маслардын таасир этүү законун колдонуу менен химиялык теңдештиктин теңдемесин жазабыз

$$\frac{[\text{CH}_3\text{COOH}] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_2\text{O}]} = K$$

K - химиялык теңдештиктин константасы

Суунун концентрациясы турактуу болгондуктан теңдеменин оң жагына чыгарабыз $[\text{H}_2\text{O}] - \text{const}$

$$\frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} = K \cdot [H_2O];$$

Эки турактуу сандын көбөйтүндүсү турактуу санды берет.
 $K \cdot [H_2O] = K$ гидр. белгилейбиз. Тендемени кайра жазабыз

$$K_{гидр} = \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]}$$

жалпы түрүндө

$$K_{гидр} = \frac{[HAn^-] \cdot [OH^-]}{[An^-]}$$

Гидролиз константасынын сан мааниси суунун иондук көбөйтүндүсүнүн чоңдугунан жана начар кислотанын иондошуу константасынан тапса болот.

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K_B \text{ мындан}$$

$$[OH^-] = \frac{K_B}{[H^+]}$$

$[OH^-]$ маанисин гидролиз константасынын тендемесине коебуз

$$K_{гидр} = \frac{[CH_3COOH] K_B}{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}$$
 бул тендемеде $\frac{[CH_3COOH]}{[CH_3COO^-] \cdot [H^+]}$

диссоциация константасына тескери чоңдук болгондугуна

байланыштуу б.а. $\frac{1}{K_{CH_3COOH}}$ гидролиз константасынын тендемесине

$$\text{кою менен } K_{гидр} = \frac{K_B}{K_{CH_3COOH}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,74 \cdot 10^{-5}} = 5,75 \cdot 10^{-5} \text{ натрийдin}$$

ацетатынын гидролизинин константасы $K = 5,75 \cdot 10^{-5}$ барабар

Начар кислотанын анионунан жана күчтүү негиздин катионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы суунун иондук көбөйтүндүсүн гидролиз кезинде пайда болгон начар кислотанын диссоциация

константасына бөлгөндө чыккан санына барабар. Гидролиз константасы диссоциация даражасын эсептөөгө мүмкүнчүлүк түзөт. Эритмедеги туздун концентрациясы C моль/л, гидролиздин даражасы α -(альфа). Гидролизге айланган туздун бөлүгү $C\alpha$. Гидролизге айланбаган туздун бөлүгү $C - C\alpha$ же $C(1 - \alpha)$ менен белгилейбиз жана гидролиз константасынын теңдемесине коёбуз.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha} = \frac{K_B}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}}; \quad \frac{C^2\alpha^2}{C(1-\alpha)} = \frac{K_B}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}}; \quad \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{K_B}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}};$$

α - бирден кичине болгондуктан аны жазбай эле коюуга болот

$$C\alpha^2 = \frac{K_B}{K_{\text{CH}_3\text{COOH}}}; \quad \text{же } \alpha^2 = \frac{K_B}{K_{\text{кисл}} \cdot C_{\text{туз}}}; \quad \alpha = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{кисл}} \cdot C_{\text{туз}}}};$$

Алынган теңдемени колдонуу менен 0,1м натрий ацетатынын гидролизинин даражасын табабыз.

$$\alpha = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,74 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}}} = \sqrt{0,575 \cdot 10^{-8}} = 0,758 \cdot 10^{-4} \text{ же } 0,0758\%$$

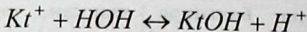
Начар кислотадан жана күчтүү негизден пайда болгон туздун гидролизинин даражасы суу иондорунун көбөйтүндүсүнүн кислотанын константасынын эритмедеги туздун концентрациясынын көбөйтүндүсүнүн катышынын квадраттык тамырына барабар.

5.6. Начар негиздин катионунан күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы

Аммоний хлоридинин гидролизи



Жалпы түрүндө



Массалардын таасир этүү законун колдонуу менен химиялык теңдештиктин константасын жазабыз.

$$\frac{[NH_4OH] \cdot [H^+]}{[NH_4^+] \cdot [H_2O]} = K$$

Суунун концентрациясын теңдеменин оң жагына чыгаруу менен $K \cdot [H_2O]$ эки турактуу сандын көбөйтүндүсүн бир чоңдукка алмаштыруу менен гидролиздин константасынын теңдемесин алабыз.

$$\frac{[NH_4OH][H^+]}{[NH_4^+]} = K$$

гидр. же жалпы түрүндө

$$\frac{[KlOH] \cdot [H^+]}{[Kl^+]} = K_{\text{гидр}} [H^+] = \frac{K_B}{[OH^-]}$$

$[H^+]$ маанисин гидролиздин константасынын

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[NH_4OH]K_B}{[NH_4^+][OH^-]}$$

теңдемесине коебуз.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{\text{негиз}}}$$

Аммоний хлоридинин гидролизинин константасын табабыз

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = 5,74 \cdot 10^{-10}$$

Начар негизден жана күчтүү кислотадан пайда болгон туздун гидролизинин константасы суу иондорунун көбөйтүндүсүн гидролиз кезинде пайда болгон негиздин диссоциация константасына бөлгөндө чыккан санына барабар.

Аммоний хлоридинин гидролизинин диссоциация даражасын эсептөө үчүн эритмедеги туздун концентрациясын C моль/л, гидролиздин даражасын - α - (альфа) туздун гидролизге айланган бөлүгүн - $C\alpha$, туздун гидролизге айланбаган бөлүгүн $C - C\alpha$ же $C(1 - \alpha)$ менен белгилеп, гидролиз константасынын теңдемесине коебуз.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{C\alpha \cdot C\alpha}{C - C\alpha} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}} \text{ же } \frac{C^2 \alpha^2}{C(1 - \alpha)} = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}}$$

Бөлчөктүн бөлүмүндөгү α - бирден кичине болгондуктан аны жазбай эле коюуга болот.

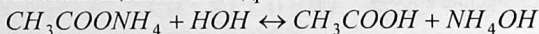
$$C\alpha^2 = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH}}; \alpha^2 = \frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH} \cdot C_{\text{туз}}}; \alpha = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{NH_4OH} \cdot C_{\text{туз}}}}$$

Алынган теңдемени колдонуу менен 0,1м аммоний хлоридинин гидролизинин диссоциация даражасын табабыз.

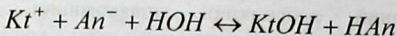
$$\alpha^2 = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-1}}} = \sqrt{0,58 \cdot 10^{-8}} = 0,755 \cdot 10^{-4} = 0,0755\%$$

Начар негиздин катионунан күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин диссоциация даражасы суу иондорунун көбөйтүндүсүн негиздин диссоциация константасын эритмедеги туздун концентрациясынын көбөйтүндүсүнүн катышына болгон квадраттык тамырына барабар.

5.7. Начар негиздин катионунан жана начар кислотанынын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы
Аммоний ацетатынын гидролизи:



Жалпы түрүндө



Химиялык теңдештиктин константасынын теңдемесин жазып аны өзгөртүү менен гидролиздин константасынын теңдемесин алабыз.

$$\frac{[NH_4OH] \cdot [CH_3COOH]}{[NH_4^+][CH_3COO^-][H_2O]} = K$$

$$\frac{[NH_4OH] \cdot [CH_3COOH]}{[NH_4^+][CH_3COO^-]} = K[H_2O] = K_{гидр}$$

жалпы түрүндө

$$K_{гидр} = \frac{[KtOH] \cdot [HAn]}{[Kt^+] \cdot [An^-]}$$

Аммоний гидроксидинин жана уксус кислотасынын диссоциация константасынан гидролизден пайда болгон заттардын концентрациясын табабыз.

$$K_{NH_4OH} = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_4OH]}$$

$$[NH_4OH] = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{K_{NH_4OH}}$$

ушундан жол менен

$$[CH_3COOH] = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{K_{CH_3COOH}}; [NH_4OH] \text{ жана}$$

$[CH_3COOH]$ маанилерин гидролиздин константасынын теңдемесине коебуз

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[NH_4^+][OH^-][H^+][CH_3COO^-]}{[NH_4^+][CH_3COO^-] K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}$$

Бөлчөктү кыскартуу менен гидролиздин константасын эсептөөчү формуланы алабыз.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}$$

Начар негизден жана начар кйслотадан пайда болгон туздун гидролизинин константасы суунун иондук көбөйтүндүсүн гидролиз кезинде пайда болгон негиздин, кислотанын иондошуу константтарына бөлгөндө чыккан санына барабар.

Сан маанилерин кою менен гидролиздин константасын табабыз

$$K_{CH_3COONH_4} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}$$

$$K_{CH_3COONH_4} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}} = \frac{10 \cdot 10^{-5}}{3,06 \cdot 10^{-10}} = 3,268 \cdot 10^{-5}$$

Гидролиздин диссоциация даражасын эсептөө үчүн эритмедеги туздун жалпы концентрациясын C моль/л, гидролиздин даражасын- α (альфа), гидролизге айланган туздун концентрациясын $C \cdot \alpha$, гидролизге айланбаган туздун бөлүгүн $C - C \alpha$ же $C(1 - \alpha)$ менен белгилеп гидролиздин константасынын теңдемесине коебуз.

$$K_{\text{гидр}} = \frac{C \alpha \cdot C \alpha}{C(1 - \alpha) \cdot C(1 - \alpha)} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}$$

Бөлчөктү кыскартып жазабыз.

$$\frac{\alpha^2}{(1-\alpha)^2} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}} \text{ мында}$$

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}}$$

Начар негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи олуттуу деңгээлде жүргөндүгүнө байланыштуу бөлчөктүн бөлүмүндөгү α (альфа) жазбай коюга болбойт. Теңдемеден көрүнүп тургандай мындай туздун гидролизинин диссоциация даражасы анын концентрациясынан көз каранды болбойт. Аммоний ацетаты үчүн гидролиздин диссоциация даражасын табабыз

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}}}$$

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 1,74 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-15}}{3,6 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{3,27 \cdot 10^{-5}} = \sqrt{32,7 \cdot 10^{-6}} = 5,72 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{мындан } \alpha = 5,72 \cdot 10^{-3} \cdot (1-\alpha) = 5,72 \cdot 10^{-3} \cdot$$

$5,72 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha$ теңдеменин сол жагына алып барабыз

$$\alpha + 5,72 \cdot 10^{-3} \cdot \alpha = 5,72 \cdot 10^{-3}$$

$$\alpha = \frac{0,00572}{1,00572} = 0,00568$$

$$\text{же } 0,00568 \cdot 100 = 0,568\%$$

1-мисал.

0,01 н калий формиатынын гидролизинин константасы жана диссоциация даражасын эсептегиле? $K_{\text{НСOOH}} = 1,8 \cdot 10^{-4}$

Чыгарылышы

$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{K_B}{K_{\text{кислота}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-4}} = 0,555 \cdot 10^{-10} = 5,55 \cdot 10^{-11}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{кислота}} \cdot C_{\text{туз}}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{0,55 \cdot 10^{-8}} = 0,745 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0,00745\%$$

2 – мисал. 0,02 н аммоний хлоридинин гидролизинин константасын жана диссоциация даражасын эсептегиле?

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$$

Чыгарылышы

$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5}} = 0,568 \cdot 10^{-9} = 5,68 \cdot 10^{-10}$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot C_{\text{туз}}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{0,284 \cdot 10^{-7}} = \sqrt{2,84 \cdot 10^{-8}} = 1,685 \cdot 10^{-4} \cdot 100 = 0,1685\%$$

3 – мисал

Аммоний цианидинин эритмесинин гидролизинин константасын жана диссоциация даражасын эсептегиле?

$$K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}; K_{\text{HCN}} = 6,2 \cdot 10^{-10}$$

Чыгарылышы:

$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot K_{\text{кислота}}} = \frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 6,2 \cdot 10^{-10}} = \frac{10 \cdot 10^{-15}}{10,9 \cdot 10^{-15}} = 0,917 \cdot 10^{-1}$$

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} = \sqrt{\frac{K_B}{K_{\text{негиз}} \cdot C_{\text{кислота}}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-5} \cdot 6,2 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 10^{-15}}{10,9 \cdot 10^{-15}}} =$$

$$\sqrt{9,17 \cdot 10^{-1}} = \sqrt{91,7 \cdot 10^{-2}} = 9,576 \cdot 10^{-1}$$

мындан

$$\alpha = 9,58 \cdot 10^{-1} \cdot (1-\alpha) = 9,58 \cdot 10^{-1} - 9,58 \cdot 10^{-1} \cdot \alpha$$

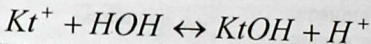
$$9,58 \cdot 10^{-1} \cdot \alpha \text{ тендемнин сол жагына чыгарабыз}$$

$$\alpha + 9,58 \cdot 10^{-1} \cdot \alpha = 9,58 \cdot 10^{-1}; \alpha = \frac{0,958}{1 + 0,958} = 0,489 \cdot 100 = 48,9\%$$

Гидролизге учураган туздардын эритмелеринин рН жана рОН эсептөө

Туздардын гидролизинин рН жана рОН эсептөө гидролиз константасынын негизинде жүргүзүлөт.

5.8. Начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун рН жана рОН эсептөө.



Гидролиздин иондук тендемесинен көрүнүп тургандай алардын көбөйтүндүсү $[KtOH] = [H^+]$

$[KtOH] \cdot [H^+] = [H^+]^2$. Мындай туздардын гидролизинин даражасы $\alpha = 0,01$ болгондуктан гидролизге айланбаган катиондун концентрациясы туздун жалпы мольдук концентрациясына барабар. $[Kt^+] = C_{\text{туз}}$

Көрсөтүлгөн туюнтмаларды гидролиздин константасынын тендемесине коебуз

$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{[KtOH] \cdot [H^+]}{[Kt^+]} = \frac{[H^+]^2}{C_{\text{туз}}};$$

$$[H^+] = \sqrt{K_{\text{гидр}} \cdot C_{\text{туз}}};$$

$$K_{\text{гидр}} = \frac{K_B}{K_{KtOH}};$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{\text{туз}}}{K_{KtOH}}};$$

$[H^+] \rightarrow pH$ өтүш үчүн алынган тендемени

логарифмалоо менен логарифмалардын белгисин өзгөртөбүз

$$\lg [H^+] = \frac{1}{2} (\lg K_B + \lg C_{\text{муз}} - \lg K_{\text{KIOH}})$$

$$-\lg [H^+] = \frac{1}{2} (-\lg K_B - \lg C_{\text{муз}} + \lg K_{\text{KIOH}})$$

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

$$\text{же } pH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{\text{негиз}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{муз}}$$

1 м аммоний нитратынын эритмесинин pH төмөнкүгө барабар.

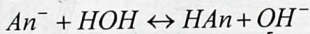
$$pH = 7 + \frac{1}{2} \lg (1,76 \cdot 10^{-5}) - \frac{1}{2} \lg 1;$$

$$pH = 7 - 2,38 = 4,62$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 4,62 = 9,38$$

5.9. Күчтүү негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин pH жана pOH эсептөө

Мындай туздардын гидролизи анион боюнча жүрөт.



Иондук теңдеме боюнча $[HAn] = [OH^-]$ алардын көбөйтүндүсү $[HAn] \cdot [OH^-] = [OH^-]^2$ жана $[An^-] = C_{\text{муз}}$.

Көрсөтүлгөн туюнтмаларды гидролиздин константасынын

$$\text{теңдемесине коебуз } K_{\text{гидр}} = \frac{[HAn] \cdot [OH^-]}{[An^-]} = \frac{[OH^-]^2}{C_{\text{муз}}}$$

$$[OH^-] = \sqrt{K_{зидр} \cdot C_{муз}}; K_{зидр} = \frac{K_B}{K_{HАи}} \text{ эске алып}$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_B \cdot C_{муз}}{K_{HАи}}} \text{ теңдемени логарифмалоо менен}$$

логарифманын белгилерин өзгөртүп жазабыз

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

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

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

$$pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{кислота} - \frac{1}{2} \lg C_{муз}$$

Мисалы

0,1 м кальций ацетатынын pH эмнеге барабар?

Чыгарылышы

$$pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{CH_3COOH} - \lg C_{муз}$$

$$pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg (1,74 \cdot 10^{-5}) - \lg \frac{1}{2} \lg 0,1$$

$$pOH = 7 - 2,37 + 0,5 = 5,13$$

$$pH = 14 - 5,13 = 8,87$$

5.10. Начар негиздин катионуна жана начар кислотанын анионуна пайда болгон туздун гидролизинин рН жана рОН эсептөө

Мындай туздун гидролизи катион жана анион боюнча жүрөт. Гидролиздин иондук теңдемесинен көрүнүп тургандай эквиваленттүү санда начар кислота жана начар негиз пайда болот.



Гидролиздин константасын жазабыз

$$K_{гидр} = \frac{[KtOH] \cdot [HAn]}{[Kt^+] \cdot [An^-]} = \frac{K_B}{K_{KtOH} \cdot K_{кислота}}$$

$$; [KtOH] = [HAn]; [KtOH] \cdot [HAn] = [HAn]^2; [Kt^+] \cdot [An^-] = C^2$$

тузу.

Көрсөтүлгөн туюнтмаларды гидролиздин константасынын теңдемесине коёбуз.

$$K_{гидр} = \frac{[HAn]^2}{C^2_{тузу}} = \frac{K_B}{K_{KtOH} \cdot K_{HAn}};$$

эске алуу менен

$$[HAn] = \frac{[H^+] \cdot [An^-]}{K_{HAn}} = \frac{[H^+] C_{тузу}}{K_{HAn}};$$

$$\frac{[H^+]^2 C_{тузу}}{C^2_{тузу} \cdot K_{HAn}} = \frac{K_B}{K_{негиз} \cdot K_{кислота}}; \text{ бөлчөктү}$$

кыскартуу менен

$$[H^+]^2 = \frac{K_B \cdot K_{кислота}}{K_{негиз}};$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_B \cdot K_{кислота}}{K_{негиз}}};$$

Тендемении логарифмалоо менен логарифманын белгилерин өзгөртүп жазабыз

$$\lg[H^+] = \frac{1}{2}(\lg K_B + \lg K_{\text{кислота}} - \lg K_{\text{негиз}})$$

$$-\lg[H^+] = \frac{1}{2}(-\lg K_B - \lg K_{\text{кислота}} + \lg K_{\text{негиз}})$$

$$pH = \frac{1}{2}(-\lg 10^{-14} - \lg K_{\text{кислота}} + \lg K_{\text{негиз}})$$

$$\text{же } pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{\text{кислота}} + \frac{1}{2} \lg K_{\text{негиз}}$$

1. Мисал.

0,1 м аммоний ацетатынын pH , pOH эсептегиле?

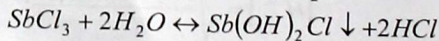
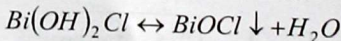
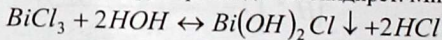
$$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg(1,76 \cdot 10^{-5}) + \frac{1}{2} \lg(1,74 \cdot 10^{-5});$$

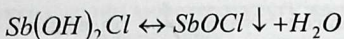
$$pH = 7 + 5,12 - 5,12 = 7,00;$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 7 = 7.$$

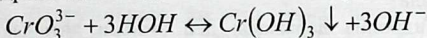
5.11. Гидролиз процессинин сапаттык анализдеги мааниси

Башка мүнөздүү реакциялардай эле гидролиздин жардамы менен бир катар катиондорду жана аниондорду аныктоого болот. Мисалы, бериллийдин, висмуттун, сурьманын хлориддери гидролиз процессине учуроо менен начар эриген чөкмөлөрдү пайда кылат жана ушул элементтердин катиондору бар экендигин билдирет. Мисалы,





Гидролиз реакциясы иондорду бири бирнен ажыратып бөлүп алыш үчүн колдонулат. Мисалы, Cr^{+3} ионун Al^{+3} ионунан ажыратыш үчүн изилдене турган эритмеге щелочтун ашыкча санын кошкондо AlO_2^- же AlO_3^{3-} жана CrO_2^- , CrO_3^{3-} , алюминат жана хромит пайда болот. Аралашманы ысытканда хромит гидролизге учуроо менен хромдун гидроксидин пайда кылып чөкмөгө түшөт.



Гидролиз реакциясынын жардамы менен pH жана pOH чөйрөсүн жөнгө салууга болот. Мисалы, изилдене турган эритменин кычкыл чөйрөсүн төмөндөтүш же жогорулатыш үчүн эритмеге натрийдин ацетатын же карбонатын кошкондо туз гидролизге учуроо менен эркин $[OH^-]$ иондорду пайда кылат.

Чөйрөнүн кычкылдуулугун жогорулатыш үчүн эритмеге аммоний хлоридин кошкондо гидролизге учуроо менен гидроксоний ионун пайда кылат. Гидролиз процесси эл чарбасында чоң мааниге ээ, анткени ал химия өнөр жайында кеңири колдонулат. Мисалы, жыгачтарды иштетүүдөн жана айыл чарбасынын калдыктарын гидролиз процессине учуратуу менен этил спирти, глюкоза алынат. Майлардын гидролизи, глицеринди жана самынды алуунун негизги процесси катарында пайдаланылат. Гидролиздин жардамы менен ичүүчү жана өндүрүштөгү сууларды тазалайт. Ошондой эле гидролиз процесси жаратылышта тирүү организмдердин жашоо шартына чоң ролду ойнойт.

5.12. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Гидролиз деп эмнени айтабыз жана кандай туздар гидролиз процессине учурайт?

2. Гидролизге учураган туздардын реакциясынын молекулалык жана иондук теңдемесин жазгыла? ($NH_4Cl, Na_2S, AlCl_3, CH_3COONH_4$).

3. Гидролиз саны боюнча кайсы чондуктар менен мүнөздөлөт. Эрежелерин айткыла жана түшүнүк бергиле?

4. Гидролиз константасы деп эмнени айтабыз? а) начар кислотадан күчтүү негизден; б) күчтүү кислотадан начар негизден; в) начар негизден начар кислотадан пайда болгон туздардын гидролиз константасын эсептөөчү формуласын чыгаргыла?

5. Гидролиз даражасы деп эмнени айтабыз? а) начар кислотадан күчтүү негизден; б) күчтүү кислотадан начар негизден; в) начар негизден начар кислотадан пайда болгон туздардын гидролиз даражасын эсептөөчү формуласын чыгаргыла?

6. Начар негиздин катионунан күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун эритмесинин pH жана pOH эсептөөчү формуласын чыгаргыла?

7. Анион боюнча гидролизге учураган туздун эритмесинин pH жана pOH эсептөөчү формуласын чыгаргыла?

8. Катион жана анион боюнча гидролизге учураган туздун эритмесинин pH жана pOH эсептөөчү формуласын чыгаргыла?

9. 0,1 молярдуу аммонийдин ацетатынын эритмесинин pH жана pOH эсептегиле?

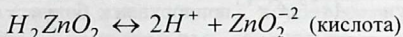
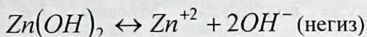
10. 1 н $NaAlO_2$ эритмесинин гидролиз константасын жана даражасын эсептегиле? Эгерде $K_{HAlO_2} = 4 \cdot 10^{-3}$.

11. 0,1 м натрий цианидинин эритмесинин pH жана pOH эсептегиле?

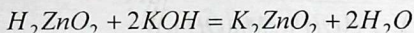
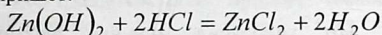
5.13. Гидроксиддердин амфотердүүлүгү жана анализде колдонулушу

Диссоциация кезинде суутектин катионун жана гидроксид анионун пайда кылуучу заттар амфолиттер деп аталат. Мисалы, амфотердик кошулмаларга алюминийдин, цинктин, хромдун калайдын гидроксиддери кирет. $Al(OH)_3, Zn(OH)_2, Cr(OH)_3, Sn(OH)_2$.

Заттардын шартка карата кислоталык же негиздик касиетин көрсөтүү жөндөмдүүлүгү амфотердүүлүк деп аталат. Амфотердик кошулмалар начар кислоталык, негиздик касиетке ээ болуу менен кислота жана негиз түрүндө диссоциацияланат. Мисалы, $Zn(OH)_2$



Ошондуктан алар кислоталар жана щелочтор менен реакцияга киришет:



Амфотердик кошулмалардын щелочтор менен реакцияга киргенде гидроксокомплексстерди пайда кылары тажрыйба жүзүндө аныкталган же



Амфотердик гидроксиддерди пайда кылган элементтердин атомдорунун электрондук түзүлүшүн анализдөө менен $-p$ жана $-d$ бош орбиталдарын толтурууга жөндөмдүү болгон элементтердин атомдору амфотердик касиетке ээ жана $-p, -d$ бош орбиталдарынын толтурулушу донор-акцептор механизми боюнча жүргүзүлүү менен турактуу гидроксокомплексстерди пайда кылат.

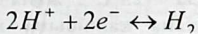
Мисалы, хромдун атомунун сырткы деңгелинде $3d^5$ жана $4s^1$ электрону бар. Ошондуктан хромдун атомунун электрондор менен толтурулушу $3d-4s$ жана $4p$ орбиталдарында жүрөт. Ушунун натыйжасында хромдун гидроксиди амфотердик жана комплексти пайда кылуу касиетине ээ болот.

Амфотердүүлүк тажрыйба жүзүндө катиондордун кислота-щелочтук системасы үчүн чоң мааниге ээ, анткени катиондордун классификациясы көрсөтүлгөн касиетке негизделген. Сапаттык анализде гидроксиддердин амфотердик касиети иондорду бири-биринен ажыратып бөлүп алууда колдонулат. Мисалы, Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} иондордун As^{+3} , Cr^{+3} иондоруна бөлүп алыш үчүн эритмеге KOH же $NaOH$ ашыкча санын кошкондо эритмеде $[Al(OH)_6]^{3-}$, $[Cr(OH)_6]^{3-}$ иондору кала берет, Fe^{+2} , Fe^{+3} , Mn^{+2} гидроксид түрүндө чөкмөгө түшөт: $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Mn(OH)_2$.

6 –глава. КЫЧКЫЛДАНУУ – КАЛЫБЫНА КЕЛҮҮ ПРОЦЕССИ ЖАНА АНЫН АНАЛИЗДЕГИ МААНИСИ

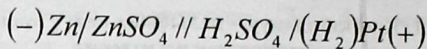
6.1. Кычкылдануу – калыбына келүү процессинин теориялык негиздери.

Химиялык анализдин көпчүлүк методдору кычкылдануу – калыбына келүү реакциясына негизделген. Кычкылдануу – калыбына келүү реакциясынын жүрүшүнүн мүмкүнчүлүгү реакцияга кирген заттардын химиялык активдүүлүгү менен аныкталат. Заттардын химиялык активдүүлүгү стандарттуу (нормалдуу) кычкылдануу калыбына келүү потенциалынын чоңдугу менен мүнөздөлөт. Стандарттык жана индикатордук электроддордон турган гальваникалык элемент тибиндеги электрохимиялык ячейкада кычкылдануу – калыбына келүү процесси жүрөт жана анын потенциалын өлчөйт. Индикатордук электроддун потенциалы (платнина) стандарттык (суутектик) электродко салыштырмалуу өлчөйт. Суутектик электроддо жүргөн процесс төмөнкү реакция менен түшүндүрүлөт

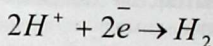
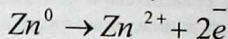


Реакциянын натыйжасында кычкылдануу калыбына келүү потенциалы пайда болот. Суутек электродунун стандарттык потенциалы шарттуу түрдө нөлгө барабар деп кабыл алынган же $E^0_{2H^{+}/H_2} = 0$ Суутек электродуна карата башка электроддордун кычкылдануу калыбына келүү потенциалдары аныкталат. Чындыгында электрохимиялык ячейкада стандарттык суутек электроду менен индикатордук электроддордун ортосундагы потенциалдардын айырмасы өлчөнөт. Температурасы 25°C жана металлдын ионунун концентрациясы 1 г-экв/дм^3 барабар болгон металл менен анын тузунун эритмесинин ортосундагы пайда болгон потенциалдардын айырмасы стандарттуу (нормалдуу) электроддук потенциалы деп аталат. Потенциал вольт (В)

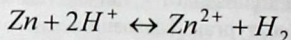
менен ченелет жана тажрыйба жүзүндө аныкталат. Мисалы E_{Zn^{2+}/Zn^0} аныкташ үчүн гальваникалык элементти түзүшөт.



Аноддо цинк пластинкасынын эрүүсү менен кычкылданат катоддо суутектин иону калыбына келет.



Электроддук реакциянын жалпы теңдемеси

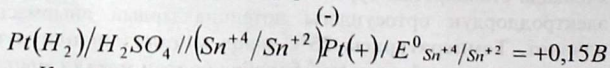


Электрондор цинктен суутектик электродко өтөт, демек Zn^{2+}/Zn^0 электроддун стандарттык потенциалы терс мааниге ээ.

$$E^0_{Zn^{2+}/Zn^0} = -0,76B$$

Температурасы $25^\circ C$ жана бир эле заттын кычкылданган жана калыбына келген формасы бар концентрациясы 1 г-экв/дм^3 барабар болгон эритмеге салынган стандарттык суутектик менен платина электроддорунун ортосундагы пайда болгон потенциалдардын айырмасы стандарттуу (нормалдуу) кычкылдануу калыбына келүү потенциалы деп аталат.

Мисалы Sn^{4+}/Sn^{2+} потенциалын аныкташ үчүн гальваникалык элементти түзүшөт.

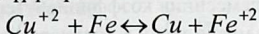


Кычкылдануу калыбына келүү потенциалынын мааниси жана аларды салыштыруу менен кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын жүрүү мүмкүнчүлүгү аныкталат. Мисалы: темир менен жездин потенциалдарын билүү менен

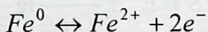
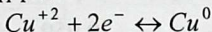
алардын өз ара аракеттениш реакциясынын жүрүшүнүн мүмкүнчүлүгүн аныктоого болот.

$$E_{Fe^{+2}/Fe^0}^0 = -0,44B \quad E_{Cu^{+2}/Cu^0}^0 = +0,34B$$

Потенциалдарды сальштыруу менен Cu^{+2} кычкылдандыргыч, Fe - калыбына келтиргич болору анык болду. Реакциянын жүрүшү.



Жарым реакция түрүндө



Реакциянын багыты электр кыймылдаткыч күчүнүн (ЭКК) белигисинен көз каранды болот.

$$ЭКК = E_{кычк.}^0 - E_{калыб.}^0$$

$ЭКК > 0$ реакция түз багытта жүрөт, $ЭКК < 0$ каршы багытта жүрөт. Жогорку көрсөтүлгөн реакцияда:

$$ЭКК = E_{Cu}^0 - E_{Fe}^0 = +0,34 - (-0,44) = +0,78 \text{ вольт}$$

ЭКК канчалык мааниси чоң болсо ошончолук реакция тез жүрөт, бирок иш жүзүндө дайыма андай болбойт. Анткени реакциянын ылдамдыгы көп факторлордон көз каранды болот. Стандарттык кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы иондордун концентрациясы 1 моль/дм^3 барабар болгондо аныкталат, ал эми башка маанилерде Нернстин теңдемесин колдонуу менен эсептейт:

$$E = E^0 \pm \frac{RT}{nF} \ln \frac{a^{\text{кычк}}}{a^{\text{калыбк}}}$$

E^0 - стандарттык кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы;

F - Фарадейдин турактуу саны ($F = 9,65 \cdot 10^7 \text{ кл}$);

R - газдын молярдык турактуулугу
($R = 8,314 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$)

T - абсолюттук температурасы ($273 + t$)

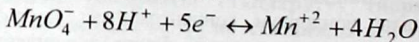
n - кычкылдануу жана калыбына келүү процессине катышкан электрондун саны, a^c - калыбына келтиргич, a^e - кычкылдандыргыч формасынын активдүүлүгү, v, c - жарым реакциянын теңдемесинин коэффициенттери. Теңдемедеги белгилердин сан маанилерин кою менен $\ln \leftrightarrow \lg$ өзгөртүп 25°C үчүн жазабыз

$$E = E^0 \pm \frac{0,059}{n} \lg \frac{a^e \text{ кыч.}}{a^c \text{ кал.к}}$$

$$a^e \text{ кыч.} = a^c \text{ кал.к} = 1,$$

$$E = E^0$$

Кычкылдануу - калыбына келүү потенциалы стандарттыкка барабар болот. Кандай гана кычкылдануу-калыбына келүү реакциясы болбосун анын потенциалы кычкылдануу калыбына келүү процессинин электрондук иондук теңдемесин түзмөйүнчө аныкталбайт. Мисалы, $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{+2}$ калыбына келиши төмөнкү электрондук иондук теңдеме менен аныкталат.



Нернстин теңдемеси молярдык концентрациясы боюнча берилди.

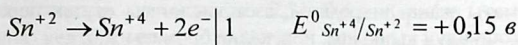
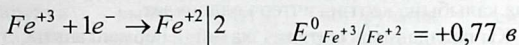
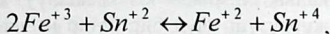
$$E = E^0 \pm \frac{0,059}{5} \lg \frac{[\text{MnO}_4^-] \cdot [\text{H}^+]^8}{[\text{Mn}^{+2}]};$$

Суунун концентрациясы турактуу болгондуктан аны потенциалды эсептөөчү формулага киргизилбейт. Кычкылдануу калыбына келүү реакциясынын толук аягына

чейин жүрүшүн теңдештиктин константасын эсептөө менен аныктоого болот.

$$\lg K_{\text{теңд.}} = \frac{(E_1 - E_2) \cdot n}{0,059}; K_{\text{теңд.}} = 10^{\frac{(E_1 - E_2) \cdot n}{0,059}}$$

Мисалы,



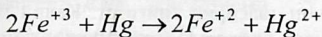
$$n = 2$$

$$\lg K_{\text{теңд.}} = \frac{(0,77 - 0,15) \cdot 2}{0,059} = 21 \quad K_{\text{теңд.}} = 10^{21}$$

Теңдештиктин константасы 10^{21} чоң мааниге ээ болгондуктан ($K_{\text{теңд.}} > 1$) реакция толугу менен аягына чейин жүрөт.

Тескерисинче Fe^{+3} менен металл түрүндөгү сымаптын реакциясы жүрбөйт. ($E^0_{Hg^{2+}/Hg^0} = +0,79 \text{ в}$). Анткени

$$K_{\text{теңд.}} < 1$$



$$K_{\text{теңд.}} = 10^{\frac{(0,77 - 0,79) \cdot 2}{0,059}} = 10^{-0,67}$$

Жыйынтыктап айтканда теңдештиктин константасынын мааниси $K_{\text{теңд.}} > 1$ реакция түз багытта, $K_{\text{теңд.}} < 1$ каршы багытта жүрөт. Кычкылдануу калыбына келүү реакциясынын толук аягына чейин жүрүшү теңдештиктин константасынан көз каранды болот. Аягына чейин толук жүргөн реакциянын константасы 10^8 жогору болуусу талапка ылайык келет б.а.

заттардын реакцияга кириши 99,99% калдыгы 0,01% болууга тийиш.

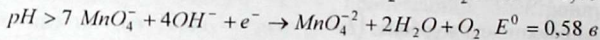
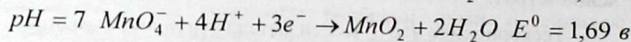
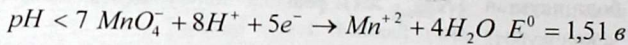
6.2. Кычкылдандыруучу жана калыбына келтирүүчү заттардын касиеттери

Аналитикалык химияда кычкылдануу калыбына келүү реакциясын жүргүзүш үчүн бир катар кычкылдандыргычтар жана калыбына келтиргичтер колдонулат.

Кычкылдандыргычтар: калий перманганаты, калий хроматы жана дихроматы, азот кислотасы суутек пероксиди, коргошундун кычкылы, иод, калий броматы ж.б.

Калий перманганаты

Калий перманганатынын калыбына келүү механизми ар кандай чөйрөгө карата өзгөрүлөт: кычкыл чөйрөдө ($pH < 7$) $MnO_4^- \rightarrow Mn^{+2}$, нейтралдуу да MnO_2 , щелочтуу чөйрөдө MnO_4^{2-} пайда кылат

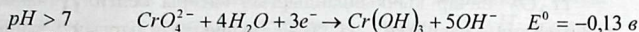
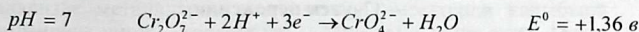
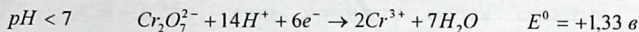


pH чөйрөсү MnO_4^- кычкылдануу калыбына келүү потенциалына чоң таасирин тийгизет. Калий перманганатын кычкылдандыргыч катары көпчүлүк учурда күкүрт кислотасынын чөйрөсүндө жүргүзүлөт. Калий перманганатын негизинен сандык анализде темирдин тузун (II), суутек пероксидин, сульфиттерди, нитраттарды, шавель кислотасын, хлориддерди, иодиддерди аныктоого колдонулат.

Калий хроматы жана дихроматы

Кычкыл чөйрөдө хроматтар дихроматтарга, щелочтуу чөйрөдө тескерисинче өтөт. pH чөйрөсүнүн күчтүү таасир

этишине байланыштуу реакциянын механизми жана кычкылдануу калыбына келүү потенциалы ар кандай мааниге ээ болот.

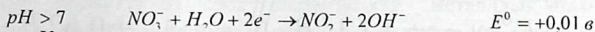
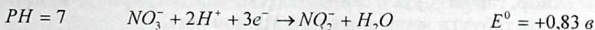
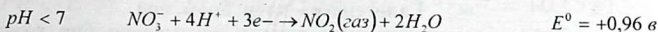


Чөйрөнүн кычкылдуулугу жогорулаган сайын хроматтардын кычкылдандыргыч касиети күчөйт.

Хроматтардын потенциалы 0,3 – 0,6 в барабар болгон калыбына келтиргичтерди аныктайт. Мисалы, сульфиттер, галогендер, суутек пероксиди.

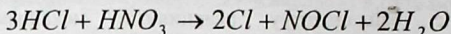
Азот кислотасы

Азот кислотасы көпчүлүк металлдарды жана металл эместерди кычкылдандыруучу күчтүү кычкылдандыргычтын бири болуп эсептелет. pH чөйрөсүнө, концентрацияга жана калыбына келтиргичтин тибине карата нитрат ион ар кандай сандагы электронду кабыл алуу менен ар башкача калыбына келет.



Күчтүү калыбына келтиргичтер (кальций, магний) концентрацияланган азот кислотасын N_2O , ал эми суюлтулган азот кислотасын NH_3 чейин калыбына келтирет.

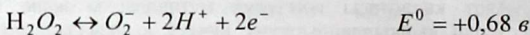
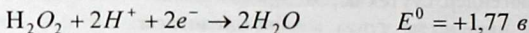
Калыбына келтиргич касиети орточо болгон металлдар (темир, никель) суюлтулган азот кислотасын NO чейин калыбына келтирет. Азот кислотасы металлдарды, куймаларды, начар эриген сульфид түрүндөгү туздарды эритүүдө колдонулат. Баалуу металлдар (алтын, платина) азот кислотасында кычкылданбайт жана эрибейт. Эритиш үчүн үч көлөм туз кислотасынан жана бир көлөм азот кислотасынан турган «Падыша арагы» деген аралашманы пайдаланышат. Реакция жүргөндө атом түрүндөгү хлор жана нитрозил хлориди пайда болуу менен металлды эритет же



Суутек пероксиди

H_2O_2 начар кычкылдандыргыч катары белгилүү жана амфотердик касиетке ээ б.а. кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич катары колдонулат.

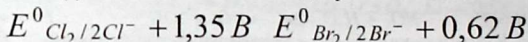
Суутек пероксидинин потенциалы жана реакциясынын механизми pH чөйрөсүнөн, аракеттенишүүчү заттын тибинен көз каранды болот.



Суутек пероксиди сапаттык анализде хромдун, марганецтин ионун кычкылдандырууга жана табууга колдонулат.

Галогендер – хлор, бром, иод

Хлор, бром суусу жана иоддун эритмелери бир катар заттарды табууга жана аныктоого колдонулат.



Потенциалдарынын айрымасы чоң болгондуктан хлор суусу күчтүү кычкылдандыргыч катары бромиддерди, иодиддерди элементтик абалга чейин кычкылдандыруу менен аларды аныктайт. Иоддун эритмеси сандык анализде реагент катары кеери колдонулат.

Калыбына келтиргичтер

Суутек жана металлдар (цинк, темир, алюминий) кычкылдануу даражасы -1, -2 металл эместер (хлориддер, иодиддер, бромиддер жана сульфиддер) кычкылдануу даражасы орточо болгон сульфиттер, нитриттер жана тиосульфат иону, кычкылдануу даражасы төмөн болгон металлдын иондору Sn^{2+} , Fe^{2+} , Cr^{3+} калыбына келтиргичтик касиетке ээ болот.

Суутек калыбына келтиргич катары атом түрүндө колдонулат. Атом түрүндөгү суутек цинк же темир менен күчтүү кислоталар аракеттенишкенде пайда болот.

$E^0_{H^+/H^0} = -2,25 \text{ в}$, атом түрүндөгү суутек сапаттык анализде металлдарды жана металл эместерди калыбына келтирүү үчүн колдонулат. Мисалы, мышьякты атом түрүндөгү суутектин жардамы менен AsH_3 арсинге айландыруу менен табат.

Металлдар цинк $(E^0_{Zn^{2+}/Zn} = -0,76 \text{ в})$, темир $(E^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0,44 \text{ в})$, алюминий $(E^0_{Al^{3+}/Al} = -1,66 \text{ в})$ потенциалдары чоң болгон металлдардын туздарынын эритмелеринен аларды катион түрүндө бөлүп чыгарат.

Cu^{2+} , Hg^{2+} , Pb^{2+} , Co^{2+} ж.б. Мындай жол менен жолтоо болгон иондорду бөлүп алууга жана айрым иондорду табууга болот. Кычкылдануу даражасы төмөн болгон металлдардын иону

Fe^{2+} $(E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0,77 \text{ в})$, Sn^{+2} $(E^0_{Sn^{+4}/Sn^{+2}} = +0,15 \text{ в})$

айрым заттарды калыбына келтирүүгө колдонулат. Мисалы, Sn^{+2} висмутту Bi^{3+} жана сымапты Hg^{2+} металлдык абалга чейин калыбына келтирүү менен аларды табат. Кычкылдануу даражасы орточо болгон аниондор.

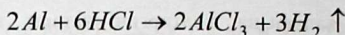
NO_2^- $(E^0_{NO_2^-/NH_3} = +0,78 \text{ в})$ SO_3^{2-} $(E^0_{SO_4^{2-}/SO_3^{2-}} = +0,17 \text{ в})$

Мисалы, SO_3^{2-} иод, бромду калыбына келтирүүгө жөндөмдүү жана ушул реакциянын жардамы менен аларды аныктайт.

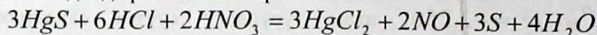
6.3. Кычкылдануу – калыбына келүү

реакциясынын химиялык анализде колдонулушу

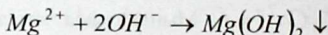
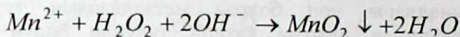
Металлдарды, куймаларды, чөкмөлөрдү эритүү кычкылдануу-калыбына келүү реакциясына негизделген. Куймаларды анализдөө үчүн алгач аларды эритүүгө туура келет. Мисалы,



Эрибеген сульфиддерди эритмеге айландырыш үчүн кычкылдандыргычты таасир этет.

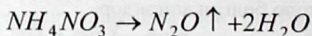


Заттарды бир биринен ажыратып бөлүп алуу кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын жардамы менен жүргүзүлөт. Заттардын кычкылдануу – калыбына келүү касиетинин айрмачылыгы колдонулат. Мисалы, марганец ионун магнийдин ионунан ажыратып бөлүп алыш үчүн аралашмага $NaOH$ жана H_2O_2 кошуп MnO_2 , $Mg(OH)_2$ чөкмөлөрү алынат

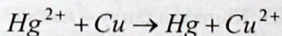


Магнийдин гидроксиди аммоний хлоридинде эрийт, марганецтин кош кычкылы эрибейт. Калийдин ионун аныктанга аммоний иону жолтоо болот, анткени ал бирдей типтеги реакцияга кирет.

Аммоний ионун NH_4^+ аммоний нитратына айландыруу аркылуу ички молекулалык кычкылдануу - калыбына келүү реакциясынын жардамы менен аммоний ионун четтетүүгө болот.



Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясы катиондорду, аниондорду ачуу үчүн колдонулат. Мисалы, сымаптын ионун Hg^{2+} ачуу үчүн жез менен болгон реакциясы колдонулат. Реакциянын натыйжасында жездин бети жалтылдап сымап менен капталат же



Mn^{2+} ионун MnO_4^- кычкылдандырганда сыя өңдүү түскө өтүү менен аныктайт. $Cr^{3+} \rightarrow Cr_2O_7^{2-}$ кычкылданып саргыч кызыл түскө айланат. I - кычкылданып крахмал менен

көк түстү берет. Сандык анализде көпчүлүк методдор кычкылдануу-калыбына келүү реакциясына негизделген. Мисалы, пермаганатометрия, дихроматометрия, иодометрия ж.б.

6.4. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Кычкылдануу калыбына келүү реакциясына түшүнүк бергиле жана ушул реакциянын жардамы менен катиондордун, аниондордун ачылуу реакциясына мисал келтиргиле?

2. Стандарттуу (нормалдуу) электроддук потенциалы деп эмнени айтабыз, кантип аныкталат жана ал эмнени мүнөздөйт? Гальваникалык элементти түзүү менен түшүндүргүлө?

3. Системанын кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы деп эмнени айтабыз жана аны кантип өлчөйт?

4. Системанын кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы кантип эсептелет жана анын чоңдугу кычкылданган, калыбына келген формасынын концентрациясынан, кандайча көз каранды?

5. Кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы pH чөйрөсүнөн кандайча көз каранды. Мисал келтиргиле?

6. Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын багыты кайсы факторлордон көз каранды. Мисал келтиргиле?

7. Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын аналитикалык химияда кандай мааниси бар?

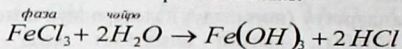
8. $pH = 3$, $[Cr_2O_7^{2-}] = [Cr^{3+}] = 1 \text{ г-ион/л}$ барабар болгон дихроматтын кычкылдануу-калыбына келүү потенциалын эсептегиле?

9. Үч валенттүү темирге Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- таасир этүү менен аны кычкылдандырууга болобу? Реакциясын жазгыла жана электр кыймылдаткыч күчүн эсептегиле?

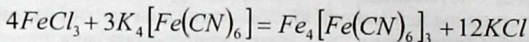
7 – глава. КОЛЛОИДДИК СИСТЕМАЛАР ЖАНА АЛАРДЫН САПАТТЫК АНАЛИЗДЕГИ МААНИСИ

7.1. Коллоиддик эритмелер жөнүндө түшүнүк.

Айрым учурда гомогендик эритмеге реагентти таасир эткенде пайда болгон зат калкыган абалда болот. Башкача айтканда коллоиддик эритмени пайда кылат. Мисалы, темирдин (III) хлоридин акырындык менен сууга кошуп суюлтуу менен коллоиддик эритме алынат.



Ошондой эле ферроцианит калийге темирдин хлоридин таасир этүү менен гидрозоль алынат.



Коллоиддик системалар бир нече фазадан турат. Коллоиддин бөлүкчөлөрү дисперстик фаза жана аларды курчап турган заттар дисперстик чөйрө деп аталат.

Эгерде дисперстик чөйрө катарында суу колдонулса коллоиддик эритме гидрозоль деп аталат. Бул чөйрөдө коллоиддер гидраттык абалда болушат. Коллоиддик эритмелер дисперстик ситемаларга кирет жана дисперстик фазанын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 1-100 нм чейин жетет. Ченеми 0,1-1нм барабар болгон бөлүкчөлөр чыныгы эритменин курамына кирет, 10-100 нм коллоиддик эритмелер жана 100 нм жогору ири дисперстик системаларды пайда кылат. Демек, коллоиддик ситемалар бөлүкчөлөрдүн белгилүү өлчөмүн мүнөздөөчү заттын өзгөчө абалы. Алар оптикалык жана кинетикалык касиетке ээ болушат.

Коллоиддик эритмелер эки типте болушат. Лиофильдүү-коллоиддик бөлүкчөлөр дисперстик чөйрөнү көп санда өзүнө тартып алуу менен муздатылган тундурма жана килкилдек абалды пайда кылат. Лиофобдуу-коллоиддик бөлүкчөлөрдүн жогоруда көрсөтүлгөндөй касиеттери байкалбайт, алар

порошок түрүндө чөгөт. Анализ жүргүзүлүп жаткан учурда чөкмөнүн чөгүшүндө же аны жууганда коллоиддик эритмелердин пайда болушу мүмкүн.

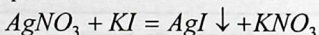
7.2. Коагуляция жана пептизация кубулушу

Коллоиддик бөлүкчөлөрдүн ири өлчөмдөгү агрегатты пайда кылуу менен чөкмөгө түшүшү коагуляция деп аталат. Коллоиддик бөлүкчөлөр адсорбция процессине жөндөмдүү болгондуктан эритмеден катиондорду же аниондорду тартып алуу менен электр зарядын алып жүрөт. Электр зарядынын пайда болушу менен коллоиддер белгилүү деңгээлде турактуу абалга келет. Коллоиддик бөлүкчөлөрдүн гидраттык кабыкчалары аларды биригүүгө жол бербейт. Коллоиддерде коагуляция процесси жүрүш үчүн туура келген электролитти кошуу менен алардын зарядын алып таштоо зарыл.

Коагуляция кезинде таасир эткен электролиттердин заряддуулугу чоң мааниге ээ. Анткени канчалык заряды чоң болсо ошончолук коагуляция тез жүрөт.

Мисалы, $Al^{3+} > Ba^{+2} > Na^{+}$.

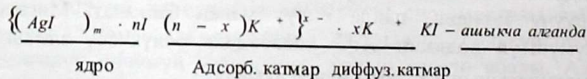
Металлдардын гидроксиддери негизинен оң зарядуу коллоиддерди, ал эми ядросу кислота мүнөздүү заттардан турса терс коллоиддерди пайда кылат. Чыныгы эритмелердин бөлүкчөлөрүнүн ирилениши жана алардын коллоиддик абалга өтүшү кычкылдануу-калыбына келүү, алмашуу, гидролиз жана башка реакцияларынын жүрүшүндө начар эрүүчү заттарды пайда кылуу менен байкалат. Мисалы, күмүштүн иодинин AgI коллоиддик бөлүкчөсү алмашуу реакциясынын жардамы менен алынат.



Эгерде реакцияга кирүүчү заттар эквиваленттүү санда алынса пайда болгон коллоиддик эритме AgI туруксуз болуп коагуляция процессине дуушар болот. Реакция кезинде

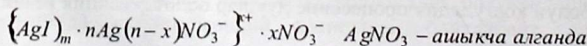
пайда болгон KNO_3 түн иондору AgI - кристаллдык торчосун курууга жөндөмсүз болгондугуна байланыштуу аны стабилдүү абалга кармай албайт. AgI - турактуу абалда кармаш үчүн реакцияга кирген заттын бирөөсүн ашыкча санда алуу керек. $AgNO_3$ же KI . $AgNO_3$ ашыкча алуу менен оң заряддуу KI ашыкча болгондо терс заряддуу коллоиддик эритме пайда болот. Коллоиддик бөлүкчөнүн ядросу AgI адсорбция процессинин негизинде кайсы заттын ашыкча санына карата Ag^+ же I^- иондорун өзүнө тартып алат.

(AgI) коллоиддик системанын ядросу жана ал эритмеден ядронун составындагы иондорду адсорбция кубулушунун жардамы менен өзүнө тартып алат. Ал иондор ядрону заряддайт жана потенциал аныктоочу иондор деп аталат. Потенциал аныктоочу иондор эритмеден каршы иондорду тартат. Ушунун натыйжасында ядро кош электрдик катмар менен курчалып адсорбциялык катмарды пайда кылат. Ядродон алыскы аралыкта каршы иондордун калдыгы жайланышып диффузиялык катмарды түзөт. Ядро өзүнүн тегерегиндеги жана каршы иондор менен бирдикте мицелланы пайда кылат. Мицелланын составы схема түрүндө мындайча көрөстүлөт.



Коллоиддик бөлүкчө же гранула

Мицелла



Коагуляция процессин тездетиш үчүн аналитикалык химияда коллоиддик эритмеге электролиттерди кошуу менен жүргүзүлөт. Электролиттин иону коллоиддик бөлүкчөнүн зарядына каршы болгон учурда коагуляция процесси жүрөт. Коагуляция процессинин жүрүшү ага таасир эткен электролиттин ионунун заряддуулугуна жараша болот. Электролиттин ионунун заряддуулугу канчалык чоң болсо ошончолук процесс тез жүрөт. Көбүнчө аммоний иону NH_4^+ болгон туздарды коагуляциялоо үчүн колдонулат, анткени ал анализдин жүрүшүнө жолтоо болбойт жана какшытканда учуп кетет. Эгерде коагуляция учурунда кислоталарда эрибеген чөкмөнү пайда кылса электролит катары туз кислотасын колдонсо болот.

Чөкмөнү жууганда кристаллдын үстүнкү бетинде адсорбцияланган иондор калат жана ал чөкмөнү бирдей белгидеги иондор менен заряддап, натыйжада коллоиддик эритме пайда болушу мүмкүн. Чөкмөнүн бөлүкчөлөрү өз ара түртүшүүнүн натыйжасында эритмеге айланат жана зольду пайда кылат. Коагуляцияга каршы жүргөн процесс пептизация деп аталат. Жаңы пайда болгон борпоң чөкмөлөр пептизация процессине жеңил өтөт. Мисалы, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$. Пептизация процессин жүргүзүш үчүн аларды электролиттерден жууп жана эритмеге стабилизаторду кошуу талап кылынат. Потенциал аныктоочу ион катарында касиетке ээ болгон электролиттин иону бөлүкчөнүн үстүндө стабилизатор боло алат. Мисалы темирдин гидроксиди үчүн $FeCl_3$, HCl пептизатор катарында колдонулат.

8 – глава. КОМПЛЕКСТИК КОШУЛМАЛАРДЫН САПАТТЫК АНАЛИЗДЕГИ МААНИСИ

8.1. Комплекстик кошулмалар жөнүндө маалымат

Металл, металл эместин атому же иону нейтралдуу молекулаларды же башка иондорду өзүнө кошуп алуу менен молекула же ион түрүндөгү татаал кошулманы пайда кылса алар комплекстик кошулмалар деп аталат б.а. катуу абалында жана эритмеде курамы бирдей болгон заттар комплекстик бирикмелерге кирет. Комплекстик кошулманын составына: борбордук атом же комплексти пайда кылуучу ион. Комплексти пайда кылуучу атомдун тегерегиндеги молекулалар же иондор лиганддар же аддендер деп аталат. Комплексти пайда кылуучу ион жана лиганд бирдикте комплекстик кошулманын ички координациялык сферасын түзөт. Эгерде комплекстик кошулма иондук касиетке ээ болсо анда анын тышкы сферасы да болот. Мисалы, $[Ag(NH_3)_2]Cl$. Күмүш-комплексти пайда кылуучу атом, аммиак-лиганд, хлордун иону тышкы сфераны түзөт. Нейтралдык комплекстердин тышкы сферасы болбойт. Мисалы, $[Fe(SCN)_3]$. Лиганддар оң, терс заряддуу жана нейтралдуу болушу мүмкүн ($N_2H_5^+$), (F^- , Cl^- , CN^- , $S_2O_3^{2-}$), (H_2O , NH_2 , CO , H_2). Комплекстик кошулмалар бир катар баалуу касиеттерге ээ, ошондуктан аналитикалык химияда кеңири колдонулат.

1. Комплекстик кошулманын курамындагы комплексти пайда кылуучу ион жана лиганд эритмеде эркин түрүндө болбойт жана аларды химиялык реакциянын жардамы менен айрым учурда гана табылышы мүмкүн. Жөнөкөй иондорду ички сферага киргизгенде алардын касиети өзгөрөт. Ички сферадагы иондордун касиетинин өзгөрүшү химиялык анализ учурунда иондорду бири биринен ажыратып бөлүп алууда жана жашырууга кеңири колдонулат.

2. Иондорду табуунун көпчүлүк реакциялары жана сандык анализдеги фотометрия жолу менен заттарды аныктоо методу комплекстердин ар кандай түстөгү кошулмаларды пайда кылуусуна негизделген.

3. Комплекстик реакциялардын көпчүлүгү аягына чейин толук жүрүшүнө байланыштуу заттардын санын аныктоого колдонулат.

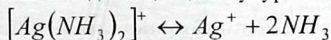
4. Комплекстик реакциялар тандалмалуу болгондуктан заттардын татаал аралашмасын бири – биринен ажыратпай эле анализ жүргүзүүгө болот.

Комплекстик кошулмалардын химиялык анализде колдонулушу теңдештиктин константасы, аналитикалык эффектисинин пайда болуусу жана комплекстик реакциялардын тандалмалуусу менен аныкталат.

8.2. Комплекстик иондордун туруктуулук константасы

Комплекстик кошулмалар электролит катары эритмеде диссоциацияланып комплекстик ионду пайда кылат.

Мисалы, $[Ag(NH_3)_2]Cl \rightarrow [Ag(NH_3)_2]^+ + Cl^-$ Пайда болгон комплекстик ион диссоциацияга учурайт.

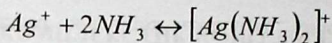


Диссоциация карама-каршы процесс болгондуктан массалардын таасир этүү законун колдонуу менен туруксуздуктун константасынын теңдемесин алабыз.

$$\frac{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2}{[Ag(NH_3)_2]^+} = K_{T[Ag(NH_3)_2]^+} = 6,8 \cdot 10^{-8}$$

Бирок комплекстик иондун туруктуулугун туруктуулуктун константасы менен мүнөздөлүшү кабыл алынган.

$$K_{\text{турук-к}} = 1/K_{\text{туруксуз-к}} \cdot \text{Ошондуктан}$$



$$K_{\text{туррук-к}} = \frac{1}{\text{туррук-к}} = \frac{[Ag(NH_3)_2]^+}{[Ag^+] \cdot [NH_3]^2} = \frac{1}{6,8 \cdot 10^{-8}} = 1,5 \cdot 10^{-5}$$

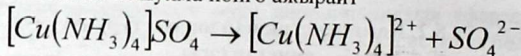
Жыйынтыктап айтканда: туруксуздуктун константасы канчалык аз, ал эми туруктуулуктун константасы канчалык чоң болсо комплекстик ион ошончолук туруктуу болот.

1 – мисал.

0,1 м комплекстүү бирикменин $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ комплексти пайда кылуучу иондун жана аммиактын эритмедеги концентрациясын эсептегиле?

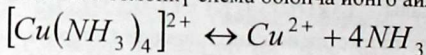
Чыгарылышы

Комплекстик кошулма ионго ажырайт



$$C_{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = C_{SO_4^{2-}} = 0,1 \text{ г-ион / л}$$

Комплекстик ион төмөнкү схема боюнча ионго айланат.



Комплекстин ионго айланган санын x , ионго айланбаган санын $[Cu(NH_3)_4]^{2+} = 0,1 - x$ менен белгилейбиз.

Эгерде жездин ионунун концентрациясын x , аммиактын концентрациясы $4x$ болсо,

$$K_{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{[Cu^{2+}] \cdot [NH_3]^4}{[Cu(NH_3)_4]^{2+}} = \frac{x(4x)^4}{0,1 - x} = 9,33 \cdot 10^{-13}$$

$(0,1 - x)$ кичине сан болгондуктан жазбай коюуга болот.

Анда теңдемени $256x^5 = 9,33 \cdot 10^{-13}$ жазабыз

$$x = [Cu^{2+}] = \sqrt[5]{\frac{9,33 \cdot 10^{-13}}{256}} = 1,29 \cdot 10^{-3}$$

г-ион/л.

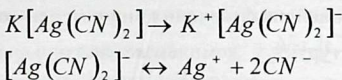
Комплекстик кошулмалардын пайда болушу жана бузулушу эритмедеги иондордун концентрациясынын катышы менен аныкталат.

2 - мисал.

0,01 м комплекстүү кошулмадагы $K[Au(CN)_2]$ күмүштүн ионунун концентрациясын эсептегиле?

Чыгарылышы

Массалардын таасир этүү законун колдонуу менен



Массалардын таасир этүү законун колдонуу менен

$$K_{\text{мураксыз}} = \frac{[Ag^+] \cdot [CN^-]^2}{[Ag(CN)_2]^-} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

$$[Ag^+] = x, \quad [CN^-] = 2x, \quad [Ag(CN)_2]^- = 0,01 - x.$$

Иондордун сан маанилерин туруксуздуктун константасынын теңдемесине коюу менен күмүштүн ионунун концентрациясын эсептейбиз.

$$\frac{x(2x)^2}{0,01 - x} = \frac{4 \cdot x^3}{0,01 - x} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

$$0,01 - x \text{ эске албай кою менен } 4x^3 = 1,0 \cdot 10^{-21}.$$

$$x = [Ag^+] = \sqrt[3]{\frac{1,0 \cdot 10^{-21}}{4}} = 6,3 \cdot 10^{-8} \text{ г - ион/л.}$$

Мындан

8.3. Комплекстик кошулмалардын химиялык анализде колдонулушу

Комплекстик бирикмелер сапаттык анализде иондорду ачуу үчүн кеңири колдонулат. Мисалы, $K^+ \rightarrow K_3[Co(NO_2)_6]$ сары чөкмө, $Fe^{+3} \rightarrow [Fe_4[Fe(CN)_6]_3]$ көк, $Cu^{2+} \rightarrow [Cu_2Fe(CN)_6]$ - кызыл. Ошондой эле комплекстик кошулмалар жолтоо болгон иондорду четтетүү үчүн колдонулат. Мисалы, Fe^{+3} анализ учурунда башка иондорго жолтоо болгондугуна байланыштуу изилдене турган эритмеге аммонийдин фторидин кошуу менен темирдин ионун (III) түссүз туруктуу комплекске айландырышат $[FeF_6]^{3-}$. Көпчүлүк учурда комплекстик кошулмаларды сууда, кислота жана щелочтордо эрибеген заттарды эритиш үчүн пайдаланышат.

Комплекстик кошулмаларды колдонуу менен галогендерди бири биринен ажыратып алууга болот. Мисалы, $AgCl$, $AgBr$ жана AgI турган чөкмөгө NH_4OH таасир эткенде $AgCl \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl$ комплексти пайда кылуу менен эрийт. Эгерде $AgBr$ жана AgI аралашмасына аммиакты таасир этүү менен $AgBr \rightarrow [Ag(NH_3)_2]Br$ эрийт. AgI чөкмө түрүндө кала берет. Эгерде AgI KCN кошкондо $[Ag(CN)_2]$ пайда кылуу менен эрип кетет. Баалуу металлдарды- алтын жана күмүштү эритүү комплекстик кошулмаларды пайда кылуу менен жүрөт. Мисалы

$$4Au + 8NaCN + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Na[Au(CN)_2] + 4NaOH$$

8.4. Текшерүү суроолору жана маселелер

1. Дисперстик система деп эмнени айтабыз. Мисал келтиргиле? Дисперстик системалардын өлчөмдөрүн көрсөткүлө?

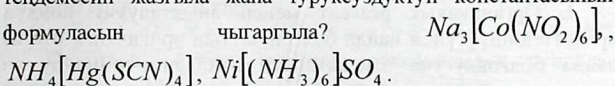
2. Коллоиддик системалар чыныгы эритмелерден, суспензия жана эмульсиядан эмнеси менен айырмаланат?

3. Коагуляция кубулушуна түшүнүк бергиле? Лиофобдуу жана лиофилдүү коллоиддер эмненин таасири менен коагуляцияга дуушар болот?

4. Коагуляцияны кантип токтотууга болот? Пептизация деген эмне?

5. Комплекстик иондун туруктуулугу кайсы чоңдук менен мүнөздөлөт жана иондордун концентрациясы кантип эсептелет?

6. Төмөнкү комплекстик кошулмалардын диссоциация теңдемесин жазгыла жана туруксуздуктун константасынын формуласын чыгаргыла?



7. Комплекстик кошулмалардын сапаттык анализдеги мааниси?

8. 1 м $K_2[HgI_4]$, Hg^{2+} концентрациясын эсептегиле?

9. 0,01 м а) $[Ag(NH_3)_2]NO_3$, б) $K[Ag(CN)_2]$

кошулмалардагы күмүштүн ионунун концентрациясын эсептегиле?

9 – глава. ОРГАНИКАЛЫК РЕАГЕНТТЕРДИН АНАЛИТИКАЛЫК ХИМИЯДАГЫ МААНИСИ

9.1. Органикалык реагенттер жөнүндө жалпы түшүнүктөр

Химиялык элементтердин же аралашмасынын анализинде аларды табуу, аныктоо же бөлүп алуу үчүн колдонулуучу химиялык кошулма аналитикалык реагент деп аталат. Ушуга байланыштуу химиялык анализде колдонулуучу органикалык кошулмалар органикалык аналитикалык реагенттер деп аталат. Органикалык кошулмалар аналитикалык химияда кеңири колдонулат: а) индикаторлор, б) эритменин титрин тактоочу зат, в) сапаттык анализде иондорду табуу үчүн, г) сандык анализде органикалык эмес заттарды аныктоо жана бөлүп алыш үчүн. Органикалык реагенттердин органикалык эместерге караганда салыштырмалуу артыкчылыктары бар.

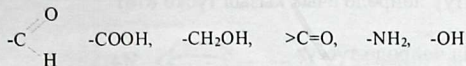
1. Органикалык реагент менен аныкталуучу иондун аракеттенишүүсүнөн пайда болгон заттын эригичтиги өтө аз санда болгондугуна байланыштуу изилденүүчү ионду эч жоготуусуз аныктоого болот.

2. Органикалык реагенттин молекулалык массасы канчалык чоң болсо аныкталуучу иондун саны ошончолук аз болуусу менен анализдин тактыгы жана сезгичтиги жогорулайт.

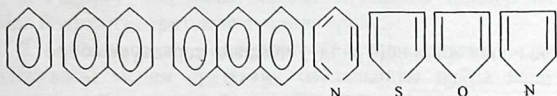
3. Органикалык реагенттердин ар кандай иондор менен болгон аракеттенишинен пайда болгон заттардын түстөрүнүн интенсивдүүлүгү өтө аз сандагы органикалык эмес кошулмаларды аныктоого мүмкүнчүлүк берет.

Органикалык реагенттердин курамында реакцияга кирүүгө жөндөмдүү болгон группалар-функционалдык аналитикалык группалар деп аталат.

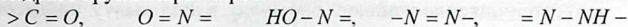
Мисалы,



Реагенттин аналитикалык касиетин жакшыртуучу группалар аналитикалык активдүү группалар деп аталат. Мисалы,



Органикалык реагенттердин ар кандай түстү пайда кылышы алардын молекуласындагы түстү алып жүрүүчү хромофорлор деп аталуучу атомдордун өзгөчө группасын айтышат. Аларга карбониль, - нитро, - нитрозо, - азо, - гидразо группалары кирет.

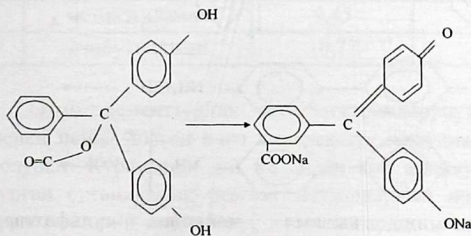


Ошондой эле түстү күчөтүүчү ауксохромдук группалар болот. Мисалы, амина, эфир, этил - NH_2 , - OCH_3 , - CH_2-CH_3 -

Хромофордук теория боюнча органикалык заттар түстү пайда кылганда хиноиддик түзүлүшкө өтөт.

1 - мисал.

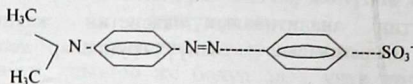
Фенолфталеин



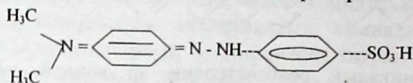
Щелочтуу чөйрөдө ачык кызыл түскө өтөт

Кычкыл чөйрөдө түссүз

Метилоранж

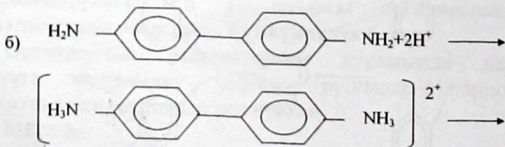
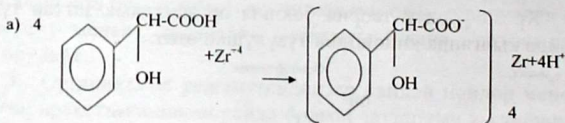


кычкыл жана нейтралдуу чөйрөдө сары түстө болот

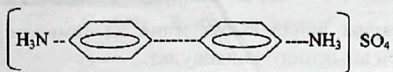


щелочтуу чөйрөдө кызгылт сары түскө өтөт.

Аныктала турган ион менен органикалык реагент аракеттенишкенде жөнөкөй эле тузду пайда кылуу процесси жүрөт. Мисалы, кычкыл чөйрөдө цирконийди миндаль кислотасы менен чөктүрүүгө болот.



Дифениламин кычкыл чөйрөдө сульфаттарды, фосфаттарды жана вольфраматтарды чөктүрөт



Туздун пайда болуу процессине коюлуучу айрым талаптар:

1. Радиусу чоң жана заряды кичинекей иондор менен пайда болгон туз эритмеде аз санда эрийт.

2. Органикалык иондордун курамында суунун молекуласы менен суутектик байланышты пайда кылуучу атомдордун болушу ылайык келбейт.

Аналитикалык химияда тузду пайда кылуу процессине караганда комплекстик кошулмалар кеңири колдонулат. Металлдардын иондору менен пайда болгон ички комплекстик кошулмалар өзгөчө мааниге ээ. Ички комплекстик кошулмалардын лиганддарынын негиздик касиети канчалык чоң болсо ошончолук туруктуу келет. Мисалы,

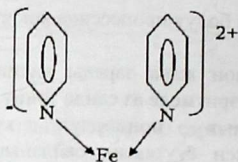
7-Таблица

Аминдердин негиздик касиети

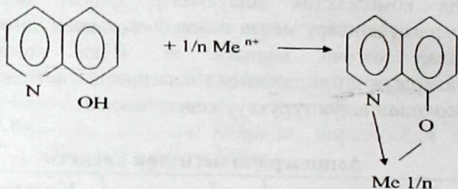
№	Аталышы	pK	K туруктуулуктун константасы
1	п-нитроанилин	2,0	0,80
2	<i>B</i> -нафтил амин	4,28	1,62
3	метилэтиламин	9,45	3,17
4	изобутиламин	10,72	3,62

Өтмө элементтердин d - электрондорунун катышуусу менен пайда болгон ички комплекстүү кошулмалар туруктуу болушат. Курамында эки же андан көп атомдук группадан турган органикалык реагент металлдардын иондору менен аракеттенишип шакекчелүү кошулмаларды пайда кылса алар хелаттар деп аталат.

Мисалы, Fe^{+2} α, α дипиридил менен кызыл түстөгү кошулмаларды пайда кылат жана ал темирди фотометрия жолу менен аныктоого колдонулат.



8 - оксихинолин металлдар менен хелаттык кошулманы пайда кылат.



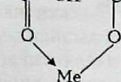
Борбордук атом менен лиганддын байланышы негизги жана жардамчы валенттүүлүктүн эсебинен пайда болот. Кошулмалар хелаттык же ички комплекстик деп аталат. Ички комплекстик кошулмалардын пайда болуусу үчүн реагенттин курамында металлдын ионуна жеңил алмашууга жөндөмдүү болгон суутектин атомдорунун болуусу ылайыктуу. Активдүү суутектин атому бар тузду пайда кылуучу атомдук группаларга төмөнкүлөр кирет.

$-OH$, $-COOH$, $-AsO_2H_2$, $-PO_3H_2$, $-NH-$, NH_2 , $=N-OH$

Координациялык байланышты пайда кылуучу группалар
 $=O$, $-OH$, $-O-$, $-N=$, $-NH_2$, $=N-OH$, $=S$

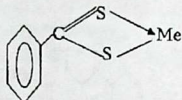
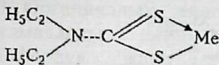
Көпчүлүк ички комплекстик кошулмалар 5 жана 6 мүчөлүү шакекчелерди пайда кылат.

Мисалы, ацетилацетон
 $\text{H}_3\text{C} \text{---} \text{C} \text{---} \text{CH} = \text{C} \text{---} \text{CH}_3$ 6- мүчөлүү шакекче



Диэтилдитиокарбамин кислотасы

Дитиобензой кислотасы

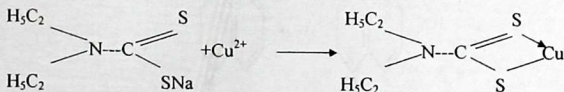


4 мүчөлүү шакекче

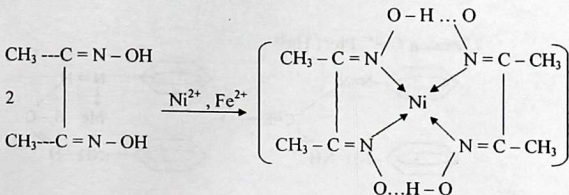
Ички комплекстик кошулмалардын ар кандай түстү пайда кылуусу фотометриялык, сууда начар эриши гравиметриялык анализде колдонулат. Сууда эрибегени менен алар органикалык эриткичтерде жакшы эрийт. Мындай касиеттин негизинде аларды экстракция жолу менен бөлүп жана аныктап алууга болот.

Органикалык реагенттердин ички комплекстик кошулмаларды пайда кылуусу менен жүргөн табуу реакцияларын сунуштайбыз.

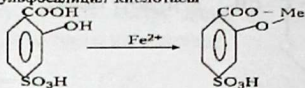
1. Натрийдин диэтилдитиокарбаминаты



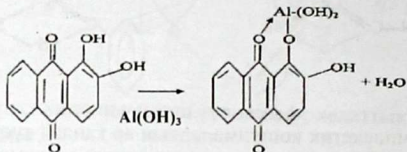
2. Диметилдиоксим (диметилглиоксим – Чугаевдин реагенти)



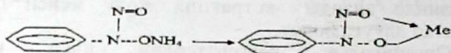
3. Сульфосалицил кислотасы



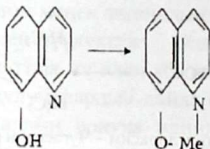
4. Алizarин



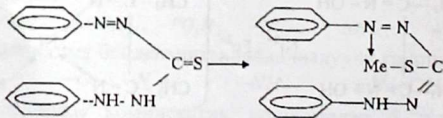
5. Купферон. Fe^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+}



6. 8-оксихинолин Mg^{2+} , Al^{3+}



7 Дитизон Cu^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+}



9.2. Текшерүү суроолору

1. Аналитикалык органикалык реагенттердин артыкчылыктары кайсылар?

2. Аналитикалык органикалык реагенттердин функционалдык жана аналитикалык активдүү группаларын жазып көрсөткүлө?

3. Органикалык аналитикалык реагенттердин түстүү кошулмаларды пайда кылууга жөндөмдүү болгон хромофордук жана түстү күчөтүүчү ауксохромдук группаларды жазгыла?

4. Хромофордук теория боюнча хиноиддик түзүлүш деген эмне? Мисал келтиргиле?

5. Органикалык реагент менен органикалык эмес иондордун ортосундагы тузду пайда кылуу процесси кайсы себептерден көз каранды?

6. Ички комплекстүү кошулмалар деп эмнени айтабыз. Мисал келтиргиле?

7. Органикалык аналитикалык реагенттердин химиялык анализдеги мааниси?

10 – глава. ЭКСТРАКЦИЯ ЖАНА ХРОМАТОГРАФИЯЛЫК АНАЛИЗДИН САПАТТЫК АНАЛИЗДЕГИ МААНИСИ

10.1. Экстракция процесси боюнча жалпы түшүнүктөр

Экстракция жана хроматография органикалык, органикалык эмес заттарды бөлүп алуу, жыйноо үчүн колдонулган кеңири таралган эффективдүү методдордун бири. Алар башка физико-химиялык методдор менен бирдикте татаал системанын комплекстеринин кайсы затка туура келерин далилдеп аныктайт. Экстракция жана хроматография методдорунун артыкчылыктары төмөнкүлөр: жөнөкөйлүгү, жөндөмдүүлүгү, теңдештик абалынын тез жетилиши, кошумча кубулуштун жоктугу, фазанын негизги курамынын туруктуулугу.

Экстракция процесси массалардын таасир этүү законуна башият. Көпчүлүк учурда заттарды суу эритмелеринен органикалык эриткичтердин жардамы менен экстракциялайт.

Заттын эки суюк фазанын аралыгында бөлүнүшүн экстракция процессинин жөнөкөйлөтүлгөн түрү катары көрсөтсө болот. Заттын концентрациясы бир фазада көбөйөт, экинчисинде азаят. Концентрациянын кайсы бир катышынан кийин кыймылдуу теңдештик абалы түзүлөт.

0 - орг. фазасы в - суу фазасы

$$A_B \leftrightarrow A_0 \quad (1)$$

Белгилүү теңдештик абалында, турактуу температура кезинде бир эле заттын эки фазадагы концентрациясы турактуу чоңдукту берет жана ал эриген заттын жаратылышынан, органикалык эриткичтен көз каранды болот. Бул чоңдук бөлүштүрүүнүн константасы деп аталат.

$$K = \frac{[A]_0}{[A]_B}; \quad (2)$$

Экстракция процессин бөлүштүрүүнүн коэффициенти

боюнча мүнөздөө ылайыктуу келет. Тендештик абалында заттын органикалык фазадагы жалпы концентрациясынын суу фазадагы жалпы концентрациясына болгон катышы бөлүштүрүүнүн коэффициентине барабар.

$$D = \frac{C_{A_O}}{C_{A_B}}; \quad (3)$$

Экстракция процессинин дагы бир маанилүү мүнөздөмөсүнүн бири бөлүп алуу даражасы же экстракция проценти $-R$ органикалык фазадагы заттын жалпы концентрациясынын алкачки концентрациясына болгон катышы

$$R, \% = \frac{C_{A_O} \cdot V_O \cdot 100}{C_{A_O} \cdot V_O + C_{A_B} \cdot V_B} \quad (4)$$

Мында V_O, V_B - фазалардын көлөмү.

Бөлүштүрүү коэффициенти белгилүү болсо бөлүп алуу даражасын оңой эле аныктаса болот.

$$R, \% = \frac{D \cdot 100}{D + \frac{V_B}{V_O}} \quad (5)$$

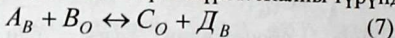
Суу фазасында калган заттын бөлүгүн төмөнкү формула менен эсептеп алууга болот.

$$f = \frac{1}{1 + D \frac{V_O}{V_B}} \quad (6)$$

Эгерде экстракция процесси бир нече жолу кайталанса

$$f = \frac{1}{\left(1 + D \frac{V_O}{V_B}\right)^n} \quad (6a)$$

Эки фазалуу системада экстракция процесси ар кандай химиялык реакция менен бирге жүрөт. Жалпы түрүндө



Бул теңдеме боюнча экстракциянын константасын жазабыз

$$K_{\text{ЭКС}} = \frac{[C]_O [D]_B}{[A]_B [B]_O} \quad (8)$$

Экстракциялык системаларды баяндоодо төмөнкү терминдерди колдонушат.

Экстрагент- кандайдыр бир реагент же таза түрүндөгү органикалык эриткич жана суу фазасынан бөлүп алынган изилденүүчү зат.

Экстракциялык реагент – бөлүп алынучу зат менен аракеттенишип экстракциялочу бирикмени пайда кылуучу экстрагенттин курамдык бөлүгү. **Экстракт** – затты суу фазасынан бөлүнүп алынган органикалык фаза.

Резэкстракция- затты экстракттан суу фазасына бөлүп алуу.

Резэкстрагент- затты экстрактан бөлүп алуу үчүн колдонулуучу суу эритмеси. **Резэкстракт-** затты экстрактан бөлүп алган суу фазасы.

10.2. Экстракциялык системалардын типтери

Экстракциялана турган заттын жана эриткичтин жаратылышы ар түрдүү ошондуктан эриген заттын суу фазасынан органикалык фазасына өтүшү ар башка механизм менен жүрүшү мүмкүн.

1. Органикалык эмес, көпчүлүк органикалык жана жаратылыштагы заттар физикалык бөлүштүрүү принциби

боюнча экстракцияланат. Мындай учурда химиялык реакция жүрбөйт. Полярдуулугу төмөн молекулалык торчосу бар кошулмалар сууда начар, ал эми органикалык эриткичтерде эрийт. Ушул метод менен экстракцияланып алынган заттар төмөнкүлөр: $Br_2, I_2, HgCl_2, HgI_2, AsCl_3, AsBr_3, CeCl_4$ ошондой эле жаратылыш сууларынан, тоо тектеринен, топурактан, бактардын жалбырагынан жана тамырынан катуу заттарды экстракциялап алышат.

2. Айрым гидратташкан туздар же аквакомплекс тер сольваттык механизм боюнча экстракцияланат. Координациялык байланыштагы суу органикалык эриткичтин молекуласына алмашуу менен сольватты пайда кылат. Экстрагент катары $[RO]_3PO$ тибиндеги фосфор органикалык кошулмалар кеңири колдонулат. Мисалы, трибутилфосфат $(C_4H_9)_2PO$ көп кошулмалар менен сольватты пайда кылат. $(L \rightarrow NO_3^-, Cl^-, Br^-, NCS^-, ClO_4^-)$

Бул экстрагенттин жардамы менен татаал системадан U, Mo, Th, Ce, La экстракциялап алуу аналитикалык колдонууга алып келди. Уранды $UO_2(NO_3)_2 \cdot S_2$ түрүндө экстракциялоо ири техникалык мааниге ээ болду.

3. Минералдык кислоталар HL , комплекстик металлокислоталар жана гетерополикислоталар,

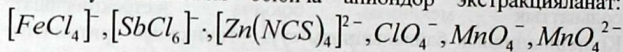
мисалы, $H_{8-11} [Э^{n+} (M_{12}O_{40})] Э \rightarrow P, As, Si, M \rightarrow Mo, W$

кычкыл чөйрөдө протондошууга жөндөмдүү болгон эриткичтер менен гидрат-сольват механизми боюнча экстракцияланат. Мындай эриткичтерге спирттер, кетондор, жөнөкөй жана татаал эфирлер, мисалы фосфорорганикалык кошулмалар $R_3PO, ROR_2PO, (RO)_2RPO, (RO)_3PO$ кирет. Бул механизм боюнча хлориддик комплекстер $Fe(III), Sb(III), (V)$ жана $Au(III)$ туз кислотасынын жогорку концентрациясынан экстракцияланат.

Гетерополикислоталарды экстракциялоо үчүн кычкылтектүү эриткичтерди колдонуу менен As, P , жана Si бири биринен ажыратылат.

4. Сольватташпаган иондук ассоциаттар эгерде иондорунун радиусу чоң жана заряды төмөн болсо алар экстракция процессине жөндөмдүү болушат. Мындай иондордун суу менен электростатикалык аракеттениши жүрбөйт.

Бардык кошулмалар полярдуулугу аз болгон эриткичке өтөт. Бул механизм боюнча аниондор экстракцияланат:



Катион катары экстракциялык реагенттердин протондошулган формасы колдонулат ($R_3NH^{+}, R_2NH_2^{+}, RNH_3^{+}$), органикалык боектор -метилфиолет, 8-оксихинолин, тетрабутиламмоний $(C_4H_9)_4N^{+}$, тетрафенилфосфоний $(C_6H_5)_4P^{+}$ тетрафениларсоний $(C_6H_5)_4As^{+}$.

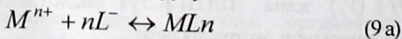
Иондук ассоциаттарды экстракциялоодо диэлектрикалык өткөрүмдүүлүгү кичине болгон эриткичтерди колдонушат.

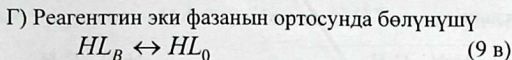
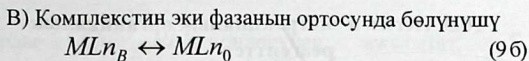
5. Хелатты пайда кылуучу органикалык реагенти бар комплекстик кошулмалар (ички комплекстик кошулмалар) ар кандай механизм менен экстракцияланат. Көпчүлүк хелаттар сууда аз, ал эми органикалык эриткичте жакшы эрийт. Комплекстик кошулмалардын туруктуулугу канчалык чоң болсо ошончолук экстракция даражасы жогору болот. Экстракция кезинде жүрүүчү процессти теңдеме түрүндө көрсөтсө болот.

А) Кислоталык касиети бар хелаттын диссоциацияланышы.



Б) Комплексти пайда кылуусу





Экстракция бүткөндөн кийин суу фазасында

$$C_{M^{n+}} = [M^{n+}], \text{ анда } D = \frac{[M \ln]_0}{[M^{n+}]} \quad (10)$$

$$\text{Демек } K_{\text{экстр}} = D \frac{[H^+]_0^n}{[HL]_0^n} \quad (11)$$

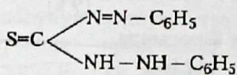
формуладан көрүнүп тургандай бөлүштүрүүнүн коэффициенти жана бөлүп алуу даражасы органикалык эриткичтин катмарындагы реагенттин концентрациясынан жана суу эритмесинин рН чөйрөсүнөн көз каранды.

Хелаттардын жардамы менен металлдардын иондорун бөлүп алууда рН чөйрөсү экстракция процессинде кеңири колдонулат. Экстрагент катары төмөнкү реагенттер пайдаланылат: дитизон, 8 - оксихинолин, натрийдин диэтилдитиокарбаминаты, ацетилацетон. Экстракциялык системалардын типтерин кароо менен экстракциянын эффективдүүлүгүн камсыз кылуучу шарттарын жыйынтыктайбыз.

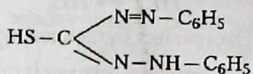
1. Экстракциялана турган заттын молекуласынын өлчөмүнүн чоңдугу.
2. Бөлүкчөсүнүн зарядынын төмөн болуусу.
3. Комплекстик кошулманын туруктуулугу.
4. Органикалык эриткич менен сольватты пайда кылуусу.
5. Эриген заттын морлекуласында гидрофильдик группалардын $COOH$, $-OH$ болбоосу.

10.3. Негизги экстракциялык органикалык реагенттер

Дитизион



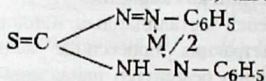
Кето-формасы



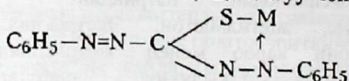
Енол-формасы

Ал органикалык эриткичтерде эрийт (CCl_4 , CHCl_3).
Металлдардын иондору менен түстүү дитизонаттарды пайда кылуу менен сууда аз эрүүчү комплекстерди пайда кылат. Дитизонат түрүндө экстракциялоо сульфиддерди пайда кылуучу элементтерге мүнөздүү келет.

а) кычкыл жана нейтралдуу чөйрөдө



б) щелочтуу чөйрөдө



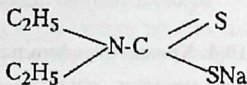
Дитизон менен экстракциялануучу катиондор үч группага бөлүнөт:

1. Hg^{2+} , Cu^{2+} , Ag^+ (0,5 – 1мНCl).
2. Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} уксус кислотасынын эритмесинен.
3. Cd^{2+} , Pb^{2+} щелочтук эритмеден.

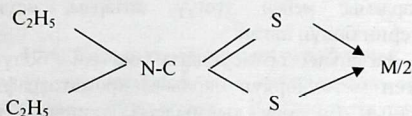
Иондорду бөлүү үчүн жолтоо болгон иондорду маскировкалоо менен жүргүзүлөт. рН 4,7 ЭДТА катышуусу менен дитизон Hg^{2+} , Ag^+ экстракциялайт жана

аларды Cu^{2+} , Pb^{2+} иондорунан ажыратат. $S_2O_3^{2-}$ катышуусу менен рН 4-5 Zn^{2+} жана Cd^{2+} иондорун бөлөт.

Натрийдин диэтилдитиокарбаминаты (ДЭДТК натрий)

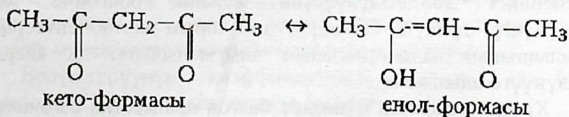


Сууда жакшы эрийт жана көп элементтер менен аракеттенишет. Пайда болгон кошулманын түзүлүшү

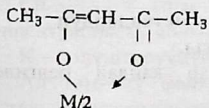


Иондорду бөлүп алуу тандалмалуу жүрөт. ЭДТА катышуусу менен Cu^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ жана Be^{3+} аммиактын эритмесинен экстракцияланат. Эктрагент катарында этилацетат, спирттер, төрт хлордуу көмүртек колдонулат.

Ацетилацетон



Түссүз кыймылдуу суюктук, сууда жана органикалык эриткичте жакшы эрийт. 60 элемент менен хелаттык кошулманы пайда кылат.



Бул реагенттин өзгөчөлүгү пайда болгон комплекс өзүндө жакшы эрийт.

Ошондуктан экстрагент катары өзү же анын спирттеги, бензолдогу, хлороформдогу эритмеси колдонулат. Экстракция жыйноо методу катарында микроэлементтерди көлдөрдөн, агын суулардан, деңиздерден жана башка жаратылыш сууларынан ошондой эле топурактын эритмесинен бөлүп алууда кеңири колдонулат.

10.4. Хроматографиялык анализ.

Хроматография методун орустун окумуштуу-ботаниги М.С. Цвет 1903 жылы сунуштаган жана андан ары өнүктүргөн. Хроматография методу адсорбция процессине негизделген жана анын жардамы менен түстүү заттарды, өсүмдүктөрдүн пигменттерин бөлүп алган.

Эки фазанын ортосундагы заттын бөлүштүрүшүнө негизделген методдордун бардыгы хроматографияга кирет. Эки фазанын бирөөсү кыймылсыз, экинчиси кыймылдуу. Бөлүнө турган компоненттер кыймылдуу фаза менен бирдикте кыймылсыз фаза аркылуу өтөт. Бул учурда адсорбция, десорбция процесстери жүрөт.

Бөлүнүүчү заттардын компоненттеринин адсорбциялык касиетинин жөндөмдүүлүгүнө жараша болгондо гана бөлүнүшү мүмкүн. Ошондой эле айрым компоненттердин жылышынын ылдамдыгынын айырмачылыгы да аларды бөлүнүүгө алып келет.

Хроматографияга мүнөздүү болгон процесстин өзгөчөлүгү анын көп жолу кайталанышы эритмедеги компоненттердин бөлүнүшүнө өбөлгө түзөт. Адсорбция жана десорбция процесстери алмашып турат натыйжада хроматографиялык бөлүнүштөрдүн аймактары б.а. хроматограмма пайда болот.

10.5. Хроматографиялык методдордун классификациясы.

Хроматографиялык методдор ар кандай белгилери боюнча бөлүнүшөт:

1. Бөлүнүштүн механизми боюнча: бөлүнө турган

компоненттердин кыймылсыз фаза менен аракеттенишинин өзгөчөлүгүнө карата: адсорбциялык, бөлүштүрүү, ион алмашуу, чөктүрүү болуп бөлүнөт.

2. Фазанын агрегаттык абалына карата: кыймылсыз жана кыймылдуу фазаны комбинациялоо менен төмөндөгүдөй системалар болушу мүмкүн.

а) газ- суюктук, газ - катуу зат (газ хроматографиясы)

б) суюктук-суюктук, суюктук-катуу зат (суюктук хроматографиясы)

3. Аткарылыш техникасы боюнча- колонкадагы, кагаздагы жана жука катмардагы хроматография болуп бөлүнөт.

10.6. Бөлүштүрүү хроматографиясы.

Бөлүштүрүү хроматографиясы аралашпаган эки суюк фазанын чегинде жүргүзүлөт. Изилденүүчү эритмени колонкага белгилүү санда куюшат жана кыймылдуу эриткичтин жардамы менен бөлүнүүчү компоненттерди которуштурат.

Эки фазаныны бири стационардык экинчиси кыймылдуу болот. Интертүү алып жүрүүчүнүн бети бөлүнүүчү заттар жана кыймылдуу эриткич менен аракеттенишпеген жука катмар менен капталган кыймылсыз фазадан турат.

Бөлүштүрүүнүн коэффициентине жараша ар бир компонент эки фазанын чегинде бөлүштүрүлөт.

$$K = \frac{C_n}{C_p}$$

C_n - органикалык эриткичтеги аныкталуучу компоненттин концентрациясы, моль/л – кыймылсыз фаза.

C_p – аныкталуучу компоненттин суудагы концентрациясы, моль/л – кыймылдуу фаза.

K – бөлүштүрүүнүн коэффициенти

Ал төмөнкү факторлордон көз каранды: изилденүүчү заттын жаратылышынан, эриткичтен, температурадан жана

эксперименттин аткарылыш ыкмасынан.

Бөлүштүрүү хроматографиясы кагазда, колонкада жана жука катмарда аткарылышы мүмкүн.

10.7. Кагаз хроматографиясы

Кагаз хроматографиясы бөлүштүрүү хроматографиясына кирет. Инерттүү алып жүрүүчү катарында атайын хроматографиялык кагаз колдонулат. Кагаз жиптеринин багыты калыңдыгы бирдей болуу керек. Тыгыздыгы боюнча ар кандай сортторго бөлүнөт жана кагазды тандап алуу алдыга коюлган конкреттүү максатка карата болот.

Кагаз хроматографиясында кыймылсыз фаза катарында суу колдонулат, анткени кагаздын жиптери абадан нымдуулукту өзүнө тартып алгандыгына байланыштуу жука катмар менен капталат. Кыймылдуу фаза суу менен аралашпайт же аз санда аралашышы мүмкүн. Кыймылдуу фаза катарында алгач суу менен каныктырылган ацетон, Н-бутанол пайдаланылат.

Компоненттердин бөлүнүшү мындайча жүрөт. Кагаздагы бөлүнүүчү компоненттер кыймылдуу фазага өтүү менен бөлүштүрүү коэффициентине жараша ар кандай ылдамдыкта жылат. Натыйжада ар бир компонент кагаздын белгилүү бөлүгүндө чогулуу менен хроматограммада аймакты пайда кылат.

Компоненттердин бөлүнүү жөндөмдүүлүгүн сан жагынан баалоо үчүн R_f -коэффициенти киргизилген жана ал эриген заттын аймагынын жылышынын эриткичтин майданынын жылышынын катышына барабар. R_f -чоңдугу кыймылдуу фаза менен теңдештик абалындагы эриген заттын жылышынын салыштырмалуу ылдамдыгын мүнөздөйт. R_f -коэффициенти алып жүрүүчү заттын табиятынан, бөлүнүүчү заттан жана эриткичтен, эксперименттин шартынан көз каранды. Эгерде айтылган параметрдин баардыгы турактуу болсо R_f хроматографиялана турган компоненттин

көрсөткүчү жана мүнөздөөчүсү боло алат. Канчалык бөлүүнүчү заттардын R_f айырмачылыгы чоң болсо ошончолук бөлүштүрүү эффективдүү жүрөт.

Аткарылыш техникасы боюнча кагаз хроматографиясы мындайча айрымаланат: бир ченемдүү (жогору жана төмөн жүрүүчү), эки ченемдүү, тегерек. Бир ченемдүү хроматограмманы алуу үчүн кыймылдуу фаза катарында бир эле эриткичти колдонушат. Татаал аралашманы бөлүш үчүн бири-бирине перпендикулярдык багытта удаалаш өткөн эки кыймылдуу эриткичтин жардамы менен эки ченемдүү хроматограмманы алышат.

Тегерек хроматограмманы алуу үчүн айлана түрүндөгү кагазды колдонушат. Кыймылдуу фаза кагаздын борборунан четине чейин жылат. Пайда болгон аймак эллипс формасында болот анткени ал кагаздын жибинин жайланышына көз каранды. Кагаз хроматографиясы органикалык жана биохимиялык изилдөөдө кеңири колдонулат. Ал төмөнкү кошулмаларды бөлүп алууга мүмкүнчүлүк берет: аминдерди, алкалоиддерди, углеводдорду, аминокислоталарды, протеиндерди, витаминдерди, гормондорду жана антибиотиктерди.

10.8. Ион алмашуу хроматографиясы.

Изилденүүчү, эритмени ион алмашууга жөндөмдүү болгон адсорбент аркылуу өткөзкөндө эритмедеги ион ион алмашуучунун составындагы ионго алмашат. Иондордун бөлүнүшү адсорбент аркылуу өткөн эритмедеги иондордун жөндөмдүүлүгүнө байланыштуу болот. Курамы жана түзүлүшү ар башка болгон жогорку молекулалуу полиэлектролиттер ион алмашуучуларга кирет. Алар катионго жана анионго алмашуучулар болуп бөлүнөт. Ион алмашуучулар жаратылышы боюнча органикалык, органикалык эмес, жаратылыш жана синтетикалык болуп бөлүнөт. Жаратылышы боюнча органикалык эмес адсорбенттерге кальцийдин жана магнийдин

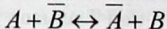
алюмосиликаттары, каолин группасынын минералдары-
 $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mH_2O$ кирет.

Органикалык эмес синтетикалык ион алмашуучуларга
алюмосиликаттар кирет $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot mNa_2O \cdot pH_2O$

Көпчүлүк жаратылыш кошулмалары ион алмашуу
касиеттерине ээ. Мисалы, чым көң, күрөң көмүр жана
топурактын органикалык составдык бөлүгү.

Синтетикалык ион алмашуучулар ион алмашуу
сыйымдуулугу, химиялык туруктуулугу, механикалык
бекемдиги менен айырмаланат. Алар сууда жана органикалык
эриткичтерде эрибейт. Кислоталык, негиздик касиети боюнча
алар начар жана күчтүү катион, анион, алмашуучулар болуп
бөлүнөт. Күчтүү кислоталык чайырларга - SO_3H , начарларга -
 $COOH$, - OH , группалары барлар кирет. Биринчиси pH 1,
жогору карай, экинчиси нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдө
иондорун алмашат.

Анион-алмашуучуларда төртүнчү аммоний группасы
болсо күчтүү, амин группасы начар негиздик касиетке ээ.
Эгерде колонкада катиону бар чайырды кислота менен
жуулса катион-алмашуучу зат H^+ формага өтөт. Ал аркылуу
туздун эритмесин өткөргөндө H^+ иону эритмедеги катионго
алмашат. Алгачкы абалына келтириш үчүн кайрадан
кислотаны колдонушат. Амин группасы бар анион
алмашуучу чайырды туз кислотасы менен иштеткенде $R -$
 NH_3Cl айланат. Кыймылдуу хлордун иону ион алмашуу
процессинде - OH жана башка аниондорго алмашат. Бирдей
белгидеги иондордун алмашуу реакциясы мындайча жазылат:



A, B - эритмедеги, \bar{A} - , \bar{B} - , ион алмашуучудагы иондор.
Ион алмашуу теңдештигинин константасы

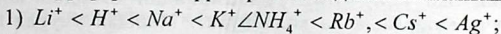
$$K = \frac{\overline{a_A} \cdot \overline{a_B}}{\overline{a_A} \cdot \overline{a_B}}$$

α_A , α_B - эритмедеги, a_A , a_B ион алмашуучудагы иондордун активдүүлүгү. Активдүүлүктү молярдык концентрациясына алмаштыруу менен

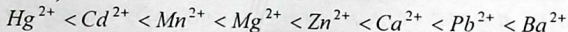
$$K = \frac{[\overline{A}][\overline{B}]f_A^- f_B^-}{[\overline{A}][\overline{B}]f_A \cdot f_B^-} = K_{A/B} \frac{f_A^- \cdot f_B^-}{f_A \cdot f_B^-};$$

$K_{A/B}$ - ион алмашуу тендешигинин константасы - иондордун ион алмашуучуга болгон жөндөмдүүлүгүн мүнөздөйт. Ал алмашуучу иондордун зарядынан, концентрациясынын катышынан, иондордун сольватты пайда кылуу жөндөмдүүлүгүнөн жана ион алмашуучунун жаратылышынан көз каранды.

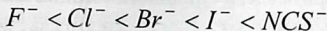
Бирдей заряддуу иондордун ион алмашууга болгон жөндөмдүүлүгү белгилүү шартта мындайча жайланышат:



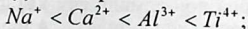
2)



Аниондор



Ар кандай заряддуу иондор



Аналитикалык химияда колдонулуучу ион алмашуу хроматографиясынын негизги багыттары: жолтоо болгон иондорду бөлүп алуу.

Катион алмашуучунун жардамы менен айрым аниондорду катиондордон бөлүп алышат. Мисалы, фосфатты Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{3+} катиондорунан бөлүп алышат.

Комплексти пайда кылуунун негизинде бөлүп алуу.

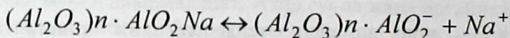
Сейрек кездешүүчү элементтерди цитраттык буфердик эритменин ошондой эле трансуран элементтерин аммонийдин

лактаты менен бөлүп алышат.

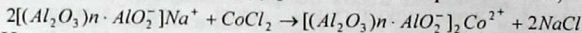
Ион алмашуучулар жаратылыш сууларынан микроэлементтерди, биологиялык суюктуктардан Ca^{2+} ошондой эле суунун шорлуулугун азайтыш үчүн колдонулат.

Органикалык эмес минералдык ион алмашуучуларга алюминийдин оксидин катион жана анион алмашуучу катарында колдонууга болот. Аны катион алмашуучу катарында колдонуш үчүн щелочко эритет жана пайда болгон чөкмөнү күйгүзөт натыйжада төмөндөгүдөй кошулма пайда болот.

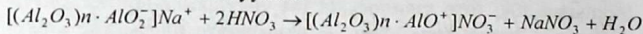
$(\text{Al}_2\text{O}_3)_n \cdot \text{NaAlO}_2$ эритмеде ал диссоциаланат



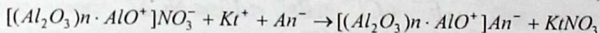
Алюминийдин оксидинин үстүнкү бетиндеги натрийдин иону эритмедеги электролиттердин катиондоруна алмашууга жөндөмдүү болуп ион алмашуу реакциясына кирет. Мисалы,



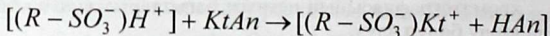
Ион алмашуу процесси эквиваленттик санда жүрөт. Кобальттын ар бир иону адсорбцияланганда эритмеге натрийдин эки иону өтөт. Алюминийдин оксидин анион алмашуучу катарында да колдонулат. Мындай учурда аны азот кислотасы менен жуушат.



NO_3^- иону эритмедеги аниондорго жеңил алмашат. Мисалы,



Азыркы учурда ион-алмашуучу катарында синтетикалык чайырлар көбүрөөк колдонулат. Алардын ион алмашуу процессин мындайча көрсөтсө болот.

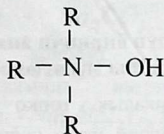


R – катион алмашуучунун негизи, SO_3^- ионогендүү группасы, H^+ эритмедеги ионго алмашууга жөндөмдүү болгон суутектин иону.

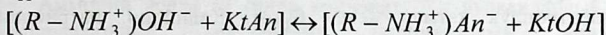
Анионго алмашуучулардын составында ионго алмашууга жөндөмдүү болгон биринчилик, экинчилик жана үчүнчүлүк амин группалары бар:

$-NH_2, -NH, -N$ – ошондой эле төртүнчүлүк аммоний

негизи



Анионго алмашуу реакциясы төмөнкү схема боюнча жүрөт.



10.9. Текшерүү суроолору.

1. Экстракция деп эмнени айтабыз жана анын колдонулушу?
2. Бөлүштүрүүнүн константасы, бөлүштүрүүнүн коэффициенти, экстракция процесси жөнүндө түшүнүк бергиле жана математикалык формуласын жазгыла?
3. Экстракция процессинде колдонулуучу терминдерди атагыла жана түшүнүк бергиле
4. Экстракциялык системалардын типтери жана механизмдери
5. Экстракция процессинде кеңири колдонулуучу реагенттер кайсылар? Мисал келтиргиле?
6. Экстракция процессинин эффективдүүлүгүн камсыз кылуучу шарттар кайсылар?
7. Хроматография методу жөнүндө түшүнүк бергиле жана алардын классификациясы?
8. Бөлүштүрүү хроматографиясы жана анын теориялык негизи
9. Кагаз хроматографиясы жана жүргүзүлүүчү шарттары. Изилденүүчү заттарды аныктоо жана идентификациялоо.
10. Ион алмашуу хроматографиясы жана анын теориялык негизи
11. Аналитикалык химияда кеңири колдонулуучу хроматографиялык методдордун негизги багыттары

11-глава. КАТИОНДОРДУН КИСЛОТА-НЕГИЗДИК СИСТЕМАСЫ

11.1. Катиондордун биринчи аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү

Биринчи аналитикалык топко K^+ , Na^+ , NH_4^+ катиондору кирет. Натрий жана калий Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасынын биринчи тобунан орун алган. Алар күчтүү металлдык касиетке ээ жана иондору сегиз электрондук катмар менен бүтөт. Калийдин, натрийдин аммонийдин туздары жана гидроксиддери сууда жакшы эрийт. Калийдин, натрийдин гидроксиддери щелочтор деп аталат. Калий менен натрийдин начар кислоталар менен пайда болгон туздары гидролизге учурайт жана чөйрөсү щелочтуу болот. Күчтүү кислоталар менен пайда болгон туздары гидролизге учурабайт, чөйрөсү нейтралдуу болот. Аммиак сууда эрип аммонийдин гидроксидин пайда кылат. Күчтүү кислоталар менен пайда болгон тузу гидролизге учурайт чөйрөсү кычкыл болот. Аммонийдин тузун ысытканда ажырап кетет. Мындай касиети NH_4^+ ионду четтетиш үчүн колдонулат. Бул группанын катиондорунун группалык реагенти жок.

11.2. Биринчи аналитикалык топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.

Калий жаратылыш минералдарынын курамына кирет. Мисалы, сильвин KCl , алунит - $(K, Na)Al_3(SO_4)_2(OH)_6$, каинит- $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$, карналлит - $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, калий селитрасы - KNO_3 , ачык таш - $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, калий талаа шпаты (орто клаз)- $K(AlSi_3O_8)$, калий слюдасы - $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OHF)_2$, нефелин - $K_{0,22}Na_{0,78}(AlSi_4O_4)$.

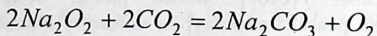
Натрий жаратылышта кеңири таралган элемент. Натрийдин негизги кошулмалары: кайнатма туз- $NaCl$, натрийдин карбонаты - $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, натрийдин селитрасы - $NaNO_3$, криолит - $Na_3[AlF_6]$ көпчүлүк силикаттардын составында натрий бар. Альбит- $Na[AlSi_3O_8]$, цеолит - $Na[AlSi_2O_6] \cdot H_2O$. Калий жана натрийдин кошулмаларындагы кычкылдануу даражасы +1, заряды +1. катиондору түссүз.

Аммоний абада аз санда кездешет. Ал вулкандардын, минералдардын, кристаллдык породадардын жана минералдык суулардын курамында кездешет. Аммоний катионунун заряды +1, катиону түссүз.

11.3. Биринчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу

Натрий суюк түрүндө атомдук реактордо жылуулуку алып жүрүүчү катарында колдонулат. Синтетикалык каучукту алууда натрий катализатор болуп кызмат кылат. Ошондой эле натрий пероксидин алууга сарп кылынат. Щелочтуу металлдардын кошулмалары чоң мааниге ээ.

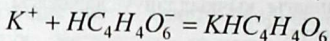
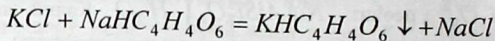
$NaCl$ - турмуш тиричилигинде пайдаланылат. Каустикалык - $NaOH$ соданы алууда кеңири колдонулат. Химиялык, айнек, самын, кагаз, өнөр жайы соданы Na_2CO_3 көп санда сарп кылышат. $NaHCO_3$ медицинада жана кондитер өнөр жайында колдонушат. Калий жана натрий пероксиди суу астында жүрүүчү кайыктарда кычкылтектеги алуу үчүн колдонулат.



11.4. Биринчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.

Калийдин K^+ катионунун сапаттык реакциялары.

1. Натрийдин гидротартраты $NaHC_4H_4O_6$ калийдин туздарынын эритмеси менен ак түстөгү кристаллдык чөкмөнү берет.

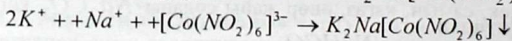
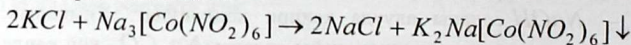


Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага 4-5 тамчы калий тузунун эритмесин алып ага ошончо тамчы натрийдин гидротартратын кошуп айнек таякчасы менен аралаштыруу менен ак түстөгү кристаллдык чөкмөнү алышат.

Чөкмөнүн кислотада, щелочто жана суудагы эригичтигин аныктоо үчүн аны үчкө бөлүп, биринчисине күчтүү кислотаны экинчисине щелочту кошкондо, үчүнчү пробиркага сууну кошуп ысытканда чөкмө үчөөндө тең эрип кетет.

2. Натрий гексанитрокобальты (III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ калий катиону K^+ менен сары түстөгү комплекстик туздук чөкмөсүн пайда кылат.

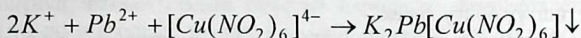
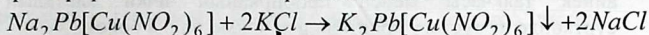


Реакциянын аткарылышы.

Бир тамчы калийдин тузунун эритмесине 2 тамчы гексанитрокобальттын эритмесин кошуу менен күчтүү кислотада эрүүчү сары түстөгү чөкмө пайда болот. Щелочтун чөйрөсүндө реагент кара күрөң чөкмөнү пайда кылуу менен ажырап кетет. $Co(OH)_2$. Аммоний катиону NH_4^+ калийдин натрийдин гексанитрокобальттына окшош сары чөкмөнү берет. Демек, ал калийдин ионун ачууга жолтоо болот.

Микрокристаллокопиялык реакция

Натрий, коргошун гексанитрокупраттын эритмеси калийдин катиону менен K^+ куб түрүндөгү кара-күрөң түстөгү кристаллдык чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы.

Бир тамчы калий тузунун эритмесин предметтик айнекке тамчылатуу менен аны жалынга коюп какшытат. Муздаткандан кийин натрий, коргошун гексанитрокупраттын эритмесин кошуу менен куб түрүндөгү кристалл алынат. Реакция рН 6-7 жүргүзүлөт.

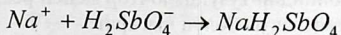
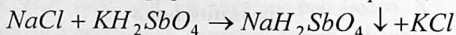
Аммоний иону NH_4^+ жолтоо болот, анткени калийдин ионуна окшош кара чөкмөнү пайда кылат.

Жалындын түсүнүн өзгөрүшү.

Платина же нихром зымын туз кислотасына нымдоо менен аны жалынга коюп жалындын түсү өзгөрбөй калганга чейин какшытат. Ысытылган зымга калийдин тузун тийгизгенде ал зымга жабышат. Зымды кайрадан жалынга кармаганда жалындын сыя өндүү түскө өзгөрүшү калий ионунун бар экендигин билдирет. Жалындын түсүнүн өзгөрүшүн көк түстөгү айнек же индигонун эритмеси куюлган жалпак флакон аркылуу караса жакшы көрүнөт.

Натрий Na^+ катионунун сапаттык реакциялары.

1. Калийдин дигидроантимонаты KH_2SbO_4 натрийдин катиону менен ак түстөгү кристаллдык чөкмөнү пайда кылат.

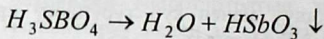
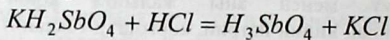


Реакциянын аткарылышы.

5-6 тамчы натрийдин тузунун эритмесине ошондой эле сандагы калийдин дигидроантимонатынын эритмесин кошуп айнек таякчасы менен пробирканын ички капталын сүрткөндө ак түстөгү кристаллдык чөкмө пайда болот.

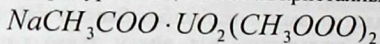
1. Натрийдин тузунун эритмесинин концентрациясы жетиштүү болуу керек.

Эритменин чөйрөсү нейтралдуу же щелочтуу болушу керек, анткени кычкыл чөйрөдө сурьманын метакислотасы пайда болот $HSbO_2$



2. Микрочеталлоскопиялык реакция.

Бир тамчы натрийдин тузунун эритмесин предметтик айнекке тамчылатып акырындык менен буулантат. Муздатылгандан кийин чөкмөнү уранилацетаттын эритмеси менен иштеткенде $UO_2(CH_3COO)_2$ тетраэдр же октаэдр формасындагы натрийуранилацетатынын кристаллы алынат.



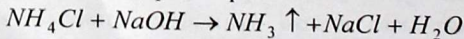
3. Жалындын түсүнүн өзгөрүшү.

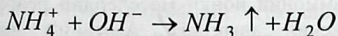
Платина же нихром зымын изилденүүчү эритме менен нымдап түссүз жалынга кармаганда жалындын ачык сары түскө ээ болуусу натрийдин ионунун бар экендигин аныктайт.

Аммонийдин катионунун NH_4^+ сапаттык

реакциялары

1. Аммонийдин тузу щелочтор менен реакцияга кирип газ түрүндөгү аммиакты бөлүп чыгарат:

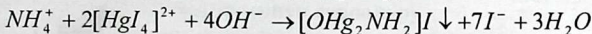
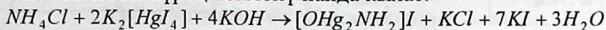




Реакциянын аткарылышы.

2-3 тамчы аммонийдин тузунун эритмесине 3-4 тамчы щелочтун эритмесин кошуп ысытканда бөлүнүп чыккан газдын жытына көңүл бургула! Реакциянын чөйрөсү $pH > 9$. Бөлүнүп чыккан газдын буусуна кармалган фенолфталеин кагазынын кызарып кетиши аммоний ионунун бар экендигин аныктайт.

2. Несслердин реагенти щелочтуу чөйрөдө аммоний иону менен кызгылт күрөң чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы.

Бир тамчы аммонийдин тузунун эритмесине 1-2 тамчы Несслердин реагентин кошуу менен чөкмө алынат.

1. Несслердин реагентин ашыкча алуу талап кылынат, анткени аммонийдин тузунун эритмесинде эрип кетет.

2. Реакцияга Fe^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} иондору жолтоо болот.

3. Жогоруда көрсөтүлгөн иондорду комплекстик кошулмага айландыруу менен реакциядан четтетилет.

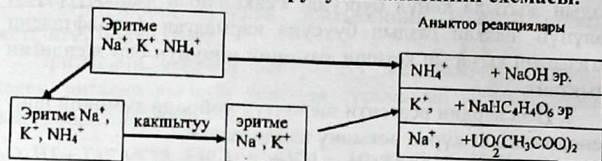
11.5. Биринчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи

NH_4^+ катионун калийдин жана натрийдин катиондорунун катышуусунда Несслердин реагенти же натрий гидроксиди менен ачууга болот. Эгерде изилдене турган эритмеде аммонийдин катиону бар болсо K^+ , Na^+ ачпай туруп аны эритмеден четтетүү зарыл. Мындай учурда изилдене турган эритмеден 15-20 тамчыны фарфор табагына куюп кургаганга чейин буулантат. Кургак затты ак түтүн чыгып бүткөнчө какшытат.

Муздатылгандан кийин 8-10 тамчы дистирленген сууну

кую менен аммоний ионун Несслердин реагенти менен бар же жок экенин аныктайт. Аммоний иону эритмеден четтетилгенден кийин K^+ , Na^+ иондорун изилдөөгө болот.

I – топтун катиондорунун анализинин схемасы.



K^+ ионун аныктоо

2-3 тамчы изилденүүчү эритмеге 3-4 тамчы натрий гексанитрокобальттын (III) эритмесин кошуу менен сары чөкмөнүн пайда болушу K^+ ионун бар экендиги аныкталат. K^+ катиону менен натрий коргошун гексанитрокупратынын реакциясын текшергиле жана чөкмөнү микроскоптон карагыла.

Na^+ ионун аныктоо

3-4 тамчы изилдене турган эритмеге ошондой эле сандагы натрийдин

дигидроантимонатын кошуп пробирканын ички капталын айнек таякчанын жардамы менен сүрткөндө ак кристаллдык чөкмөнү пайда кылат.

Предметтик айнектеги 2 тамчы изилдене турган эритмени кургаганча буулантат. Муздатылгандан кийин ага 1-2 тамчы урилацетатты $UO_2(CN_3COO)_2$ кошуу менен пайда болгон кристаллды микроскоптон карагыла.

11.6. Текшерүү суроолору

1. Калийдин ионун натрийдин гидротартраты менен аныктоо эмне үчүн нейтралдуу чөйрөдө жүргүзүлөт?

2. Калийдин ионун натрийдин гексанитрокобальты менен аныктоону щелочтуу чөйрөдө жүргүзүүгө болобу. Реакциянын теңдемесин жазгыла?

3. Калий ионун ачыш үчүн эмне үчүн аммоний ионун изилдене турган эритмеден четтетүү керек? Реакциясын жазып түшүндүргүлө?

4. K^+ , Na^+ , NH_4^+ катиондоруна мүнөздүү болгон реакциялардын теңдемесин молекула жана ион түрүндө жазгыла?

11.7. Биринчи топтун катиондору боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Биринчи топтун катиондору эмнеси менен мүнөздөлөт.

а) күчтүү кислоталар менен чөкмөнү пайда кылышат.

б) щелочтор менен чөкмөнү пайда кылышат.

в) топтук реагенти жок.

г) күкүрттүү суутек менен чөкмөнү пайда кылышат.

2. Калий ионун натрий гидротартраты менен аныктоо кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

а) ак кристаллдык чөкмө б) эритме көк түскө ээ болот.

в) күрөң түстөгү чөкмө г) сары түстөгү чөкмө.

3. Калий ионун натрий гидротартраты менен аныктоо кандай чөйрөдө жүргүзүлөт?

а) $pH > 7$, б) $pH < 7$, в) $pH = 7$ г) чөйрө таасир этпейт

4. Калий катионун натрий гексанитрокобальттын эритмеси менен аныктоо кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

а) ак аморфтук чөкмө, б) сары кристаллдык чөкмө,

в) эритме сары түскө ээ болот, г) кара кристалдык чөкмө.

5. Калий ионун натрий гексанитрокобальттын эритмеси менен аныктоо кайсы чөйрөдө жүргүзүүгө болот?

а) щелочтуу б) нейтралдуу

в) кычкыл г) чөйрө таасирин тийгизбейт.

6. Калий ионуна натрий гексанитрокобальты менен

щелочтуу чөйрөдө реакция кандайча жүрөт?

а) эч кандай аналитикалык эффект байкалбайт

б) чөкмө пайда болбойт

в) реагент бузулуп кобальттын гидроксиди пайда болот

г) туздун эрimesи пайда болот

7. Калий иону натрий, коргошун гексанитрокупраты менен болгон реакциясы кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

а) кара куб түрүндөгү кристаллдык чөкмө

б) ак кристаллдык чөкмө

в) сары түстөгү чөкмө

г) жашыл түстөгү эритме

8. Натрий ионунун калий дигидроантимонаты менен болгон

реакциясы кандай чөйрөдө жүргүзүлөт?

а) кычкыл

б) нейтралдуу

в) щелочтуу

г) чөйрө таасирин тийгизбейт

9. Эгерде кычкыл чөйрөдө натрий иону калий дигидроантимонаты менен ак чөкмөнү пайда кылса натрий иону бар деген жыйынтыкка келүүгө болобу?

а) болот.

б) болбойт, анткени кычкыл чөйрөдө сурьманын мета кислотасы пайда болот

в) кристаллдык формасын микроскоптон кароо керек

г) аморфтук чөкмө.

10. Натрий ионунун уранилацетат менен ачылышы кандай аналитикалык

эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

а) сары түстөгү эритме пайда болот

б) сары чөкмө

в) ак кристаллдык чөкмө

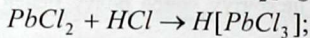
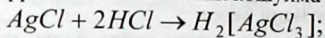
г) микроскоп менен карганда октаэдр формасындагы кристалды пайда кылат

11. Щелочь менен ысытканда аммоний ионунун ачылыш реакциясы кандай деп аталат?

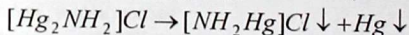
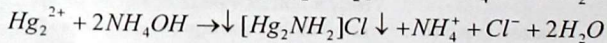
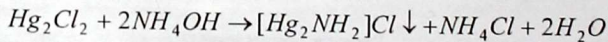
12-глава. ЭКИНЧИ ТОПТУН КАТИОНДОРУ

12.1. Катиондордун экинчи аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү.

Экинчи топко Ag^+ , Pb^{+2} , $[Hg_2]^{2+}$ катиондору кирет. Бул элементтер Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасынын ар кайсы группасында жайланышкан. Топтук реагенти туз кислотасы. Ag^+ , Pb^{+2} , $[Hg_2]^{2+}$ туз кислотасы менен сууда жана суюлтулган кислотада начар эриген чөкмөнү пайда кылат. Эгерде туз кислотасы ашыкча санда кошулса чөкмөнү эритүү менен комплекстик кошулма пайда болушу мүмкүн:

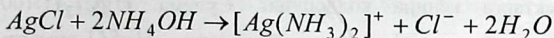
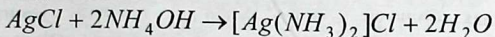


Температурасы $100^\circ C$ болгон сууда коргошундун хлоридинин эригичтиги үч эсе көбөйөт, ушул эле учурда күмүштүн жана сымаптын хлоридинин эригичтиги турактуу бойдон кала берет. Ушунун натыйжасында коргошундун катионун Pb^{+2} күмүштүн Ag^+ жана сымаптын $[Hg_2]^{2+}$ катиондорунан ажыратып алууга болот. Сымап хлориди аммиактын эритмеси менен аракетенишип димеркураммоний хлоридин пайда кылуу менен аз эрүүчү меркураммоний жана металл түрүндөгү сымапка ажырап кетет. Чөкмө кара түскө айланат.



Мындай реакциянын жардамы менен $[Hg_2]^{2+}$ катионун күмүштүн Ag^+ катионунан бөлүп алууга болот. Күмүштүн хлориди аммиактын эритмесинде эрүү менен комплекстик

тузду пайда кылат.



12.2. Экинчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары

Күмүш, жез жана коргошун – цинк кендеринде аралашма түрүндө кездешет. Күмүш кошумча зат катарында оор металлдарды иштетүүдө алынат.

Сымаптын жаратылышта кездешүүчү минералы киноварь HgS деп аталат. Составында коргошуну бар минералдар галенит PbS , англезит $PbSO_4$, церуссит $PbCO_3$ деп аталат.

12.3. Экинчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу

Күмүш, күзгү жана жогорку кубаттуу күмүш, цинк аккумуляторлорун чыгаруучу өнөр жайында, радиотехникада колдонулуучу өткөргүчтөрдү күмүштөөгө, радиотетиктерди күмүш менен каптоого колдонулат. Күмүштүн кошулмаларынын ичинен күмүштүн нитраты жана галогендери чоң мааниге ээ. Күмүштүн нитраты күзгүлөрдү даярдаш үчүн айнектин беттерин күмүштөөгө колдонулат. Күмүштүн бромиди жарыкты сезгич фотоматериалдарды алуу үчүн колдонулат: кагаздарды, пленкаларды жана пластинкаларды.

Сымап негизинен электротехникалык өнөр жайында кеңири колдонулат: өзгөрүлмөлүү токту түзөтүүчү, күндүзгү, сымап жана кварц лампаларын жасоо үчүн. Ошондой эле сымапты ар кандай өлчөөчү приборлорду даярдаш үчүн колдонушат: барометрлерди, манометрлерди, термометрлерди. Сымаптын туздары медицинада, айыл чарбасында жана минералдык боекторду алуу үчүн колдонулат. Мисалы, мышьяк кислотасынан пайда болгон сымаптын тузу

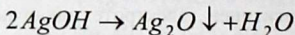
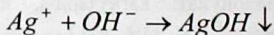
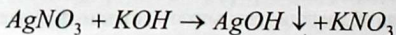
$HgHAsO_4$ суу өткөрбөгөн жана эч нерсе жукпаган боектуун составдык бөлүгүн ээлейт. Мындай боектор деңиздеги кайыктарга кеңири колдонулат. Сулема $HgCl_2$ (1:1000) медицинада дезинфекцияга колдонушат. $HgSO_4$ сьмаптын сульфаты уксус альдегидин, фталь ангидрин алууда катализатор катары кызмат кылат.

Коргошундан аккумуляторлордун пластинкасын, химиялык аппаратураларды жана окторду даярдайт. Коргошун гамма нурларын өзүнө сиңирип алууга жөндөмдүү болгондуктан радиоактивдүү заттар менен иштегенде коргонгуч катары пайдаланышат. Коргошундун кычкылы PbO хрусталь айнегин чыгарууда, коргошундун ацетаты $Pb(CH_3COO)_2$ кездемелерди боедоо, $PCrO_4$ боекторду даярдоодо колдонулат.

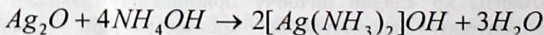
12.4. Экинчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.

Күмүштүн Ag^+ катионунун сапаттык реакциялары

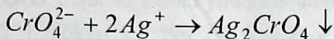
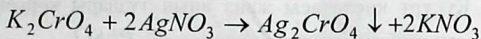
1. Калийдин жана натрийдин гидроксиди $KOH, NaOH$ күмүштүн иону Ag^+ менен кара күрөң түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



Күмүштүн кычкылы (I) аммиактын эритмесинде эрип кетет.



2. Калийдин хроматы K_2CrO_4 күмүштүн катиону Ag^+ менен кызыл кирпич өңдүү чөкмөнү пайда кылат.

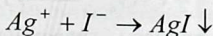
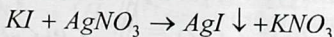
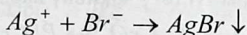
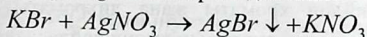


Реакциянын аткарылышы.

2-3 тамчы күмүштүн нитратына 3-4 тамчы дистирленген сууну, 1-2 тамчы калийдин хроматын кошуу менен кызгылт-кирпич өңдүү чөкмө алынат.

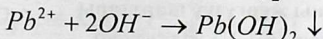
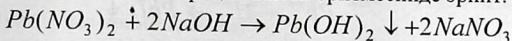
Реакцияны жүргүзүү шарттары

1. Реакция рН 6,5- 7,5 жүргүзүлөт
2. Кычкыл чөйрөдө чөкмө пайда болбойт.
3. Pb^{2+} , Ba^{2+} реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот, анткени окшош чөкмөлөрдү пайда кылат.
4. Калийдин бромиди, иодиди күмүштүн катиону менен агыш сары $AgBr$, сары AgI чөкмөнү пайда кылат.

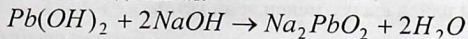


Коргошундун Pb^{2+} катионунун сапаттык реакциялары

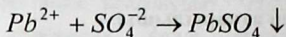
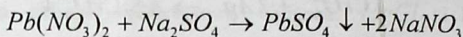
1. Калийдин, натрийдин гидроксиди коргошундун катиону менен ак чөкмөнү пайда кылат жана ал кислота жана гидроксиддердин концентрацияланган эритмесинде эрийт.



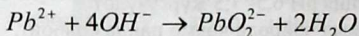
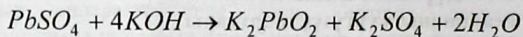
Щелочтун ашыкча санын таасир эткенде натрийдин плюмбитин пайда кылат.



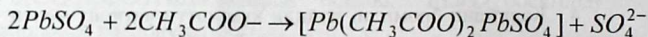
2. Күкүрт кислотасы жана анын туздары коргошундун катиону менен ак чөкмөнү пайда кылат. $PbSO_4$



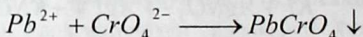
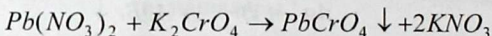
Гидроксиддердин эритмесинде ысытыканда плюмбиттерди пайда кылат.



Коргошундун сульфаты 30% аммонийдин ацетатында эрийт.

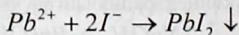
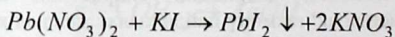


3. Калийдин хроматы жана дихроматы коргошундун катиону менен сары түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



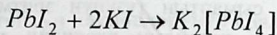
Коргошундун хроматы гидроксиддерде эрийт, уксус кислотасында эрибейт.

4. Иоддун иону коргошундун катиону менен сары чөкмөнү пайда кылат.



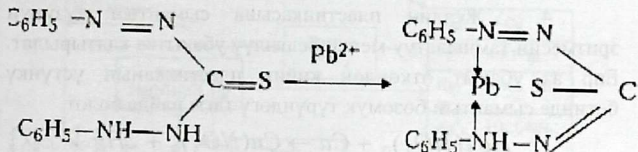
Реакцияны жүргүзүү шарттары

1. Реакцияны рН 3-5 жүргүзүлөт.
2. KI ашыкча санын кошкондо чөкмө комплекстик кошулманы пайда кылуу менен эрип кетет.



3. Бул реакцияны бардык топтордун катиондорунун катышуусунда жүргүзүүгө болот

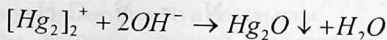
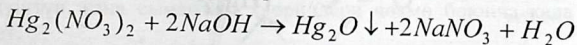
5. Дифенилдитиокарбазон (дитизон) коргошундун тузу менен кызыл кирпич өндүү эритмени пайда кылат.



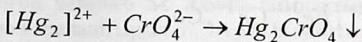
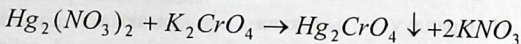
Сымаптын Hg_2^+ катионунун сапаттык реакциялары

Сымаптын туздары $-Hg - Hg -$ топтон турат жана диссоциация кезинде $[Hg_2]^{2+}$ ионун пайда кылат.

1. Гидроксиддер сымаптын катиону менен кара чөкмөнү берет

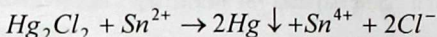
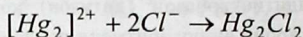


2. Калийдин хроматы сымаптын катиону менен гидроксиддерде жана суюлтулган азот кислотасында эрибеген кызыл чөкмөнү пайда кылат

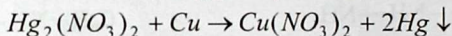


3. Сымаптын катионун металлдык абалына чейин калыбына келиши.

Бир тамчы сымаптын тузунун эритмесине 2-3 тамчы жаңы даярдалган калайдын хлоридин тамчылатканда ак чөкмө пайда болот жана сымаптын калыбына келгенине байланыштуу карарып кетет.

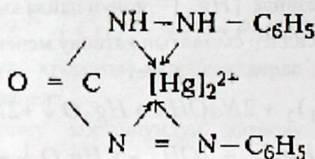


4. Жездин пластинкасына сымаптын тузунун эритмесин тамчылатуу менен белгилүү убакытка калтырылат. Бир аз убакыт өткөндөн кийин пластинканын үстүнкү бетинде сымаптын бозомук түрүндөгү тагы пайда болот.



Күчтүү кычкылдандыргычтар бул реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот.

5. Дифенилкарбазон сымаптын катиону менен көк же сыя өңдүү эритмени пайда кылат.



Реакцияны жүргүзүү шарттары.

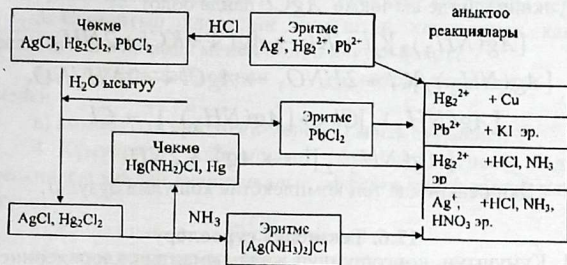
Hg^{2+} жана CrO_4^{2-} жолтоо болот.

Нейтралдуу жана кычкыл чөйрөдө
 $Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, Co^{2+}$

дифенилкарбазон менен түстүү эритмени пайда кылышат.

12.5. Экинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи

Экинчи топтун катиондорунун анализинин схемасы



Конус түрүндөгү колбага 20-30мл тамчы изилдене турган эритмени алуу менен ага 2 н туз кислотасын кошуп аралаштырат. Бир эки мүнөттөн кийин пайда болгон чөкмөнү центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Чөкмөнүн үстүндөгү суюктук колдонулбайт. Чөкмөнү 2-3 жолу ысык суу менен жууганда коргошундун катиону эритмеге өтөт. Күмүштүн жана сымаптын хлориддери чөкмө боюнча кала берет.

1. Коргошундун катионунун ачылышы

3-5 тамчы эритмеге ошондой эле сандагы калийдин иодидин кошкондо PbI_2 сары чөкмө пайда болот. Ысытканда эрип кетет. Муздатканда кайрадан алтын түстүү сары чөкмөнү пайда кылат.

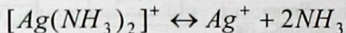
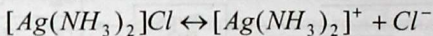
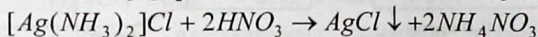
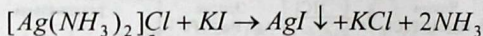
2. Сымаптын катионунун ачылышы.

Пайда болгон чөкмөгө 5-7 тамчы аммиактын эритмесин куюп аралаштырылат. Эгерде сымаптын иону болсо кара чөкмөнү пайда кылат. Күмүштүн хлориди аммиактын эритмеси менен суюк түрүндөгү комплексти

пайда кылат.

3. Күмүштүн катионунун ачылышы.

Күмүштүн комплексинин эритмесин экиге бөлүп биринчисине KI , экинчисине азот кислотасын кошушат. Эгерде күмүштүн катиону болсо биринчисинде сары чөкмө AgI , экинчисинде ак чөкмө $AgCl$ пайда болот.



Эки реакцияда тең комплекстик кошулма бузулат.

12.6. Текшерүү суроолору

1. Күмүштүн, коргошундун жана сымаптын хлоридерине аммиактын эритмесин кошкондо кандай кошулмалар пайда болот? Молекула жана ион түрүндө теңдемесин жазгыла?

2. Күмүштүн катионун калийдин хроматы менен ачыш үчүн кандай шартта жүргүзүү талап кылынат жана кайсы катиондор, аниондор жолтоо болот?

3. Күмүштүн хлоридинин диамининдеги күмүштүн катионун кантип ачууга болот. Реакциясын жазгыла?

4. Күмүштүн катионунун ачылышына азот кислотасынын кандай маанси, бар?

5. Коргошундун катионуна калийдин иодидинин ашыкча санын кошкондо

реакция кандай аналитикалык эффект менен жүрөт? Реакциясын жазгыла?

12.7. Экинчи топтун катиондору боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Экинчи топтун катиондору эмнеси менен мүнөздөлөт?

Чөкмөнү пайда кылат:

- а) азот кислотасы менен б) күкүрт кислотасы менен
в) туз кислотасы менен г) топтук реагенти жок.

2. Күмүштүн жана сымаптын хлориддерин коргошундун хлоридинен кайсы реагенттин жардамы менен бөлүп алууга болот?

- а) фосфор кислотасы менен б) ысык суу менен
в) азот кислотасы менен г) күкүрт кислотасы менен

3. Сымаптын хлоридин күмүштүн хлоридинен кайсы реагенттин жардамы менен бөлүп алууга болот?

- а) азот кислотасы менен б) натрийдин иодиди менен

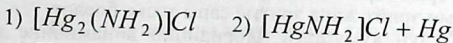
- в) аммиактын эритмеси менен г) ысык суу менен

4. Күмүштүн хлоридинин аммиак менен болгон реакциясы кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

- а) жашыл чөкмө б) сары чөкмө
в) чөкмө эрип кетет жана түссүз г) кара чөкмө

5. Сымап хлориди аммиак менен реакцияга кирип кандай кошулманы

пайда кылат:



6. Күмүштүн катиону бар эритмеге щелочту таасир эткенде кандай аналитикалык эффект байкалат?

- а) эритме сары түскө ээ болот
б) күмүштүн кара чөкмөсү пайда болот
в) сары түстөгү күмүштүн гидроксидинин чөкмөсүн берет
г) күмүштүн оксидинин кара күрөң чөкмөсү пайда болот

7. Коргошундун катиону бар эритмеге щелочтун ашыкча санын таасир эткенде эмне байкалат?

а) аналитикалык эффект байкалбайт.

б) ак чөкмө

в) көк түстөгү эритме

г) сууда эрүүчү түссүз плюмбит пайда болот

8. Коргошундун иодиддинин сары чөкмөсүнө щелочтун

ашыкча санын кошкондо кандай аналитикалык эффект пайда болот?

а) коргошундун гидроксидинин ак чөкмөсү

б) чөкмө эрийт плумбит ионун пайда кылат PbO_2^{2-}

в) чөкмө щелочто эрибейт

г) коргошундун оксидинин кара чөкмөсү пайда болот

9. Коргошундун сульфатынын чөкмөсүнө щелочтун ашыкча санын таасир эткенде кандай аналитикалык эффект пайда болот?

а) чөкмө плумбитти пайда кылуу менен эрип кетет

б) чөкмө щелочто эрибейт

в) ак түстөгү коргошундун гидроксиди пайда болот

г) күрөң түстөгү коргошундун оксиди пайда болот

10. Күмүштүн хлоридине аммиактын эритмесин таасир этүү менен пайда болгон кошулмага азот кислотасын кошушат. Реакция кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

а) чөкмө эрибейт

б) хлордуу күмүш эрийт жана кайрадан чөгөт

в) чөкмө эрип сары чөкмөнү пайда кылат

г) ак чөкмө эрийт жана эритме сары түскө боелот

11. Эмне үчүн күмүштүн хлоридинин динаминине азот кислотасын таасир эткенде ак чөкмө пайда болот?

а) сууда аз эрүүчү жаңы комплекстик кошулма пайда болот

б) комплекстик кошулма бузулат, күмүштүн хлоридинин чөкмөсү пайда болот

в) кычкылдануу калыбына келүү процесси жүрүү менен аз эрүүчү зат пайда болот.

г) пайда болгон кошулма гидролиз процессине учуроо менен аз эрүүчү затты пайда кылат.

12. Экинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи кайсы схема менен жүргүзүлүшү туура?

а) коргошун, күмүш сымап б) коргошун, сымап, күмүш

в) күмүш, сымап, коргошун г) күмүш, коргошун, сымап

13- глава. ҮЧҮНЧҮ ТОПТУН КАТИОНДОРУ

13.1. Катиондордун үчүнчү аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү

Үчүнчү топтун катиондоруна Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} кирет. Бул элементтер Д.И.Менделеевдин мезгилдик системасынын экинчи тобунун негизги негизги топчосунда жайгашкан. Кальцийден барийди карай химиялык активдүүлүгү ошондой эле туздарынын эригичтиги жана гидроксиддеринин негиздик касиети жогорулайт. SO_4^{2-} иону Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} жана Pb^{2+} менен чөкмөнү пайда кылат. Суюлтулган күкүрт кислотасы үчүнчү топтун катиондорунун топтук реагенти. Кальцийдин катионунун эригичтигинин көбөйтүндүсү $9 \cdot 10^{-6}$ барабар болгондуктан ага күкүрт кислотасын таасир эткенде толугу менен чөкпөйт. Ошондуктан кальцийдин катионун этил спиртинин чөйрөсүндө чөктүрүлөт.

13.2. Үчүнчү аналитикалык топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары

Барий жаратылышта минерал түрүндө кеңири таралган: витерит- $BaCO_3$, барит - $BaSO_4$, барий-алюминий силикаты - $BaAl_2H_2Si_5O_{15} \cdot 4H_2O$.

Барийдин кошулмаларындагы кычкылдануу даражасы +2, заряды +2, Ba^{2+} түссүз катион.

Стронцийдин жаратылыштагы минералдары: целестин- $SrSO_4$, стронцианит- $SrCO_3$, стронцийдин кычкылдануу даражасы +2, заряды +2, Sr^{2+} түссүз катион.

Кальций жаратылышта өтө кеңири таралган элементтерге кирет. Мисалы, актиташ, бор, мрамор, кальцит жана арагонит- $CaCO_3$, доломит - $CaMg(CO_3)_2$, гипс ташы-

$CaSO_4 \cdot 2H_2O$, фосфорит - $Ca_3(PO_4)_2$, апатит-
 $Ca_5(PO_4)_3(Cl, OH, F)$ жана силикаттар: анортит -
 $Ca(Al_2Si_2O_8)$ волластонит- $CaSiO_3$, мергель (актиташ
 менен топурактын аралашмасы). Кальцийдин кычкылдануу
 даражасы +2, заряды +2, Ca^{2+} түссүз катион.

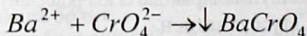
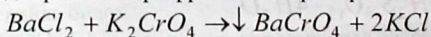
13.3. Үчүнчү аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу

Кальций сейрек металлдардын оксиддерин калыбына-
 келтирүүгө жана коргошун кошулган куймаларды алуу үчүн
 колдонулат. Барийдин сульфаты кооздоочу боек (литопонду)
 $(BaSO_4 + ZnS)$ жана ички оорулардын диагностикасына
 колдонушат. Стронцийдин, барийдин нитраттары жана башка
 туздары сигнал берүүчү ракеталарда, жарык чыгаруучу
 октордо жана снаряддарда колдонот.

13.4. Үчүнчү топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары

Барийдин Ba^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. Калийдин хроматы K_2CrO_4 барийдин катиону менен
 сары түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Чөкмө уксус
 кислотасында эрибейт. Күчтүү кислоталарда эрийт.



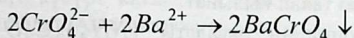
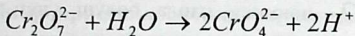
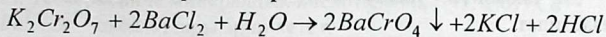
Реакциянын аткарылышы

3 тамчы барийдин тузунун эритмесине 3 тамчы калийдин
 хроматынын эритмесин жана 3 тамчы уксус кислотасын
 кошуп суу мончосунда ысытуу менен сары түстөгү
 кристаллдык чөкмө алынат. Реакцияны жүргүзүү шарттары:

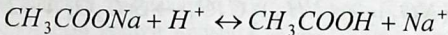
1. Тажрыйбаны нейтралдуу же начар кычкыл чөйрөдө жүргүзүлөт.
2. Чөкмөнүн пайда болушу ысытуу менен жүрөт.

3. Pb^{2+} башка иондор менен реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот.

4. Калийдин дихроматы $K_2Cr_2O_7$ барийдин катиону менен сары түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



Эритмедеги H^+ ионун нейтралдаштыруу үчүн натрийдин ацетатын кошушат.



Пайда болгон чөкмө уксус кислотасында эрибейт.

Реакциянын аткарылышы

3 тамчы барийдин тузунун эритмесине 3 тамчы калийдин дихроматынын эритмесин жана 4-5 тамчы натрийдин ацетатынын эритмесин кошуп суу мончосунда ысытуу менен сары түстөгү кристаллдык чөкмө алынат.

Реакцияны жүргүзүүнүн шарттары:

1. Барийдин ионун толугу менен чөктүрүш үчүн натрийдин ацетатын ашыкча санда алышат.

2. Стронцийдин жана кальцийдин катиону ацетат буферинин катышуусунда барийдин катионун ачылышына жолтоо болбойт.

3. Барийдин тузу жалындын түсүн саргыч жашыл түскө айлантат.

Стронцийдин Sr^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

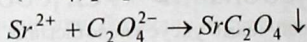
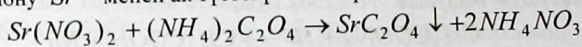
1. Гипс суусу ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$ каныкан эритмеси) стронцийдин катиону менен ак чөкмөнү пайда кылат. Реакциянын аткарылышы 4 тамчы стронцийдин тузунун эритмесине 5-6 тамчы сууну кошуп суу мончосунда ысытуу менен чөкмөнүн пайда болушун байкагыла. **Реакцияны жүргүзүү шарттары**

1. Бул реакцияны Ba^{2+} жана SO_4^{2-} иону менен начар эрүүчү чөкмөнү пайда кылуучу катиондордун эритмеде жок учурунда пайдаланууга болот.

2. Чөкмөнүн пайда болуусу ысытуу жолу менен тездетилет.

3. $SrSO_4$ чөкмөсү пайда болуш үчүн 10-15 минут убакытка кою талап кылынат.

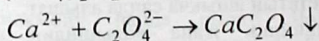
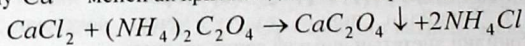
4. Аммонийдин оксалаты $(NH_4)_2C_2O_4$ стронцийдин катиону Sr^{2+} менен ак түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



3. Стронцийдин тузу түссүз жалынды кызыл түскө айлантат.

Кальцийдин Ca^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. Аммонийдин оксалаты $(NH_4)_2C_2O_4$ кальцийдин катиону Ca^{2+} менен ак кристаллдык чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы

3 тамчы кальцийдин тузунун эритмесине 1 тамчы уксус кислотасын, 1-2 тамчы аммиактын эритмесин кошуу менен ак кристаллдык чөкмө алынат.

Реакцияны жүргүзүүнүн шарттары.

1. Чөктүрүү рН 5-6, рН 7-8 кармоону талап кылат.

2. Ba^{2+} , Sr^{2+} реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот, анткени аммонийдин оксалаты менен ак кристаллдык чөкмөнү пайда кылышат.

Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} катиондорунун оксалаттарынын эригичтиги ар кандай.

$$\text{ЭК}_{\text{CaC}_2\text{O}_4} = 2,57 \cdot 10^{-9} . \text{ЭК}_{\text{BaC}_2\text{O}_4} = 1,6 \cdot 10^{-7} .$$

$$\text{ЭК}_{\text{SrC}_2\text{O}_4} = 5,6 \cdot 10^{-8} .$$

Демек, кальцийдин оксалатынын суудагы эригичтиги өтө аз. Тескерисинче минералдык кислоталарда (туз, азот) Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} оксалаттары эрип кетет.

Микрокристаллоскопиялык реакция

Ca^{2+} катиону күкүрт кислотасы менен ак кристаллдык чөкмөнү пайда кылат. Аны микроскоп менен карайт.

Реакциянын аткарылышы.

Кальцийдин тузунун эритмесинин бир тамчысын предметтик айнекке тамчылатып ага бир тамчы 2 нормалдуу күкүрт кислотасын кошуп жалынга ысытуу менен чөкмөнүн пайда болушу байкалат.

Тамчынын тегерегинде жылдызчага окшош болгон ийне сыяктуу кристаллдар пайда болот.

Эгерде эритмеде Ba^{2+} , Sr^{2+} катиондору болсо, пробиркага 3-4 тамчы изилдене турган эритмеге 4 тамчы 2 нормалдуу күкүрт кислотасын кошуп 5-6 минут суу мончосуна ысытуу менен Ba^{2+} , Sr^{2+} чөкмөгө айланат, Ca^{2+} эритмеде кала берет. Чөкмөнү центрифуганын жардамы менен бөлүп алат. Калган эритмеден бир тамчыны предметтик айнекке тамчылатып чөкмө пайда болгончо буулантат жана пайда болгон кристаллды микроскоп менен карайт.

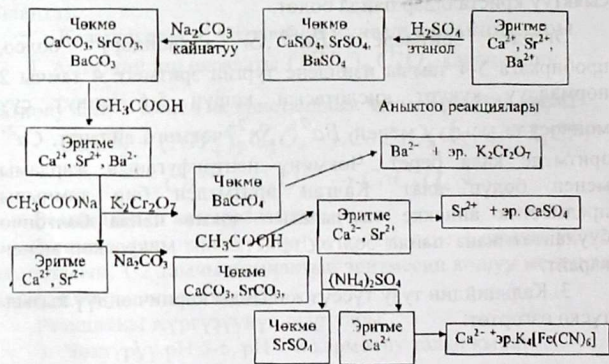
3. Кальцийдин тузу түссүз жалынды кирпич өңдүү кызыл түскө өзгөртөт.

13.5. Үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи

Барийдин катионун табуу.

Конус түрүндөгү пробиркага 3 тамчы изилдене турган эритмени алып ага 3-4 тамчы натрийдин ацетатын жана 3 тамчы калийдин дихроматын кошуу менен чөкмө пайда болсо Ba^{2+} катионунун бар экендигин көрсөтөт. Барийдин катионунун бөлүп алыш үчүн пробиркага изилдене турган эритмеден 5-6 тамчы алып ага 5-6 тамчы уксус кислотасын жана 5-6 тамчы каллийдин дихроматынын эритмесин кошуп айнек таякчасы менен аралаштырат. Эки үч мүнөттөн кийин пайда болгон чөкмөнү центрифуганын же фильтирлөө жолу менен бөлүп алышат.

Үчүнчү топтун катиондорунун анализинин схемасы



Стронцийдин катионун табуу

Барийдин катионун бөлүп алгандан кийин фильтраттан 2-3 тамчы пробиркага алып ага 2-3 тамчы гипс суусун кошуп суу мончосунда 70°C чейин ысытат жана 15-20 мүнөт убакытка коюлат. Чөкмөнүн пайда болушу изилдене турган эритмеде Sr^{2+} катионун бар экендиги аныкталат.

Кальцийдин катионун табуу

Стронцийдин катионун бөлүп алгандан кийин фильтраттан 4-5 тамчыны алып ага ошондой эле сандагы натрийдин карбонатын кошуп айнек таякчасы менен аралаштырышат. Пайда болгон кальцийдин жана стронцийдин карбонаттарынын чөкмөсүн бөлүп алышат жана дистирленген суу менен жуушат. Чөкмөнү уксус кислотасына эритүү менен аммонийдин сульфатынын $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ эритмесин кошушат. Стронцийдин катиону Sr^{2+} сульфат түрүндө SrSO_4 чөгөт, кальцийдин катиону Ca^{2+} эритмеде кала берет. Чөкмөнү бөлүп алышат, фильтратты экиге бөлүшөт. Биринчисине аммонийдин оксалатын $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ кошушат, экинчисине спирт же ацетонду кошот. Чөкмөнүн пайда болуусу кальцийдин катионунун Ca^{2+} бар экендигин көрсөтөт.

13.6. Текшерүү суроолору

1. Эмне үчүн барийдин катионун табуу реакциясы калийдин дихроматы менен $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ натрийдин ацетатынын чөйрөсүндө жүргүзүлөт?
2. Эмне үчүн барийдин катионун Ba^{2+} стронцийдин Sr^{2+} , кальцийдин Ca^{2+} катиондорунан бөлүп алыш үчүн калийдин дихроматын ацетат буферинин чөйрөсүндө таасир этет?

3. Кальцийдин, барийдин, стронцийдин оксалаттарынын уксус кислотасындагы ар кандай эригичтиги эмнеге негизделген?

4. Үчүнчү топтун катиондорунун сульфаттарын карбонатка айландыруунун максаты эмнеде?

13.7. Үчүнчү топтун катиондору боюнча тестирилөөнүн суроолору

1. Кайсы катиондун тузу жалындын түсүн кирпич өңдүү кызыл түскө айлантат.

а) Калий б) барий в) стронций г) кальций

2. Кайсы реакция кальцийдин катионунун ачылышына спецификалык боло алат?

а) аммонийдин оксалаты б) күкүрт кислотасы менен микрокристаллоскопиялык реакцияны жүргүзөт

в) аммонийдин карбонаты г) аммонийдин сульфаты

3. Экинчи топтун кайсы катиону күкүрт кислотасы менен ийне сыяктуу кристаллды пайда кылат (микроскопттон караганда)

а) кальций б) барий в) стронций

4. Стронцийдин катионун табуу үчүн пайдаланылган мүнөздүү реакциясы кайсы?

а) аммонийдин оксалаты б) гипс суусу

в) күкүрт кислотасы г) калийдин

дихроматы

5. Барийдин катионун кальцийдин жана стронцийдин иондорунун катышуусунда кантип ачууга болот?

а) аммонийдин оксалаты менен нейтралдуу чөйрөдө

б) аммонийдин сульфаты менен щелочтуу чөйрөдө

в) калийдин дихроматы менен уксус кислотасынын чөйрөсүндө

г) калийдин дихроматы менен нейтралдуу чөйрөдө

6. Кайсы реагенттин жардамы менен стронцийдин жана кальцийдин катиондорун бири биринен ажыратып бөлүп

алууга болот?

- а) күкүрт кислотасы
- б) аммонийдин карбонаты
- в) аммонийдин сульфаты
- г) калийдин дихроматы уксус кислотасынын чөйрөсүндө

7. Стронцийдин катионун кайсы реагенттин жардамы менен табууга болот?

а) аммонийдин оксалаты уксус кислотасынын чөйрөсүндө

- б) гипс суусу
- в) аммонийдин карбонаты
- г) калийдин дихроматы уксус кислотасынын чөйрөсүндө

8. Кальцийдин катионун кайсы реагенттин жардамы менен аныктоого болот?

- а) гипс суусу
- б) аммонийдин сульфаты
- в) күкүрт кислотасы (ацетондун чөйрөсүндө)
- г) аммонийдин карбонаты

9. Кальцийдин катионунун күкүрт кислотасы менен ачылыш реакциясынын сезгичтигин кантип жогорулатууга болот

- а) эритмени буулантуу менен
- б) реакцияны ацетондун чөйрөсүндө жүргүзүү менен
- в) реакцияны этил спиртинин катышуусунда жүргүзүү менен

г) бардык шарттар туура келет.

10. Кальцийдин катионунун күкүрт кислотасы менен ацетондун катышуусунда чөгүшү кандайча түшүндүрүлөт?

а) ацетон сульфат ион менен начар эрүүчү затты пайда кылат? б) ацетон кальцийдин иону менен аракеттенишет в) кальцийдин сульфатынын эригичтиги ацетондо азаят жана чөгөт

11. Үчүнчү топтун катиондорунун систематикалык анализи кайсы схема боюнча жүрөт?

- а) барий, стронций, кальций
- б) барий, кальций, стронций
- в) кальций стронций, барий
- г) кальций, барий, стронций.

13.8. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи

Үч топтун катиондорунун аралашмасынын анализи чөкмөлүү жана чөкмөсү жок эритмеден изилденет.

Чөкмөсү жок эритменин анализи

Изилденүүчү эритмеден 3-4 тамчыны пробиркага алып ага ошондой эле сандагы натрийдин гидроксидинин эритмесин кошуп ысытуу менен аммонийдин ионун NH_4^+ ачат. Пробиркага 1,5-2мл изилденүүчү эритмени алып ага 3-4 тамчы концентрацияланган туз кислотасын кошуп айнек таякчасы менен аралаштырышат. Пайда болгон чөкмөнү центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Чөкмөнү 2 нормалдуу туз кислотасы менен кычкылдандырылган 15-20 мл суу менен жууйт. (коргошундун хлоридинин $PbCl_2$ эригичтигин азайтыш үчүн)

Чөкмө (I) $AgCl, PbCl_2, Hg_2Cl_2$ экинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализин карагыла.

Фильтрат (I) биринчи жана үчүнчү топтун катиондорунан ошондой эле аз сандагы коргошундун Pb^{2+} ионунан турат. Бул эритмеге 12-15 тамчы аммонийдин сульфатынын $(NH_4)_2SO_4$ эритмесин кошуп 5-6 мүнөт суу мончосуна ысытат жана 15 мүнөткө кою менен центрифуганын жардамы менен чөкмөнү бөлүп алышат. Коргошундун сульфатын эритмеден четтетиш үчүн чөкмөгө (II) 30 проценттүү аммонийдин ацетатын кошуп ысытат. Чөкмө (III) $BaSO_4, SrSO_4$ жана $CaSO_4$ эки жолу дистирленген суу менен жуушат. Чөкмөнү фарфор табагына салып ага 3-4 тамчы 10 н калийдин карбонатын кошуп асбест сеткасына коюп жалынга ысытат. Чөкмө муздатылгандан кийин 2 мл сууну кошуп аралаштырышат, бир аз убакыттан кийин чөкмөнүн үстүндөгү сууну төгүп таштайт. Кайрадан 3

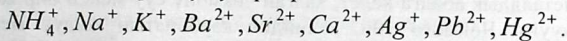
мл K_2CO_3 кошуп 5 мүнөт ысытат жана чөкмөнү бөлүп алышат. Чөкмөнү эки жолу жылуу суу менен жуушат. (SO_4^{2-} ионун четтетиш үчүн).

Чөкмөгө 10-12 тамчы уксус кислотасын, 6-8 тамчы дистирленген сууну кошуу менен эритет. Ba^{2+} , Se^{2+} , Ca^{2+} катиондорун ачуу үчүн үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализин карагыла.

Фильтрат Ca^{2+} , K^+ , Ka^+ , NH_4^+ катиондору болушу мүмкүн. Аларды мүнөздүү реакциялары боюнча тапкыла.

Чөкмөлүү эритменин анализи

Изилденүүчү эритмеден аммонийдин катионун NH_4^+ щелочту кошуп ысытуу менен ачат. Изилденүүчү аралашмада төмөнкү катиондор болушу мүмкүн.



Пробиркага 1,5-2мл изилденүүчү эритмени алып ага 3-4 тамчы туз кислотасын кошушат ($d=1,192\text{г/см}^3$). Чөкмөнү центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Коргошундун хлоридинин эригичтигин азайтыш үчүн туз кислотасы менен кычкылдандырылган суу менен чөкмөнү бир жолу жуушат. Чөкмөдө (I) төмөнкү туздар болушу мүмкүн- $AgCl, PbCl_2, Hg_2Cl_2, PbSO_4, BaSO_4, SrSO_4, CaSO_4$.

Фильтратта төмөнкү катиондор болушу мүмкүн- $Sr^{2+}, Ca^{2+}, K^+, Na^+, NH_4^+$. Бул катиондорду анализдөө үчүн чөкмөсү жок эритменин анализин карагыла. Чөкмөнү (I) ысык суу менен 3-4 жолу жуушат жана фильтраттан коргошундун катионун Pb^{2+} мүнөздүү реакциялары менен аныктайт. Чөкмөгө (II) 10-12 тамчы 25% түү аммонийдин гидроксидин кошуп аралаштырышат.

Чөкмөдөгү күмүш хлориди жана сымап хлориди Hg_2Cl_2 эрип комплекстүү кошулмаларды пайда кылышат.

$[Ag(NH_3)_2]Cl, [Hg_2NH_2]Cl$ - туруксуз болгондуктан кара чөкмөнү (III) пайда кылуу менен ажырап кетет. $[HgNH_2]Cl + Hg \downarrow$. Чөкмөнү бөлүп алышат. Фильтраттан $[Ag(NH_3)_2]Cl$ күмүштүн катионун Ag^+ ачат. Чөкмө (III) составында төмөнкү туздар болушу мүмкүн $[HgNH_2]Cl + Hg, PbSO_4, SrSO_4, BaSO_4$. аны жуушат жана ага 15-16 тамчы 30%түү аммонийдин ацетатын кошуп айнек таякчасы менен аралаштырып суу мончосунда 3-4 мүнөт ысытканда коргошундун сульфаты жана меркураммоний хлориди эрип кетет. Чөкмөнү бөлүп алышат. Фильтраттан коргошундун катионун калийдин хроматы K_2CrO_4 же KI менен ачат. Сымаптын катиону $[Hg_2]^{2+}$ металлдык абалга келет, калган чөкмөнү суу менен бир жолу жууйт. Чөкмөгө 10н. калийдин карбонатын кошуу менен кайнатат. Чөкмө муздатылгандан кийин 2-3 мл убакыт өткөндөн кийин чөкмөнүн үстүндөгү сууну төгүп таштайт (бул тажрыйбаны 2-3 жолу кайталоо керек). Чөкмөнү бөлүп алуу менен аны эки жолу жылуу суу менен жуушат (SO_4^{2-} ионун четтетиш үчүн). Чөкмөгө 10-12 тамчы уксус кислотасын, 6-8 тамчы дисстирленген сууну кошуу менен эритет.

$Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$, катиондорун ачуу үчүн үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализин карагыла.

13.9. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Оксалат, сульфат, хромат жана хлориди бар туздардын эритмелеринен түзүлгөн аралашмада 1-2-3 топтун катиондорунун кайсылары чөкмөдө болушу мүмкүн?

- а) натрий, калий, аммоний б) коргошун, күмүш, сымап
в) барий, стронций, калий г) 2-3 группанын катиондору

2. Изилденүүчү эритмеде кайсы катиондор болушу мүмкүн эгерде ал туз кислотасы, күкүрт кислотасы, щелоч менен чөкмөнү пайда кылбаса?

- а) эритмеде 1 топтун катиондору жок
- б) эритмеде биринчи топтун катиондору бар
- в) эритмеде үчүнчү топтун катиондору бар
- г) эритмеде экинчи топтун катиондору бар.

3. Күмүш менен барийдин катиондорун кайсы реагенттин жардамы менен ажыратууга болот?

- а) натрийдин сульфаты б) натрийдин нитраты
- в) натрийдин нитрити г) натрийдин оксалаты

4. Эмне үчүн 1-2-3 топтун катиондорунун аралашмасын изилдегенде эң биринчи аммонийдин катионун NH_4^+ аныктайт?

- а) аммонийдин катиону учма затты пайда кылат
- б) аммонийдин катиону биринчи топтун катиондорун ачууга жолтоо болот
- в) аммонийдин катиону экинчи топтун катиондорун ачууга жолтоо болот
- г) аммонийдин катиону үчүнчү топтун катиондору менен комплекстик кошулманы пайда кылат

5. Үчүнчү топтун катиондорунун сульфатын кайсы реагенттин жардамы менен карбонатка айландырат?

- а) аммонийдин карбонаты б) кальцийдин карбонаты
- в) калийдин карбонаты г) калайдын карбонаты

6. Үчүнчү топтун катиондорунун сульфатын кандай максатта карбонатка айландырат?

- а) аммиакта эритүү үчүн б) щелочто эритүү үчүн
- в) сууда эритүү үчүн г) уксус кислотасында эритүү үчүн

7. Кайсы тузду ($BaSO_4, PbSO_4, CaSO_4, SrSO_4$)

щелочтун жардамы менен эритип бөлүп алууга болот?

- а) барийдин, стронцийдин жана кальцийдин сульфаттарын
- б) стронцийдин, кальцийдин сульфаттарын

в) коргошундун сульфатын

г) барийдин сульфатын

8. Кайсы реагенттин жардамы менен биринчи топтун катиондорун

үчүнчү топтун катиондорунан ажыратууга болот?

а) туз кислотасы б) көмүр кислотасы

в) күкүрт кислотасы г) кремний кислотасы

9. Экинчи топтун катиондорун биринчи жана үчүнчү топтун катиондорунан кайсы реагенттин жардамы менен ажыратууга болот?

а) күкүрт кислотасы б) аммонийдин сульфаты

в) туз кислотасы г) фосфор кислотасы

10. Биринчи жана үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи кайсы схема боюнча жүргүзүүгө болот?

а) аммоний, барий,
стронций, кальций

б) барий, стронций,
аммоний, кальций

в) кальций, барий,
стронций, аммоний

г) стронций, аммоний,
барий, кальций

14-глава. ТӨРТҮНЧҮ ТОПТУН КАТИОНДОРУ

14.1. Төртүнчү топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү

Төртүнчү топко $Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, As^{3+}, As^{5+}, Sn^{2+}, Sn^{4+}$ катиондору кирет. Төртүнчү топтун бардык катиондору щелочтор менен сууда эрибеген гидроксиддерди пайда кылат. Щелочтун ашыкча санын кошкондо хромит, цинкат, алюминат, станнит, станнат, арсенит жана арсенаттарды пайда кылуу менен эрип кетет. Мындай өзгөчөлүк 4-группанын катиондорун башка топтун катиондорунан ажыратып алууга мүмкүнчүлүк түзөт.

Ошондуктан төртүнчү топтун катиондорунун топтук реагенти катарында натрийдин гидроксиди колдонулат. Жогоруда көрсөтүлгөн катиондордун гидроксиддери минералдык кислоталарда (HCl, H_2SO_4, HNO_3) жана щелочтордо жакшы эрийт. Ошондой эле туздары (сульфаты, нитраты, хлориддери) сууда жакшы эрийт. Төртүнчү топтун катиондорунун туздары дээрлик бардыгы гидролиз процессине учурайт. Алардын ичинен калайдын жана мышьяктын туздары толугу менен гидролизге учурайт жана алардын катиондору кычкыл чөйрөдө пайда болушат. Цинктин жана хромдун гидроксиддери эритмеде бирге болгон учурда хромдун цинкатын пайда кылуу менен эрибейт $Cr_2(ZnO_2)_3$.

14.2. Төртүнчү топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары

Алюминий жаратылышта көпчүлүк силикаттардын курамында кездешет. Мисалы: альбит- $Na(AlSi_3O_8)$, анортит - $Ca(Al_2Si_2O_8)$, ортоклаз - $K(AlSi_3O_8)$, каолинит - $Al_4(Si_4O_{10}) \cdot (OH)_8$, тальк - $(Ca_2Na) \cdot (MgF^{2+})_4 \cdot (SiAl_4O_{11})_{12}$, корунд- Al_2O_3 составында аз санда болгон хром алюминий оксидин кызыл түскө айлантат жана ал кызыл рубин деп

аталат. Титандын жана темирдин оксидинин кошундусу алюминийдин оксидин көк түскө айлантат жана ал көк түстөгү сапфирди пайда кылат. Алюминийдин кычкылдануу даражасы кошулмаларында +3, заряды +3. Al^{3+} түссүз катион.

Хром жаратылышта хромит- Cr_2O_3FeO , крокоит- $PbCrO_4$ түрүндө кездешет. Ошондой эле көп силикаттардын курамында кездешет. Мисалы: мусковит, биотит, авгитах. Хром кычкылтек менен CrO, Cr_2O_3, CrO_3 кошулмаларын пайда кылат. Хромдун кычкылдануу даражасы кошулмаларында +2, +3, +6 га барабар. Хромдун катиону жашыл түстө.

Цинк активдүү металл болгондуктан жаратылышта кошулма түрүндө кездешет. Цинк сульфид түрүндө ZnS , коргошун цинк, жез - цинк кендеринин курамдык бөлүгүн ээлейт. Цинктин иш жүзүндө кызыкчылыкка ээ болгон жаратылыш минералдары сфалерит- ZnS , смитсонит (цинктин шпаты) - $ZnCO_3$ цинктин кычкылдануу даражасы кошулмаларында +2, заряды +2. Zn^{2+} түссүз катион.

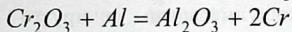
Калай адам баласына байыркы замандан бери белгилүү болгон металлдарга кирет жана ал эркин түрүндө үч аллотропиялык формада кездешет (α, β, γ). Калай жаратылышта касситерит (калай таш) минералынын курамында кездешет жана калайды өндүрүүнүн негизги булагы болуп эсептелет. Калайдын кычкылдануу даражасы кошулмаларында +2, +4 заряды +2, +4. Sn^{2+}, Sn^{4+} түссүз катиондор.

Мышьяк жаратылышта үч аллотропиялык форманы пайда кылат (боз, кара, сары). Ошондой эле мышьяк жер кыртышында сульфид түрүндө кездешет: арсенопирит- $FeAsS$, аурипигмент- As_2S_3 , реальгар- AsS . Мышьяктын

кычкылдануу даражасы кошулмаларында As^{3+} , As^{5+} .
Заряды +3, +5. As^{3+} , As^{5+} түссүз катиондор.

14.3. Төртүнчү аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу

Алюминийдин негизинде механикалык касиети жакшыртылган (бекемдиги, катуулугу) жеңил куймаларды алышат. Аба жана автоөнөр жайында кеңири колдонулуучу куйма дуралюмин деп аталат. Курамы, %: Al-94, Si-4, Mg, Mn, Fe, Si - ар бири 0,5. Бекемдиги боюнча болоттон кем калбайт жана андан үч эсе жеңил. Алюминийден химиялык аппаратураны, электр зымдарын, конденсаторлорду жана күзгүлөрдү даярдайт. Хром жана марганец кычкылдарынан алюминийдин жардамы менен калыбына келтирилет.



Жалынга туруктуу кирпичтин массасынын 45% алюминийдин кычкылынан турат. Алюминий хлориди нефтини кайра иштетүүдө ошондой эле органикалык синтезде катализатор катары колдонулат. Алюминийдин сульфаты сууну тазалоодо, алюминийдин ачык ташы (квасцы) терини иштетүү жана кездемелерди боего даярдоодо колдонулат. Хром негизинен металлургия өнөр жайында керектелинет. 1-2% хрому бар болот өтө бекемдиги жана катуулугу менен айырмаланат. Дат баспаган болоттун курамында 12% хром бар. Автоунаа тетиктерин, медициналык инструменттерди коррозиядан сактоо үчүн хром менен каптайт. Хром менен никелдин кошундусунан алынган куйма нихром деп аталат жана ал ысытуучу приборлорду даярдоодо колдонулат. Коргошундун хроматы $PbCrO_4$ боекту даярдоодо, хромат, бихроматтар химия өнөр жайында кычкылдандыргыч катары колдонулат. Хромдун ачык ташы (квасцы)- $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ терини иштетүүдө жана

кездемелерди боего даярдоодо колдонулат.

Цинк негизинен металлдарды каптоого колдонулуучу куймалардын негизги бөлүгүн ээлейт. Мисалы, 60% Сг жана 40% Zn -латунь, 65% Cu 15% Ni жана 20% Zn - нейзильбер деп аталат. Цинктин оксиди, хлориди жана сульфиди минералдык боекторду даярдоодо колдонулат.

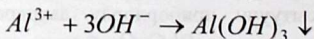
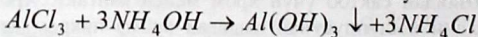
Калай абага жана сууга карата туруктуу болгондуктан болоттун бетин калай менен каптайт. Ошондой эле айрым куймалардын (коло, баббиттин) составдык бөлүгүн ээлейт. Калай коргошун менен бирдикте данакерлөө үчүн колдонулат.

Түстүү металлдардын куймалары коррозияга туруктуу болуш үчүн ага аз сандагы мышьякты кошушат. Тирүү организмдерге эң аз сандагы мышьяк кислотасын жана анын туздарын таасир эткенде аппетитти ачат жана азоттун, фосфордун кошулмаларын сиңирүүгө жардам берип, организмдин жалпы абалы өзгөчө нерв системасы чыңдалат. Айрым дарылар мышьяктын кошулмаларынын негизинде даярдалат (новарсенол, сальварсан). Мышьяк кислотасынын туздары өсүмдүктөрдүн ооруларына (фунгициддер), отоо чөптөргө (гербициддер) жана айыл чарба өсүмдүктөрүнүн зыянкечтерине каршы күрөшүүдө колдонулат.

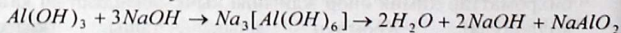
14.4. Төртүнчү топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.

Алюминийдин Al^{3+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. Аммиактын эритмеси алюминийдин катионун чөктүрөт.

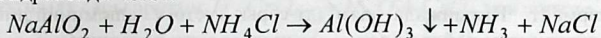


$Al(OH)_3$ амфотердик касиетке ээ мисалы.

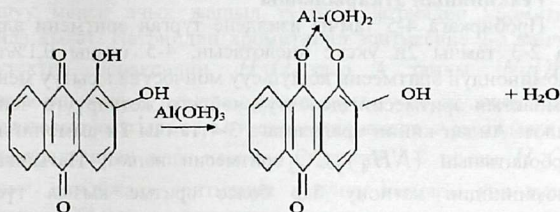


Эгерде натрийдин алюминатына NH_4Cl кошуп

ысытканда гидролиз процесси жүрүү менен алюминийдин гидроксиди чөгөт.



2. Ализарин алюминийдин гидроксиди менен аммиактын чөйрөсүндө ачык кызыл түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы

Фильтр кагазына 1-2 тамчы алюминийдин хлоридинин $AlCl_3$ эритмесин тамчылатуу менен 1-2 мүнөт концентрацияланган аммиактын эритмесинин буусунда кармайт. Пайда болгон нымдуу тактын үстүнө 1 тамчы спиртте эритилген ализариндин эритмесин тамчылатуу менен кайрадан аммиактын буусуна кармайт. Натыйжада ачык кызыл түстөгү алюминийдин ализаринаты пайда болот. Алюминийдин катионунун ачылышына Cr^{3+} , Zn^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+} катиондору жолтоо болушат. Мындай учурда фильтр кагазына 1 тамчы $K_4[Fe(CN)_6]$ эритмесин тамчылатуу менен ага 1 тамчы алюминийдин катиону бар изилденүүчү эритмени тамчылатат.

Натыйжада Zn^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{3+} жана Cr^{3+} менен пайда болгон түстүү жана тегереги түссүз болгон так пайда болот.

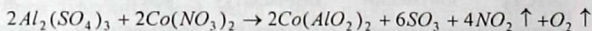
Фильтр кагазы аммиактын буусуна кармалат. Ализариндин эритмесин тамчылатуу менен кайрадан аммиактын буусуна кармайт. Натыйжада кызгылт-сары түстөгү алюминийдин ализаринаты пайда болот.

3. Аллюминон (аурин три карбон кислотасынын аммоний тузу). Аллюминийдин катиону менен кызыл түстөгү ички комплекстик туздун эритмесин пайда кылат.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы изилдене турган эритмени алып ага 2-3 тамчы 2н уксус кислотасын, 4-5 тамчы 0,1%түү аллюминондун эритмесин кошуп суу мончосуна ысытуу менен аммиактын эритмесин шелочтуу чөйрөгө жеткирүүгө чейин кошот. Андан кийин аралашмага 3-4 тамчы 2н аммонийдин карбонатынын $(NH_4)_2CO_3$ эритмесин кошот. Натыйжада аллюминийдин катиону бар болсо эритме кызыл түскө айланат.

4. Кобальттын нитраты $Co(NO_3)_2$ аллюминийдин катиону менен көк түстөгү кобальттын аллюминатын $Co(AlO_2)_2$ пайда кылат.



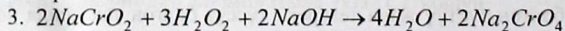
Реакциянын аткарылышы.

Фильтр кагазын алып аны изилдене турган эритме жана суюлтулган азот кислотасы менен нымдоо менен газ күйгүзгүчүнүн жалынына кармагандан кийин 0,05н кобальттын нитратынын эритмеси менен нымдалат жана күйгүзүлөт. Кагаздын күлү көк түскө айланат.

Хромдун Cr^{3+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. $CrCl_3 + 3NaOH \rightarrow Cr(OH)_3 \downarrow + 3NaCl$ бозомук жашыл чөкмө

2. $Cr(OH)_3 + NaOH \rightarrow 2H_2O + NaCrO_2$ ачык жашыл эритме



сары эритме

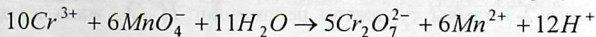
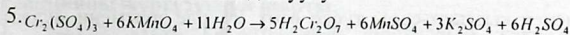


кызгылт сары эритме $H_2CrO_6 \rightarrow H_2O + CrO_5$ көк эритме

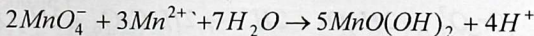
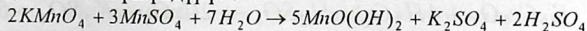
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3 тамчы хромдун хлоридин алып ага 1-2 тамчы 2н $NaOH$ эритмесин кошуу менен $Cr(OH)_3$ чөкмөсү пайда болот, чөкмөгө 5-6 тамчы $NaOH$ эритмесин кошуу менен ачык жашыл түстөгү натрийдин хромитин пайда кылат. Натрийдин хромитинин эритмесине 2-3 тамчы суутектин пероксидин H_2O_2 жана 4 тамчы $NaOH$ эритмесин кошуп ысытат эритме сары түскө айланат. Азот кислотасын кызгылт сары түскө чейин кошот. Аралашмага 4-5 тамчы эфирди жана изоамил спирттин, 2-3 тамчы H_2O_2 кошот натыйжада эритменин үстүнкү катмары көк түскө айланат. Хромдун катионунун ушул ачылыш реакциясын бардык аналитикалык группалардын катиондорунун катышуусунда аныктоого болот.

Хромдун катионунун Cr^{3+} кычкыл чөйрөдө калийдин перманганаты менен кычкылд ануусу.



Марганцовканын түсү жоголуп күрөң түстөгү чөкмө пайда болушу мүмкүн $MnO(OH)_2$. Бул кубулуш төмөнкү реакция менен түшүндүрүлөт.

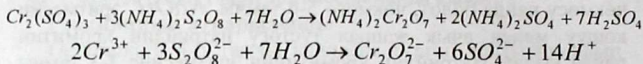


Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы хромдун сульфатын $Cr_2(SO_4)_3$, 3-тамчы күкүрт кислотасын H_2SO_4 жана 10 тамчы 0,1н

КМпО₄ эритмелерин алып аралашманы суу мончосунда ысытуу менен эритме малина өңдүү түстөн саргыч кирүүгө өтөт.

4. Хромдун катионунун Cr^{3+} кычкыл чөйрөдө аммонийдин персульфаты $(NH_4)_2S_2O_8$ менен кычкылдануусу.

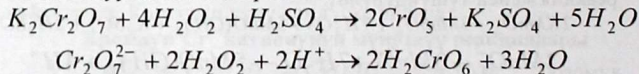


Реакциянын жүргүзүү шарты

1. Реакцияны кычкыл чөйрөдө жүргүзөт рН 1-2
2. Реакцияны тездетиш үчүн ысытат
3. Калыбына келтиргичтердин иону реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот.

Реакциянын аткарылышы

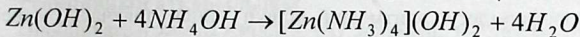
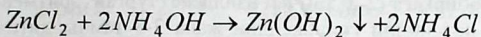
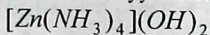
Пробиркага 5-6 тамчы аммонийдин персульфатын $(NH_4)_2S_2O_8$, 1 тамчы 2н H_2SO_4 , 1 тамчы $AgNO_3$ (катализатор), 2-3 тамчы $Cr_2(SO_4)_3$ же $Cr(NO_3)_3$ алып суу мончосуна ысытат. Эритме $Cr_2O_7^{2-}$ анионун пайда кылуу менен кызгылт-сары түскө өтөт. Эгерде эритмени муздатып, ага 2-3 тамчы суутектин пероксидин H_2O_2 жана изоамил спирти менен эфирдин кошундусун кошуп чайкаса эритменин үстүнкү катмары хромдун пероксидин CrO_5 пайда кылуу менен көк түскө өтөт.



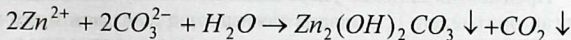
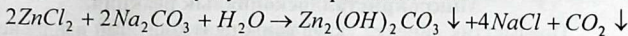
Цинктин Zn^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. Аммиактын эритмеси цинктин катиону менен ак түстөгү $Zn(OH)_2$ чөкмөнү пайда кылат. Реагенттин ашыкча

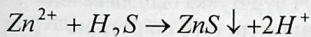
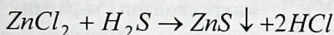
санын кошуу менен комплекстик кошулма алынат



2. Щелочтуу металлдардын жана аммонийдин карбонаты ак түстөгү негизги туздун чөкмөсүн пайда кылат.



3. Күкүрттүү суутек H_2S цинктин катиону менен ZnS пайда кылуу менен ак чөкмө алынат



Реакциянын аткарылышы:

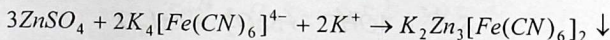
Пробиркага 3-4 тамчы цинктин хлориди, 2-3 тамчы натрийдин ацетатын CH_3COONa 5-7 тамчы күкүрттүү суутектин эритмесин алып чөкмөнүн пайда болушун байкагыла.

Реакцияны жүргүзүүнүн шарты.

1. Реакция укусус кислотасынын чөйрөсүндө жакшы жүрөт

2. Кычкылдандыргычтар реакциянын жүрүшүнө жолтоо болушат.

3. Калийдин гексацианоферраты (II) $K_4[Fe(CN)_6]$ цинктин катиону менен кош тузду пайда кылуу менен ак чөкмө алынат.



5. Дифенилтиокарбазон (дитизон) хлороформ же төртхлордуу көмүртектен цинктин катиону менен кызыл түстөгү ички комплекстүү тузду пайда кылат. Бул реакциянын жардамы менен цинктин катионун башка

катиондордун катышуусунда аныктоого болот.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2-3 тамчы изилдене турган эритмени, 5-6 тамчы натрийдин гидроксидин жана 2-3 тамчы дитизондун хлороформдогу эритмесин кошуп айнек таякчасы менен эриткич учуп кеткенче аралаштырышат. Эритменин кызыл түскө өтүшү цинктин катионунун бар экендигин аныктайт.

Микрокристаллоскопиялык реакция.

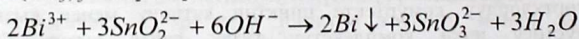
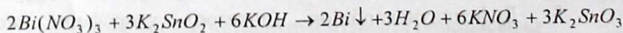
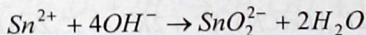
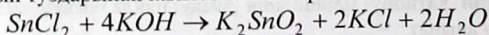
Предметтик айнекке уксус кислотасы кошулган изилдене турган эритмеден 1 тамчыны тамчылатып жана ага 1 тамчы аммонийдин тетрароданомеркуратын $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$ кошуу менен пайда болгон цинктин меркуроатын $Zn[Hg(SCN)_4]$ микроскоптон карагыла. Пайда болгон кристаллдар үч бурчтукка окшош келет.

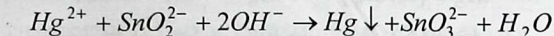
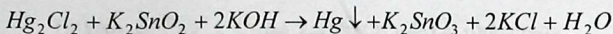
Реакцияны жүргүзүү шарттары

1. Изилдене турган эритмеге уксус кислотасын кошуу талап кылынат
2. Эритменин концентрациясы реакцияны жүргүзүү үчүн жетишерлик деңгээлде болуу керек.
3. Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} цинктин катионунун ачылышына жолтоо болушат.
4. Co^{2+} катышуусунда чөкмө көк түскө өтөт.

Калайдын Sn^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Калайдын катиону менен Sn^{2+} висмутту жана сымапты алардын туздарынан калыбына келтирет.





Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4 тамчы изилденүүчү эритмени, 6-7 тамчы 2н NaOH эритмесин, 1-2 тамчы висмуттун нитратын кошу менен кара чөкмө алынат. Мындай аналитикалык эффект калайдын Sn^{2+} катионун аныктайт.

Реакцияны жүргүзүүнүн шарты

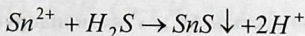
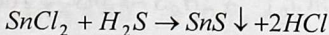
1. Изилденүүчү эритмеге KOH эритмесин K_2SnO_2 пайда болгонго чейин кошушат.

2. Эгерде изилденүүчү эритмеде сурьманын катиону Sb^{3+} бар болсо калайдын катионун Sn^{2+} ачылышы анилиндин катышуусунда жүргүзүлөт.

Реакциянын аткарылышы

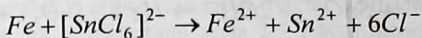
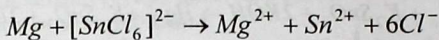
Фильтр кагазына бир тамчы висмуттун нитратынын эритмесин тамчылатат, кургатат. Андан кийин ошол эле тамчыга бир тамчы изилденүүчү эритмени жана анилинди тамчылатат. Бир аз убакыттан кийин кагазда кара так пайда болот. Калайдын катионунун Sn^{2+} анилиндин чөйрөсүндө ачылыш реакциясын бардык аналитикалык группалардын катиондорунун катышуусунда аныктаса болот.

2. Күкүрттүү суутектин суусу кычкыл чөйрөдө калайдын Sn^{2+} катиону менен кара күрөң түстөгү чөкмөнү пайда кылат.

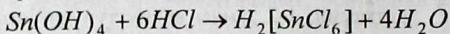


Калайдын Sn^{4+} катионунун мүнөздүү реакциялары

1. Металл түрүндөгү магний же темир $\text{Sn}^{4+} \rightarrow \text{Sn}^{2+}$ чейин калыбына келтирет.



$[SnCl_6]^{2-}$ иону реакциянын негизинде пайда болот



Реакциянын аткарылышы

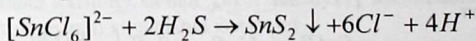
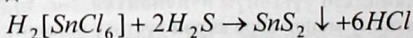
Пробиркага 4-5 тамчы төрт хлордуу калайдын $SnCl_4$ эритмесин, 2 тамчы концентрацияланган туз кислотасын жана металл түрүндөгү магнийди алып 3-4 мүнөт суу мончосунда ысытат. Пайда болгон эритмеге 7-8 тамчы щелочтун эритмесин кошуп чөкмөнү бөлүп алышат. 2-3 тамчы пайда болгон эримеден Na_2SnO_2 пробиркага алып ага 1-2 тамчы висмуттун нитратын кошот. Эгерде эритмеде калайдын катиону Sn^{2+} бар болсо кара чөкмө алынат.

Реакциянын жүргүзүү шарты.

1. Магний химиялык жагынан таза болуу керек.

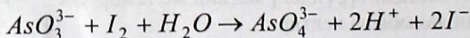
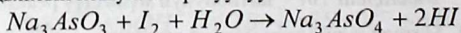
Висмуттун нитратынын эримесин кошоордон мурда аралашманы натрийдин гидроксидинин эритмесин Na_2SnO_2 пайда болгонго чейин кошот

3. Күкүрттүү суутек калайдын катиону менен Sn^{4+} сары чөкмөнү пайда кылат.



Мышьяктын As^{3+} , As^{5+} катиондорунун мүнөздүү реакциялары

Мышьяктын кошулмалары уулуу келет

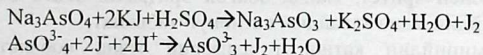


Иоддун эритмеси арсенит анионду AsO_3^{3-} арсенат-анионго AsO_4^{3-} чейин кычкылдандырат жана иоддун эритмеси түссүз өңгө өтөт.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы Na_3AsO_3 эритмесине натрийдин гидрокарбонатынын порошогун кошуп айнек таякчасы менен аралаштыруу менен 2-3 тамчы иоддун эритмесин кошуп түсүнүн өзгөрүшүн байкагыла.

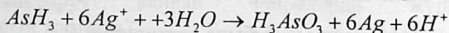
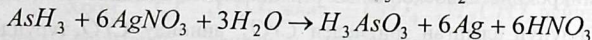
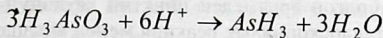
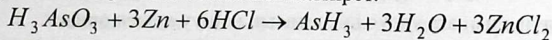
2. Арсенат-аниону калийдин иодидин кычкыл чөйрөдө молекула түрүндөгү иодко чейин кычкылдандырат жана крахмалдын катышуусунда эритмени көгүш кара түскө айлантат.



Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы натрийдин арсенатынын Na_3AsO_4 эритмесин 1-2 тамчы концентрацияланган күкүрт кислотасын, 3-4 тамчы крахмалдын эритмесин жана 4 тамчы калийдин иодидин кошуп аралаштырышат. Эритме көгүш кара түскө айланат.

3. Суутек As^{3+} жана As^{5+} катиондорун мышьяктуу суутекке AsH_3 чейин калыбына келтирет.



Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2г химиялык таза цинкти, 6-7 мл 5н туз кислотасынын эритмесин жана 10 тамчы изилдене турган эритмени кошуп пробирканын оозун 0,01 нормалдуу

күмүштүн нитраты менен нымдалган фильтр кагазы менен жабылат. Эгерде изилденүүчү эритмеде мышьяктын катиону бар болсо As^{3+} жана As^{5+} кагазда кара так пайда болот.

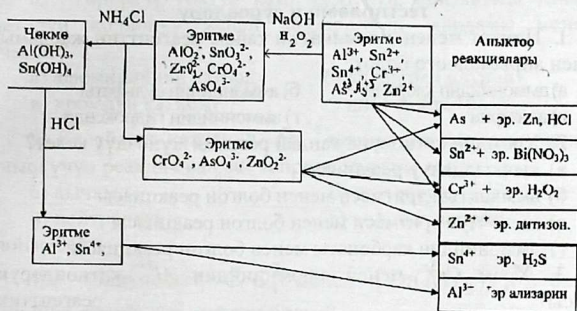
14.5. Төртүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.

Пробиркага изилденүүчү эритмеден 8-9 тамчы алып ага 8 тамчы аммиактын эритмесин, 6-7 тамчы суутектин пероксидин H_2O_2 кошуп 6-7 мүнөт суу мончосунда ысытат. Аллюминийдин $Al(OH)_3$ жана калайдын $Sn(OH)_4$ гидроксиддеринин чөкмөлөрүн центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Чөкмөгө 5-6 тамчы туз кислотасын кошуу менен эритет. Пайда болгон эритмени экиге бөлүп аллюминийдин жана калайдын катионун табышат.

Аллюминийдин катионун ализарин жана кобальттын нитраты, калайдын катиону Sn^{4+} висмуттун нитраты менен Sn^{2+} чейин калыбына келтирүү менен ачышат. Чөкмөдөн ажыратылып алынган эритмедеги CrO_4^{2-} , AsO_4^{3-} жана цинктин аммиакатын $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ уксус кислотасы менен нейтралдаштыруу менен 2-5 мүнөт суу мончосунда ысытат жана 5-6 тамчы натрийдин карбонатын кошуу менен цинктин негизги тузу түрүндө чөктүрөт $(ZnOH)_2CO_3$. Чөкмөнү бөлүп алып ага уксус кислотасын кошуу менен эритет.

Пайда болгон эритмеден цинктин катионун дитизон же микрокристаллоскопиялык реакция менен ачышат. Чөкмөдөн бөлүнүп алынган эритмеден CrO_4^{2-} анионду CrO_5 түрүндө, AsO_4^{3-} - AsH_3 чейин калыбына келтиришет.

Төртүнчү топтун катиондорунун анализинин схемасы.



14.6. Текшерүү суроолору

1. Алуминаттын эритмесинен $Al(OH)_3$ кандай ыкма менен чөктүрүүгө болот?
2. Хромдун гидроксиди $Cr(OH)_3$ кайсы катиондун катышуусунда щелочтуу чөйрөдө эрибейт?
3. Кайсы кычкылдандыргычтар Cr^{3+} -ду CrO_4^{2-} же $Cr_2O_7^{2-}$ чейин кычкылдандырат?
4. Алюминийдин гидроксиди аммонийдин хлоридинин эритмесинде эрибейт. Бул кубулуш кандайча түшүндүрүлөт.
5. Хром Cr^{3+} , CrO_2^- жана CrO_4^{2-} , H_2CrO_6 чейин кычкылдандыруу кандай чөйрөлөрдө жүргүзүлөт. Реакциясын жазгыла?
6. Эритмедеги цинк Zn^{2+} менен алюминийдин Al^{3+} катиондорун кайсы реакциянын жардамы менен ажыратып алууга болот. Реакциясын жазгыла?

14.7. Төртүнчү топтун катиондору боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Цинкат менен алюминатты кайсы реагенттин жардамы менен айрымалоого болот?
- а) аммонийдин хлориди б) аммонийдин сульфаты
в) ализарин г) аммонийдин гидроксиди
2. Хромдун катионуна кандай реакция мүнөздүү келет?
- а) кычкылдануу реакциясы
б) аммиактын эритмеси менен болгон реакциясы
в) щелочтун эритмеси менен болгон реакциясы
г) аммонийдин карбонаты менен болгон реакциясы
3. Хром Cr^{3+} менен алюминийдин Al^{3+} катиондорун кайсы реагенттин жардамы менен бөлүп алууга болот?
- а) суутектин пероксиди щелочтуу чөйрөдө
б) суутектин пероксиди кычкыл чөйрөдө
в) суутектин пероксиди аммиактын чөйрөсүндө
4. Төртүнчү топтун катиондорунун кайсынысы түстүү келет?
- а) цинктин катиону б) алюминийдин катиону
в) хромдун катиону г) калайдын катиону
5. Кайсы реагенттин жардамы менен калайдын катионун цинктин катионунан бөлүп алууга болот?
- а) аммиактын эритмеси б) щелочтун эритмеси
в) дитизон г) аммонийдин карбонаты
6. Цинктин катионуна Zn^{2+} мүнөздүү реакция кайсы?
- а) дитизон б) аммонийдин карбонаты
в) аммиактын эритмеси г) щелочтун эритмеси
7. Төртүнчү топтун катиондору кайсы касиеттери боюнча мүнөздөлөт
- а) щелочтун ашыкча санында эрүүчү амфотердик гидроксиддерди пайда кылат
б) щелочтун ашыкча санында эрибеген гидроксиддерди пайда кылат

в) сууда эрүүчү аммиактарды пайда кылат

г) сууда эрүүчү гидроксиддерди пайда кылат

8. Төртүнчү топтун катиондорунун кайсынысы тамчы методун колдонуу менен ализариндин жардамы менен ачылат?

а) алюминийдин катиону

б) калайдын катиону

в) хромдун катиону

г) цинктин катиону

9. Калайдын катионун Sn^{2+} висмуттун нитраты менен ачыш үчүн реакция кандай чөйрөдө жүргүзүлөт?

а) кычкыл

б) щелочтуу

в) нейтралдуу

г) чөйрө таасирин

тийгизбейт

10. Эритмедеги CrO_4^{2-} менен $[Zn(NH_3)_4]^{2-}$ бири биринен кантип ажыратууга болот?

а) уксус кислотасынын чөйрөсүндө натрийдин карбонатын таасир этүү менен

б) уксус кислотасынын чөйрөсүндө күкүрттүү суутекти таасир этүү менен

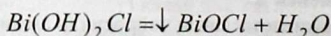
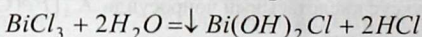
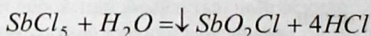
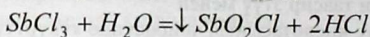
в) уксус кислотасынын чөйрөсүндө $K_4[Fe(CN)_6]$ таасир этүү менен

г) уксус кислотасынын чөйрөсүндө аммиакты таасир этүү менен.

15 - глава. БЕШИНЧИ ТОПТУН КАТИОНДОРУ

15.1. Бешинчи топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү

Бешинчи топко Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} катиондору кирет. Висмут менен магнийден башка элементтер өзгөрүлмөлүү валенттүүлүккө ээ жана комплекстик кошулмаларды пайда кылууга жөндөмдүү. Бешинчи топтун катиондорунун топтук реагенти $NaOH$ жана KOH анткени алардын ашыкча санын кошкондо сууда эрибеген гидроксиддерди пайда кылат. Марганецтин, магнийдин жана темирдин нитраттары, хлориддери, сульфаттары сууда жана минералдык кислоталарда жакшы эрийт. Бешинчи топтун айрым катиондорунун туздары Bi^{3+} , Sb^{3+} , Sb^{5+} гидролиз процессине учурайт. Мисалы:



15.2. Бешинчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары

Бешинчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары төмөнкүлөр: карналлит- KCl , $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ пирролюзит- MnO_2 , антимонит- Sb_2S_3 , висмутин - Bi_2S_3 , (магниттүү темир) - Fe_3O_4 (кызыл темир) - Fe_2O_3 , күрөң темир - $(Fe_2O_3 \cdot nH_2O)$, сидерит - $FeCO_3$ жана пирит (темир кольчеданы) - FeS_2 .

15.3. Бешинчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.

Магнийдин алюминий цинк жана марганец менен кошулуп алынган куймалары механикалык касиети жогору жана коррозияга чыдамдуу келет. Мындай куймалар абада ошондой эле жерде жүрүүчү транспортторду куруу ишинде колдонулат. Магний металлдарды кычкылдардан жана хлориддерден калыбына келтирүүдө колдонот. Күйгүзүлгөн магний MgO жалынга чыдамдуу жеңил жана үндү өткөрбөгөн курулуш материалын алууда колдонулат. Курамында 13-15 процент марганец, 1-1,5 процент көмүртеги бар болот жогорку катуулугу жана чыдамдуулугу менен айырмаланат. Мындай болоттор тоо тектерин майдалоочу машиналардын жана экскаватор, бульдозерлердин тетиктерин даярдаш үчүн колдонулат. Ошондой эле марганец куймалардын касиетин жакшыртат. Мисалы, марганец менен жезден алынган куйма катуулугу жана коррозияга чыдамдуулугу менен айырмаланат. Бул куймалардан турбиналардын, кыймылдаткычтардын жана самолеттордун тетиктери жасалат. Марганецтин кошулмаларынын ичинен марганецтин кычкылы MnO_2 жана калийдин перманганаты $KMnO_4$ чоң мааниге ээ. Мисалы, MnO_2 көпчүлүк химиялык процесстердин жүрүшүндө катализатор катарында ошондой эле айнектин составындагы темирдин күкүрттүү кошулмаларын кычкылдандыруу үчүн (айнектин түсүн тунук кылыш үчүн) колдонулат. Калийдин перманганаты күчтүү кычкылдандыргыч катары медицинада жаратты жууш үчүн жана күйүк алганга колдонулат. Темир негизинен чоюнду жана болотту өндүрүүдө колдонулат. Темирдин айрым туздары чоң мааниге ээ. Мисалы темирдин купоросу $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ айыл-чарба зыянкечтерине каршы ошондой эле сыяны жана минералдык боекторду даярдаш үчүн колдонулат. Темирдин сульфаты $Fe_2(SO_4)_3$ сууну тазалаш

үчүн коагулянт катары пайдаланышат. Темирдин хлориди (III) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ айрым химиялык процесстерге катализатор катары жана кездемелерди боекко даярдаш үчүн колдонулат. Сурьманы куймалардын катуулугун жогорулатыш үчүн кошот. Курамында 6-22 процент сурьмасы бар куйма баббит деп аталат. Сурьма менен коргошундан алган куйманы телеграф, телефон жана электр зымдарынын тышын каптоого жана аккумулятордун пластинкаларын даярдоого пайдаланышат. Сурьманын кошулмаларынын ичинен иш жүзүндө мааниге ээ болгондору төмөнкүлөр: сурьманын сульфиди (III) Sb_2S_3 ширенке өнөр жайында жана пиротехникада; сурьманын сульфиди Sb_2S_5 каучукту вулканизациялоодо колдонулат. Сурьманын оксиди Sb_2O_3 жалынга чыдамдуу боекторду жана кездемелерди алууда колдонулат. Висмут негизинен жеңил эрүүчү куймаларды алууга пайдаланылат. Висмуттун көпчүлүк куймалары төмөнкү температурада өтө жогорку өткөрүмдүүлүккө ээ. Висмуттун кошулмаларынын ичинен Bi_2O_3 ичеги-карын, ашказан ооруларына каршы жасалуучу дарыларды даярдоого, полимерлер өнөр жайында катализатор катары жана боекторду алууда колдонулат.

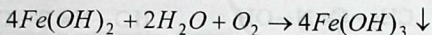
15.4. Бешинчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары

Темирдин Fe^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Эки валенттүү (II) темирдин туздарынын эритмеси боз жашыл түстө, суюлтулган эритмелери түссүз келет.

1. Натрийдин, калийдин гидроксиди $NaOH$, KOH эки валенттүү темирдин катионун Fe^{2+} гидроксид түрүндө чөктүрөт.

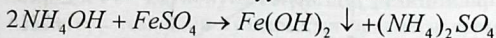
$Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_2 \downarrow$ абада кычкылдануу менен боз жашыл түстөгү чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага 2-3 тамчы темирдин сульфатын, 5 тамчы дистирленген сууну жана 2-тамчы натрийдин гидроксидин кошуу менен боз жашыл түстөгү чөкмө алынат.

2. Аммиактын эритмеси темирдин катиону менен Fe^{2+} темирдин гидроксидин пайда кылуу менен чөгөт.

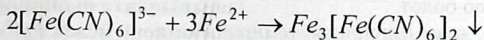
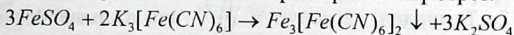


Тажрыйбаны жүргүзүүнүн шарты.

1. Реакция рН 12-13 жүргүзүлүүгө тийиш.
2. Аммонийдин тузунун катышуусу чөкмөнүн пайда болушуна жолтоо болот.

3. Абадагы кычкылтек темирдин катионун Fe^{2+} кычкылдандыруу менен чөкмөнүн түсүн өзгөртөт.

4. Калийдин гексацианоферраты (III) $K_3[Fe(CN)_6]$ темирдин катиону Fe^{2+} менен көк түстөгү чөкмөнү берет.



Реакцияны жүргүзүүнүн шарты

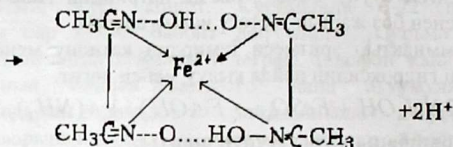
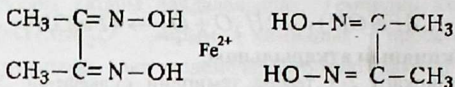
1. Реакция рН 3 жүргүзүлөт
2. $NaOH$ же KOH эритмеси пайда болгон чөкмөнү ажыратып жиберет

Бешинчи топтун катиондору реакцияга жолтоо болбойт.

Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага 2-3 тамчы темирдин сульфатын, 4-5 тамчы дистирленген сууну жана 2 тамчы калийдин гексацианоферратынын эритмесин кошуу менен көк түстөгү чөкмө алынат.

4. Чугаевдин реагенти (диметилгликосим) темирдин катиону Fe^{2+} менен кызыл түстөгү ички комплекстүү кошулманын эритмесин пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы

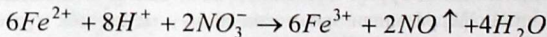
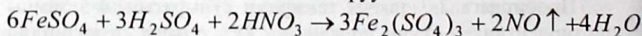
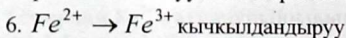
Предметтик айнекке 1 тамчы изилдене турган эритмени ага бир тамчы реагентти жана бир тамчы аммонийдин гидроксидин кошуу менен эритме кызыл түскө өтөт.

Реакцияны жүргүзүү шарты

1. Реакциянын pH = 9 аммиактын чөйрөсүндө жүргүзүлөт.
2. Темирдин катионунун Fe^{2+} ачылышына Mn^{2+} , Ni^{2+} жолтоо болот.
5. α , α' Дипиридил темирдин катиону менен Fe^{2+} кычкыл чөйрөдө кызыл түстөгү комплексти пайда кылат.

Реакциянын аткарылышы.

Предметтик айнекке 2 тамчы изилдене турган эритмени ага 2-3 тамчы 0,1н туз кислотасынын эритмесин жана бир тамчы реагентти кошуу менен эритме кызыл түскө айланат.



Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага 3-4 тамчы темирдин тузунун эритмесин (II) ага үч тамчы 2н күкүрт кислотасын кошуу менен аралашманын күрөң түсү кетмейинче ысытат.

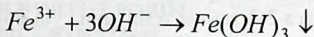
Реакциянын жүргүзүү шарты

1. Реакция $pH < 7$ жүргүзүлөт
2. Кычкылдануу процесси 32 проценттүү азот кислотасы HNO_3 менен жүргүзүлөт.
3. Реакция ысытуу менен жакшы жүрөт.

Темирдин Fe^{3+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Үч валенттүү темирдин туздарынын эритмеси сары же кызгылт күрөң түскө ээ.

1. Натрийдин, калийдин жана аммонийдин гидроксиди темирдин Fe^{3+} катиону менен кызгылт күрөң чөкмөнү пайда кылат.



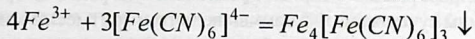
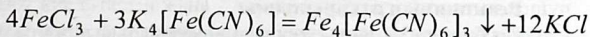
Реакцияны жүргүзүү шарты

1. Реакция $pH < 7$ жүргүзүлөт.
2. Реакцияны аммонийдин туздарынын катышуусунда жүргүзүүгө болот.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы темирдин хлоридинин (III) эритмесин, 3-4 тамчы дистирленген сууну жана 2-3 тамчы щелочту кошуу менен кызгылт күрөң чөкмө алынат.

2. Калийдин гексацианоферраты $K_4[Fe(CN)_6]$ темирдин катиону менен кочкул көк түстөгү чөкмөнү (Берлин лазури) пайда кылат.



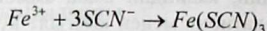
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2-3 тамчы темирдин (III) сульфатынын эритмесин, 3-4 тамчы дистирленген сууну, 1-2 тамчы туз кислотасын жана 2 тамчы калийдин гексацианоферратынын эритмесин кошуу менен кочкул көк түстөгү темирдин

гексацианоферратынын чөкмөсү алынат

Реакциянын жүргүзүүнүн шарты

1. Реакция рН < 3 жүргүзүлөт
2. Щелочтун эритмеси пайда болгон комплекстик кошулманы ажыратып жиберет
3. Калийдин гексацианоферратынын ашыкча саны пайда болгон комплекстик кошулманы эритмеге айлантат.
4. Аммонийдин роданиди NH_4SCN темирдин катиону Fe^{3+} менен кандын түсүнө окшош кызыл түстөгү темирдин роданидинин эритмесин пайда кылат.



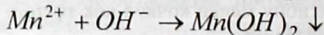
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2-3 тамчы темирдин сульфатын (III), 4 тамчы сууну жана 2 тамчы аммонийдин роданидинин эритмесин кошуу менен кызыл түстөгү эритме алынат.

Марганецтин Mn^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Марганецтин туздарынын эритмеси кызгылт боз түстө, суюлтулган эритмелери түссүз.

1. Калийдин, натрийдин гидроксиди KOH , $NaOH$ марганецтин катиону Mn^{2+} менен ак түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Чөкмө абада күрөң түскө айланат, анткени $Mn^{2+} \rightarrow Mn^{4+}$ өтөт. Чөкмө кислотада эрийт, щелочто эрибейт.



Реакциянын аткарылышы

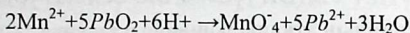
Пробиркага 3-4 тамчы марганецтин сульфатынын эритмесин, 3-4 тамчы сууну жана 4-5 тамчы щелочтун эритмесин кошуу менен ак түстөгү чөкмө алынат. Реакция рН 9-10 жүргүзүлөт

2. Марганецтин катионун Mn^{2+} MnO_4^{-} анионуна чейин кычкылдандыруу.

Бул реакциянын жардамы менен Mn^{2+} катионун бардык аналитикалык

группалардын катиондорунун катышуусунда аныктоого болот.

Кычкылдандыргыч катары PbO_2 жана аммонийдин персульфаты колдонулат $(NH_4)_2S_2O_8$

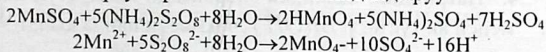


Реакциянын аткарылышы

Пробиркага азыраак коргошундун кычкылын PbO_2 , 5-7 тамчы азот кислотасын кошуп ысытат жана бир тамчы изилдене турган эритмени кошуу менен эритме кызгылт түскө өтөт марганецтин катиону Mn^{2+} бар экендигин аныктайт.

Реакциянын жүргүзүү шарты.

1. Реакция рН 2 жүргүзүлөт.
2. Марганецтин хлоридин алууга болбойт.
3. Калыбына келтиргич аниондор Mn^{2+} катионун ачууга жолтоо болот.
4. Реакциянын жүрүшү ысытуу менен тездетилет.
5. Күмүштүн нитратынын катышуусунда (катализатор) аммонийдин персульфаты менен кычкылдандыруу



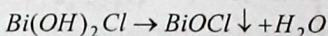
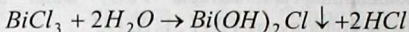
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага азыраак аммонийдин персульфатын, 8 тамчы 2н азот кислотасын жана 2 тамчы күмүштүн нитратын кошуп ысытат жана бир тамчы изилденүүчү эритмени кошуу менен эритме кызгылт түскө өтсө марганецтин катиону Mn^{2+} бар экендиги аныкталат.

Реакциянын жүргүзүүнүн шарты

1. Реакция рН < 2 жүргүзүлөт.
2. Реакция катализатордун катышуусунда жүргүзүлөт
3. Калыбына келтиргич аниондор Cl^- , Br^- , I^- реакциянын жүрүшүнө жолтоо болот

4. Реакциянын жүрүшү ысытуу менен тездетилет
Висмуттун Bi^{3+} катионунун мүнөздүү реакциялары.
Гидролиз



Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага висмуттун хлоридин алып аны суу менен өтө суюлтуу менен висмуттун хлоридинин ак түстөгү негизги тузу чөгөт. $Bi(OH)_2Cl$. Пайда болгон негизги туз туруксуз болгондуктан сууну бөлүп чыгаруу менен висмутил хлориди пайда болот $BiOCl$.

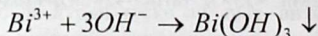
Реакциянын жүргүзүүнүн шарттары

1. Гидролиз реакциясы висмуттун хлориди менен жүргүзүлүүгө тийиш анткени $BiOCl$ эригичтиги $BiONO_3$ караганда аз.

2. Сурьманын тузу реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот.

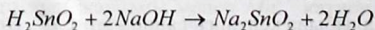
3. $BiOCl$ дун $SbOCl$ дон айрымачылыгы шарап кислотасында эрибейт.

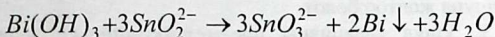
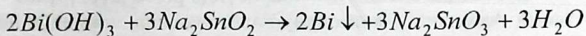
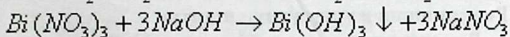
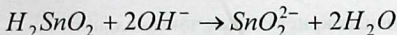
4. Натрийдин, калийдин гидроксиди висмуттун катиону Bi^{3+} менен ак түстөгү $Bi(OH)_3$ чөкмөсүн пайда кылат.



$Bi(OH)_3$ кислотада эрийт, щелочто эрибейт Пробиркага 3-4 тамчы висмуттун хлориди $BiCl_3$ жана 2-3 тамчы щелочтун эритмесин кошуу менен ак түстөгү чөкмө алынат.

3. Висмуттун катионун Bi^{3+} металл түрүндөгү висмутка чейин калыбына келтирүү





Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3 тамчы калайдын хлоридинин эритмесине $SnCl_2$ щелочтун ашыкча санын кошуп пайда болгон чөкмөнү $Sn(OH)_2$ эритет. Пайда болгон щелочтуу эритмеге 2 тамчы висмуттун тузунун эритмесин кошуу менен кара чөкмө алынат.

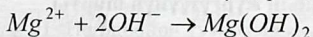
Реакциянын жүргүзүү шарты

1. Реакцияны жүргүзүү үчүн калайдын хлоридинин $SnCl_2$ жаңы даярдалган эритмеси талап кылынат.

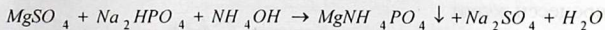
2. Реакцияны жүргүзүүгө Ag^+ , Hg^{2+} катиондору жолтоо болот.

Магнийдин Mg^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

1. Калайдын, натрийдин гидроксиди магнийдин катиону Mg^{2+} менен ак түстөгү аморфтук чөкмөнү пайда кылат $Mg(OH)_2$. кислотада жана аммонийдин туздарында эрийт.



2. Натрийдин гидрофосфаты Na_2HPO_4 магнийдин катиону Mg^{2+} менен NH_4OH жана NH_4Cl катышуусунда ак түстөгү кристаллдык чөкмөнү пайдакылат $MgNH_4PO_4$



Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы магнийдин тузунун эритмесин, 4-5 тамчы 2н туз кислотасын 3-5 тамчы натрийдин гидрофосфатын жана бир тамчы 2н аммиактын эритмесин

кошуу менен ак кристаллдык чөкмө алынат.

Реакциянын жүргүзүүнүн шарты

1. Реакция аммиактын чөйрөсүндө $pH=8$ жүргүзүлөт
2. Аммиактын катионунун ашыкча саны чөкмөнүн пайда болушуна жолтоо болот.
3. Ушул реакцияны предметтик айнекке жүргүзүүгө болот. Аммонийдин хлориди бар магнийдин тузунун эритмесинин бир тамчысын предметтик айнекке тамчылатып жана аны 25 проценттүү аммиактын эритмесинин буусуна кармайт. Андан кийин бир тамчы гидрофосфат натрийди тамчылатуу менен пайда болгон кристаллды микроскоптон карайт.
4. Магnezон 1 (п-нитробензолазорезорцин) же магnezон 2 (п-нитробензолазо- α -нафтол).

Щелочтуу чөйрөдө кызыл көк түстөгү эритмени пайда кылат.

Реакциянын аткарылышы

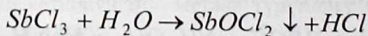
Предметтик айнекке 1-2 тамчы изилденүүчү эритмени, 1-2 тамчы щелочтун эритмесин жана бир тамчы магnezондун эритмесин кошуу менен кызыл көк түстөгү эритменин пайда болуусу Mg^{2+} бар экендигин аныктайт.

Реакциянын жүргүзүүнүн шарты

1. Реакция щелочтуу чөйрөдө $pH>10$ жүргүзүлөт.
2. Аммонийдин тузу реакциянын жүрүшүнө тоскоол болот.

Сурьманын Sb^{3+} катионунун мүнөздүү реакциялары

Сурьманын тузуна сууну таасир эткенде гидролиз процесси жүрөт



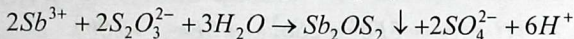
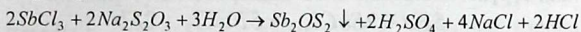
Реакциянын аткарылышы.

1. Бир нече тамчы сурьманын тузунун эритмесин суу менен суюлтуу менен ак түстөгү чөкмө алынат.

Реакция pH 3-4 жүргүзүлөт. Кислотанын ашыкча саны чөкмөнү эритип жиберет. Ысытуу чөкмөнүн пайда болушун

тездетет

2. Натрийдин тиосульфаты $Na_2S_2O_3$ сурьманын катионун Sb^{3+} ысытканда кызыл чөкмөнү пайда кылат.
 Sb_2OS_2

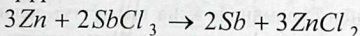


Реакциянын аткарылышы.

Пробиркага 2-3 тамчы сурьманын хлоридинин эритмесин, 1 тамчы күкүрт кислотасын 5-6 тамчы сууну жана натрийдин тиосульфатынын кристаллын салып ысытуу менен кызыл чөкмө алынат.

Күкүрт кислотасынын ашыкча саны реагентти ажыратуу менен SO_2 жана S пайда кылат. Cu^{2+} , Hg^{2+} катиондору начар эрүүчү сульфиддерди пайда кылуу менен реакцияны жүргүзүүгө жолтоо болот.

3. Сурьманын катионун Sb^{3+} металл түрүнө чейин калыбына келтирүү

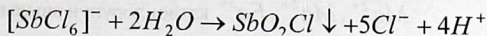


Цинк пластинкасына бир тамчы кычкыл чөйрөлүү изилденүүчү эритмени тамчылатат. Аз убакыттан кийин пластинканын бетинде кара тактын пайда болуусу сурьманын катионун аныктайт. Реакция рН 1-2 жүргүзүлөт.

Изилденүүчү эритмеде күчтүү кычкылдандыргычтардын болбошу керек.

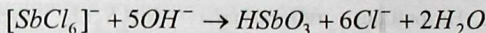
Сурьманын Sb^{5+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

1. Сурьманын тузунун эритмесин суу менен суюлтканда ак чөкмө пайда болот.

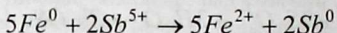
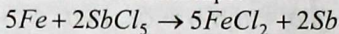


2. Натрийдин, калийдин гидроксиди жана аммиак сурьманын катионун Sb^{5+} ак түстөгү метасурьма

кислотасынын чөкмөсүн пайда кылат.



3. Металлдар Zn, Sn, Mg, Fe сурьманын катионун Sb^{5+} металл түрүнө чейин калыбына келтирет



15.5. Бешинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.

Fe^{2+}, Fe^{3+} катиондорунун ачылышы

Fe^{2+} (II) катиону калийдин гексацианоферратынын эритмеси менен ачылат. Fe^{3+} (III) катиону калийдин гексацианоферратынын эритмеси менен кычкыл чөйрөдө бешинчи топтун катиондорунун катышуусунда ачылат.

Sb^{3+}, Bi^{3+} катиондорунун ачылышы.

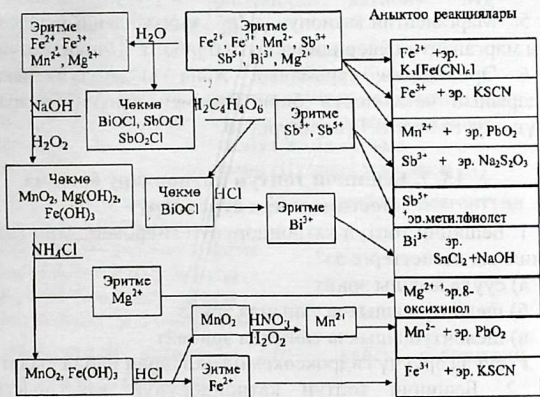
Чөкмөлүү эритмени туз кислотасында эритүү менен рН 4-6 чейин жеткирет. Эритмеге андан 5 эсе көп көлөмдөгү сууну кошуу менен сурьманын жана висмуттун негизги туздарынын чөкмөлөрүн центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Алынган чөкмөнү шарап кислотасы менен иштетишет. Мында сурьманын негизги тузу жана гидроксиди шарап кислотасында эрийт, ал эми висмуттун тузу $BiOCl$ чөкмөдө кала берет. Сурьманы (III) эритмеден мүнөздүү реакциялары боюнча ачышат. Висмуттун негизги тузу бар чөкмөнү дистирленген суу менен жууп концентрацияланган туз кислотасында эритет. Висмуттун катионун Bi^{3+} калайдын хлориди менен $SnCl_2$ щелочтуу чөйрөдө аныкталат.

$Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{3+}$ катиондорунун ачылышы

$Fe^{2+}, Fe^{3+}, Mn^{2+}, Mg^{2+}$ катиондору бар эритмени натрийдин же калийдин гидроксиди менен иштетип суутектин

пероксидин кошуп ысытат, пайда болгон чөкмөнү центрифуганын жардамы менен бөлүп алышат. Чөкмөнүн курамы ($Fe(OH)_3, MnO_2, Mg(OH)_2$). Аммоний хлоридин NH_4Cl кошуу менен $Mg(OH)_2$ эритет. $Fe(OH)_3, MnO_2$ бар чөкмөнү суюлтулган азот кислотасынын эритмеси менен $Fe(OH)_3$ эритет жана эритмеде Fe^{3+} катионун калийдин роданиди $KSCN$ менен ачышат. MnO_2 чөкмөсүн туз же күкүрт кислотасында эритүү менен Mn^{2+} катионун аммонийдин персульфаты $(NH_4)_2S_2O_8$ менен күмүштүн нитратынын $AgNO_3$ катышуусунда (катализатор) ысытуу менен ачышат.

Бешинчи топтун катиондорунун анализинин схемасы



15.6. Текшерүү суроолору

1. Эки валенттүү темирдин гидроксиди эмне үчүн абада түсүн өзгөртүп жиберет? Реакциясын жазгыла?
2. Аммиактын эритмеси темирдин катиону Fe^{2+} менен $Fe(OH)_2$ чөкмөсүн пайда кылат, бирок аммиактын тузунун катышуусу чөкмөнүн пайда болушуна жолтоо болот түшүндүргүлө?
3. Темирдин катионун Fe^{3+} кайсы реагенттин жардамы менен бардык группалардын катиондорунун катышуусунда ачууга болот? Реакциясын жазгыла?
4. Марганецтин катионун Mn^{2+} , MnO_4^- анионуна чейин кычкылдандыруу бардык топтордун катиондорунун катышуусунда кайсы реагенттин жардамы менен жүргүзүүгө болот? Реакциясын жазгыла?
5. Марганецтин катионун Mn^{2+} кычкылдандырууда эмне үчүн марганецтин хлоридин алууга болбойт. Түшүндүргүлө?
6. Эритмедеги сурьманын жана висмуттун негизги туздарынын чөкмөлөрүн бири биринен кантип ажыратып бөлүп алууга болот. Түшүндүргүлө?

15.7. Бешинчи топтун катиондору боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Бешинчи топтун катиондорунун гидроксиддери кандай химиялык касиеттерге ээ?
 - а) сууда жакшы эрийт
 - б) щелочтун ашыкча санында эрийт
 - в) щелочтун ашыкча санында эрибейт
 - г) сууда эрүүчү гидроксокомплекттерди пайда кылат
2. Бешинчи топтун катиондорунун кайсынысынын туздары гидролизге учурайт жана гидролиз реакциясы менен ачылат?
 - а) темир (II) жана темир (III) б) темир (II), марганец (III)

б) висмут, сурьма г) магний жана марганец

3. Бешинчи топтун катиондорунун аралашмасына щелочтун эритмесин таасир эткенде ак чөкмөнүн пайда болуусу эритмеде кайсы катиондордун бар экендигин аныктайт?

а) сурьма (III), сурьма (V), магний б) темир (II), марганец (II)
б) темир (III), сурьма (III) г) сурьма (III) магний, висмут

4. Висмуттун катионун Bi^{3+} калайдын хлоридинин жардамы менен кандай чөйрөдө ачууга болот?

а) нейтралдуу б) щелочтуу
б) күкүрт кычкыл г) азот кычкыл

5. Эмне үчүн магнийдин гидроксидинин эригичтиги аммонийдин хлоридинде жогорулайт?

а) комплекстик кошулманы пайда кылат
б) кычкылдануу – калыбына келүү реакциясы жүрөт
в) иондордун бири начар ээрүүчү кошулманы пайда кылат

6. Кандай чөйрөдө магнийдин катиону Mg^{2+} гидрофосфат менен реакцияга кирет?

а) кычкыл б) нейтралдуу
в) аммоний буфердик г) карбонат буфердик

7. Бешинчи топтун катиондорунун кайсынысынын гидроксиддери абадагы кычкылтек менен тез кычкылданат?

а) марганец (II) б) висмут жана сурьма
в) темир (II) г) темир (II) жана марганец (II)

8. Марганецтин катионун Mn^{2+} кайсы реагенттин жардамы менен ачууга болот?

а) аммонийдин гидросульфаты
б) аммонийдин персульфаты
в) аммонийдин тиосульфаты
г) аммонийдин гидрофосфаты

9. Магнийдин катионун Mg^{2+} кайсы реагенттин жардамы менен ачууга болот?

а) натрийдин фосфаты б) натрийдин дигидрофосфаты
в) натрийдин гидрофосфаты г) аммонийдин фосфаты

16-глава. АЛТЫНЧЫ ТОПТУН КАТИОНДОРУ

16.1. Алтынчы топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү

Алтынчы топтун катиондоруна Cu^{2+} , Hg^{2+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} кирет. Бул катиондор Д.И.Менделеевдин мезгилдик системасынын ар кайсы группасында жайланышканына карабастан комплекстик кошлумаларды пайда кылуусу боюнча мүнөздөлөт. Алардын гидроксиддери аммиактын ашыкча санында эрүү менен амино комплекстерди пайда кылат. Алтынчы группанын катиондорунун топтук реагенти катары аммиактын гидроксидинин ашыкча саны колдонулат. Жездин, кобальттын жана никелдин туздарынын эритмелери түстүү келет.

КОН, NaOH эритмеси Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} катиондорун гидроксид түрүндө чөктүрөт, Hg^{2+} оксид жана Co^{2+} негизги тузду пайда кылат. Пайда болгон чөкмөлөр HCl , HNO_3 жана H_2SO_4 кислоталарында эрийт. Сымаптын оксидин 25% аммиактын эритмесине аммоний тузун кошуу менен эритет.

16.2. Алтынчы топтун катиондорунун жаратылыштагы кошумалары

Жаратылышта жездин эки жүздөн ашык минералдары белгилүү. Алардын ичинен кеңири таралгандары: халькопирит - (жездин кольчеданы) - $CuFeS_2$, малахит - $(CuOH)_2CO_3$, халькозин - (жездин жаркырагы) Cu_2S . Кадмий сульфид түрүндө CdS кездешет. Никельдин жана кобальттын жаратылыштагы негизги минералдары: кобальтин (кобальт жаркырагы) - $CoAsS$, никелин (никель кольчеданы) - $NiAs$, герсдорфит (никель мышьяк жаркырагы) - $NiAsS$.

16.3. Алтынчы аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу

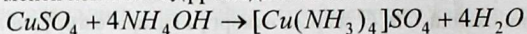
Жез металлургиялык өнөр жайында куймаларды алууда колдонулат. Мисалы: коло составы 90% Cu , 10% Sn , мельхиор 80% Cu , 20% Ni ; латунь 60% Cu , 40% Zn . Жездин оксиди Cu_2O жарым өткөргүч катары өзгөрүлмөлүү токту түзөтүү үчүн колдонулат (купрокс түзөтүүчүлөрү) Малахит $(CuOH)_2CO_3$ колдон жасалуучу таш катарында колдонулат. Жездин туздарынан ар кандай түстөгү минералдык боекторду даярдайт. Жездин көк ташы $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ айыл чарба өсүмдүктөрүнүн зыянкечтерине каршы күрөшүүдө колдонулат.

Кобальт кошулган болот жогорку катуулукка ээ болот. Курамында кобальты бар көпчүлүк куймалардын кислоталарга чыдамдуулугу платинадан жогору турат. Кобальттын куймаларынан ар кандай түстөгү боекторду даярдайт. Кобальт-60 радиоактивдүү изотобу медицинада рак ооруларына каршы күрөшүүдө колдонулат. Курамында никели бар болоттон автомобильдердин жана тепловоздордун тектиктери жасалат. Никель менен жезден алынган куймадан металл түрүндөгү (тыйын) акча жасалат. Нихром 60% Ni , 40% Cr турган куймадан ысытуучу приборлордун зымдарын даярдайт. Анткени алар жогорку деңгээлдеги каршылыкка ээ. Майдаланган түрүндө никель көпчүлүк химиялык процесстерге катализатор катары колдонулат. Никельдин сульфаты $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ металлдарды никель менен каптоо үчүн кеңири колдонулат.

16.4. Алтынчы топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары

Жездин Cu^{2+} катионуна жүргүзүүлүүчү мүнөздүү реакциялар

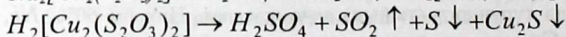
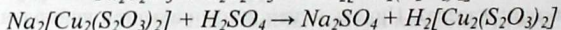
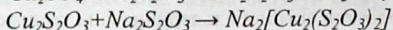
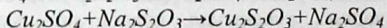
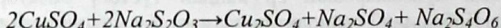
1. Аммиактын эритмесинин ашыкча саны жездин катиону Cu^{2+} менен көк сыя өңдүү жездин аммиакатын пайда кылат.



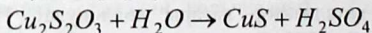
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы жездин тузунун эритмесине бир тамчы концентрацияланган аммиактын эритмесин кошуу менен эритменин көк сыя түскө өтүшү жездин катионун Cu^{2+} аныктайт. Бул реакцияны бардык группалардын катиондорунун катышуусунда жүргүзүүгө болот.

2. Натрийдин тиосульфаты $Na_2S_2O_3$ кычкыл чөйрөдө жездин тузу менен эритмени түссүз кылуу менен комплекстик тузду пайда кылат жана ысытканда кара күрөң түстөгү жездин сульфидинин Cu_2S чөкмөсүн пайда кылат.



эквиваленттик $Na_2S_2O_3$ саны

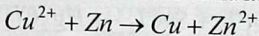


Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2-3 тамчы жездин сульфатын, 4-5 тамчы сууну, 2-3 тамчы күкүрт кислотасынын эритмесин жана 2-3 натрийдин тиосульфатынын $Na_2S_2O_3$ кристаллын салып аралаштырып ысытат. Кара күрөң түстөгү жездин сульфиди жана күкүрт пайда болот. Бул реакциянын жардамы менен

жездин катионун Cu^{2+} кадмийдин Cd^{2+} жана сымаптын Hg^{2+} катиондорунан ажыратууга болот. Кадмийдин Cd^{2+} катиону тиосульфат менен чөкпөйт. Сымаптын сульфиди HgS азот кислотасында эрибейт.

3. Металл түрүндөгү алюминий темир, цинк жездин катионун металлдык абалга чейин калыбына келтирет.



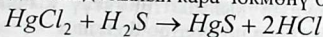
Реакциянын аткарылышы

Таза түрүндөгү металл платинкасынын (алюминий, темир, цинк) бетине кычкыл чөйрөдөгү жездин тузунун эритмесинин бир тамчысын тамчылатуу менен бир аз убакыттан кийин пластинканын бетине кызгылт так пайда болот.

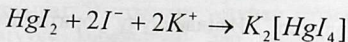
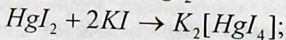
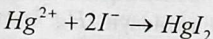
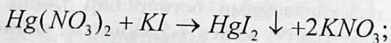
Реакция кычкыл чөйрөдө жүргүзүлөт рН 1-2. Азот кислотасынын катышуусунда так пайда болбойт.

Сымаптын Hg^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

1. Күкүрттүү суутек H_2S жана натрийдин тиосульфаты $Na_2S_2O_3$ кычкыл чөйрөдө сымаптын тузу менен ысыпканда сымаптын сульфидин пайда кылып кара чөкмөнү берет.



2. Калийдин иодиди KI сымаптын катиону Hg^{2+} менен сымаптын иодидин пайда кылып HgI_2 кызыл чөкмөнү берет. KI ашыкча санында чөкмө эрүү менен комплекстик кошулманы пайда кылат.

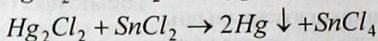
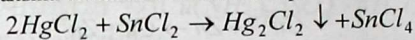


Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы сымаптын нитратына 1-2 тамчы KI эритмесин кошуудан кызыл чөкмө пайда болот. Реакция рН <

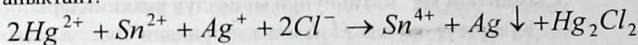
6 жүргүзүлөт. KI ашыкча саны чөкмөнү эритет. Ag^+ , Pb^{2+} катиондору KI менен чөкмөнү пайда кылып сымаптын катионун Hg^{2+} ачылышына жолтоо болушат.

3.Калайдын хлориди $SnCl_2$ сымаптын катионун Hg^{2+} металдык абалына чейин калыбына келтирет



Реакциянын аткарылышы

Фильтр кагазына жаңы даярдалган кычкыл чөйрөдөгү калайдын хлоридинин эритмесин күмүштүн нитратын жана сымаптын тузунун эритмесин тамчылатуу менен кара чөкмөнүн пайда болушу сымаптын катионунун бар экендигин аныктайт.



Реакция рН<5 жүргүзүлөт. Реакциянын аткарылышына жаңы даярдалган калайдын хлоридинин эритмесин пайдалануу сунуш кылынат. Күчтүү кычкылдагы дыргычтар реакциянын жүрүшүнө жолтоо болушат.

4.Сымаптын катионун Hg^{2+} металдык абалына чейин калыбына келтирүү металл түрүндөгү жездин жардамы менен жүргүзүүгө болот.

Реакциянын аткарылышы

Жез пластинкасынын бетине бир тамчы изилденүүчү эритмени тамчылатуу менен 4-5 мүнөттөн кийин кара тактын пайда болуусу сымаптын катионун Hg^{2+} аныктайт. Бул реакциянын аткарылышына Ag^+ , Bi^{3+} , $[Hg_2]^{2+}$, Sb^{3+} жолтоо болушат. Изилденүүчү эритмедеги Bi^{3+} , Sb^{3+} катиондорунун катышуусунда сымаптын катионун Hg^{2+} ачылышын анилиндин чөйрөсүндө жүргүзүүлөт.

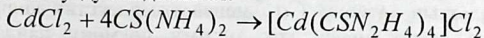
Кадмийдин Cd^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

1. Күкүрттүү суутек H_2S уксус кислотасынын чөйрөсүндө кадмийдин катиону менен сары чөкмөнү пайда кылат.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы кадмийдин тузунун эритмесин жана 1 тамчы күкүрттүү суутекти кошуудан CdS сары чөкмөсү пайда болот. Реакция уксус кислотасынын чөйрөсүндө жүргүзүлөт. Кычкылдандыргычтар реакциянын жүрүшүнө жолтоо болушат.

2. Тиомочевина кадмийдин тузу менен жеңил эрүүчү комплекстик тузду пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы кадмийдин тузун, тиомочевинанын 3-4 кристаллын салып аралаштыруу менен 2-3 мүнөт убакыттан кийин 1-2 тамчы күкүрттүү суутекти H_2S кошот. Сары чөкмө пайда болот.

Кобальттын Co^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Кобальттын катионунун эритмеси кызгылт сыя өңдүү келет.

1. Аммонийдин роданиди (же калийдики) NH_4SCN же $KSCN$ кобальттын катиону Co^{2+} менен комплекстик тузду пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы

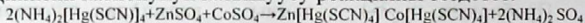
Пробиркага 2-3 тамчы кобальттын тузунун эритмесин, 8-10 тамчы аммонийдин роданидинин каныккан эритмесин жана 5-6 тамчы эфир менен амил спиртинин аралашмасын кошуп аралаштырат. Эритменин үстүнкү катмарынын ачык көк түскө өтүүсү кобальттын бар экендигин аныктайт. Кобальттын катионун Co^{2+} ачылышына Cu^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} катиондору жолтоо болушат. Ошондой эле бул реакцияны

бардык топтордун катиондорунун катышуусунда жүргүзүүгө болот.

Реакциянын аткарылышы

Фильтр кагазына бир тамчы аммонийдин роданидинин NH_4SCN каныккан эритмесин тамчылатуу менен пайда болгон такка бир тамчы изилденүүчү эритмени тамчылатып концентрацияланган аммиактын эритмесинин буусуна кармайт. Андан кийин газдын жалынына кургатат. Фильтр кагазындагы тактын тегерегинин көк түскө ээ болуусу кобальттын катионунун Co^{2+} бар экендигин аныктайт.

3. Аммонийдин тетрароданомеркуроаты $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$ кобальттын катиону Co^{2+} менен комплекстик кошулманын пайда кылуу менен көк түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Цинктин катионунун катышуусу реакцияны тездетет.



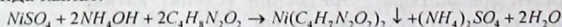
Реакциянын аткарылышы

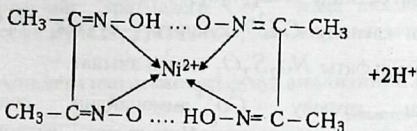
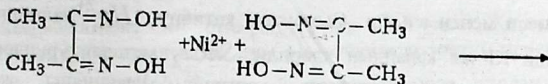
Пробиркага 2-3 тамчы аммоний тетрароданомеркуроатын, 2 тамчы эки нормалдуу күкүрт кислотасын H_2SO_4 , 2 тамчы цинктин сульфатын жана 2 тамчы кобальттын тузунун эритмесин кошуп аралаштырат. Көк түстөгү чөкмөнүн пайда болушу кобальттын катионун Co^{2+} аныктайт. Жездин катиону Cu^{2+} реакциянын жүрүшүнө жолтоо болот.

Никельдин Ni^{2+} катионунун мүнөздүү реакциялары.

Никельдин тузунун эритмеси жашыл түстү берет.

1. Диметилгликосим (Чугаевдин реагенти) аммиактын чөйрөсүндө никельдин катиону Ni^{2+} менен кызыл чөкмөнү пайда кылат.





Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4 тамчы никелдин тузунун эритмесин, 1-2 тамчы суутектин пероксидин H_2O_2 ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ кычкылдандырыш үчүн), 5-6 тамчы концентрацияланган аммиактын эритмесин кошот. Пайда болгон эритменин бир тамчысын фарфор пластинкасына тамчылатып жана ага бир тамчы диметилгликосимди кошуу менен кызыл чөкмөнүн пайда болушу Ni^{2+} катионун бар экендигин аныктайт. Cu^{2+} , Co^{2+} катиондору реакциянын жүрүшүнө жолтоо болушат.

Реакцияны фильтр кагазынын бетинде жүргүзүүгө болот. Фильтр кагазына бир тамчы натрийдин гидрофосфатын Na_2HPO_4 , тамчы изилденүүчү эритмени (темирдин катиону Fe^{2+} болсо) тамчы суутек пероксидин H_2O_2 тамчылатат. Андан кийин бир тамчы Na_2HPO_4 жана диметилгликосимди тамчылатуу менен фильтр кагаздын ачык кызыл түскө ээ болуусу никельдин Ni^{2+} катионунун бар экендигин аныктайт.

16.5. Алгынчы топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.

Бөлчөктүү анализ.

Бул топтун катиондорун жеке реакциялардын жардамы менен ачууга болот.

Жездин катиону Cu^{2+} концентрацияланган аммиактын

эритмеси менен ачылат. Сьмаптын катионун Hg^{2+} калийдин иодиди KI же калайдын хлориди $SnCl_2$ металл түрүндөгү сьмапка чейин калыбына келтирет. Реакцияны жез пластинкасынын бетинде да жүргүзүүгө болот.

Кадмийдин катиону Cd^{2+} күкүрттүү суутек H_2S же натрийдин тиосульфаты $Na_2S_2O_3$ менен ачылат.

Кобальттын катиону Co^{2+} аммонийдин роданиди NH_4SCN менен аныкталат. Никельдин катионунун ачылышы Чугаевдин реагенти (диметилглиоксим) менен жүргүзүлөт.

Систематикалык анализ

10-12 тамчы изилденүүчү эритмеге 20 тамчы 3 нормалдуу аммиактын эритмесин кошуп аралаштырып 2-3 мүнөт ысытат $CoOHCl$, $[HgNH_2]Cl$, чөкмө пайда болот. Эритмеде аммиакаттар пайда болот. $[Cd(NH_3)_4]Cl_2$, $[Cu(NH_3)_4]Cl_2$, $[Ni(NH_3)_6]Cl_2$. Чөкмөгө 5-6 тамчы күкүрт кислотасын кошуп аралаштырат.

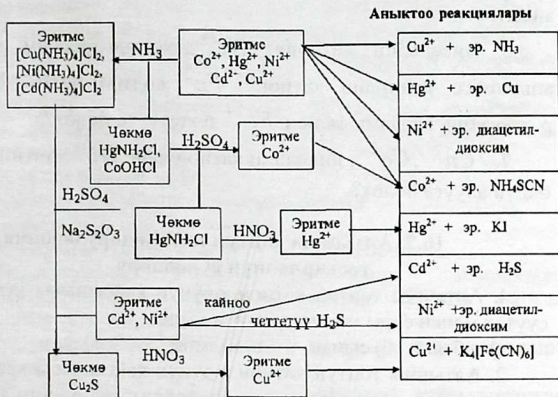
$CoOHCl$ эрип кетет, $[Hg(NH_2)]Cl$ эрибейт. Чөкмөнү бөлүп алат. Эритмеден Co^{2+} аммонийдин роданиди менен аныктайт. Чөкмөгө $[Hg(NH_2)]Cl$ 5-6 тамчы азот кислотасын кошуп эритет.

Пайда болгон эритмеге 6-8 тамчы дистирленген сууну кошуу менен сьмаптын катиону Hg^{2+} мүнөздүү реакциялары менен ачат. Аммиакаттардын эритмесинен 10 тамчыны пробиркага алып ага күкүрт кислотасын тамчылатып кычкыл чөйрөгө жеткизет (лакмус кагазы боюнча). Андан кийин эритмеге 1-2 тамчы H_2SO_4 тамчылатып ага натрийдин тиосульфатынын $Na_2S_2O_3$ 2-3 кристаллын салып 3-4 мүнөт

суу мончосунда ысыгат.

Жездин катиону Cu^{2+} сульфид түрүндө CuS чөгөт. Жездин сульфидин суюлтулган ысык азот кислотасында эритүү менен жездин катионун Cu^{2+} мүнөздүү реакциялардын жардамы менен аныктайт. Эритмедеги Co^{2+} жана никельдин Ni^{2+} катиондорун мүнөздүү реакциялардын жардамы менен ачат.

Алгынчы топтун катиондорунун анализинин схемасы



16.6. Текшерүү суроолору

1. Жездин тузунун эритмесине натрийдин тиосульфатын эквиваленттик жана ашыкча санын кошкондо реакция кандай кошулмаларды пайда кылат. Реакциясын жазгыла.

2. Жездин катионун Cd^{2+} , Hg^{2+} катионунан кантип бөлүп алууга болот? (Кайсы касиеттери боюнча)

3. Жездин катионун Cu^{2+} металлдык абалга келтирүү (Al, Fe, Zn) эмне үчүн кычкыл чөйрөдө жүргүзүлөт?

4. Калийдин иодидин сымаптын катионуна Hg^{2+} кошкондо кызыл чөкмөнү пайда кылат. KI ашыкча санын кошкондо эмне үчүн чөкмө эрип кетет?

5. Кобальттын катиону Co^{2+} аммонийдин роданиди менен ачууга Cu^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} катиондору жолтоо болушат. Кандай ыкманы колдонуу менен кобальттын катионун жогоруда көрсөтүлгөн катиондордун катышуусунда аныктоого болот?

6. Никельдин катиону Ni^{2+} диметилгликосим менен аныктоого темирдин катиону Fe^{2+} жолтоо болот. Кайсы реагенттин жардамы менен Fe^{2+} четтетүүгө болот?

7. Cu^{2+} , Co^{2+} , никелдин катионунан Ni^{2+} кантип бөлүп алууга болот?

16.7. Алтынчы топтун катиондору боюнча тестирлөөнүн суроолору

1. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы күкүрттүү суутек менен сары чөкмөнү пайда кылат.

а) кобальт б) сымап в) кадмий г) жез

2. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы калийдин иодиди менен кызгылт чөкмөнү пайда кылып, ал эми ашыкча санын кошкондо эрип кетет?

а) кадмий б) кобальт в) сымап г) никель

3. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы аммонийдин роданиди эфир менен амил спиртинин чөйрөсүндө көк түстөгү шакекчени пайда кылат?

а) жез б) никель в) кобальт г) кадмий

4. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы аммиактын эритмесин таасир эткенде жашыл чөкмөнү пайда кылат, ал эми ашыкча санын кошкондо чөкмө эрип көк түскө айланат?

а) кобальт б) кадмий

в) никель г) сымап

5. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы аммиактын эритмесин таасир эткенде көк түстөгү чөкмөнү пайда кылат, аммиактын ашыкча санын кошкондо чөкмө эрип саргыч түскө айланат?

а) кобальт б) никель в) жез г) сымап

6. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы аммиактын концентрацияланган эритмесин кошкондо ачык көк түскө ээ болот?

а) никель б) жез в) кадмий г) кобальт

7. Алтынчы топтун катиондорунун кайсынысы щелочту таасир эткенде көк түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Ысытканда кара түскө айланат?

а) сымап б) кадмий в) жез г) кобальт

8. Алтынчы топтун катиондорунун гидроксидери кандай химиялык касиетке ээ?

а) сууда жакшы эрийт
б) щелочтун ашыкча санында эрибейт
в) щелочтун ашыкча санында эрийт
г) аммиакаттарды пайда кылуу менен эрийт

9. Алтынчы топтун катиондору аммиактын концентрацияланган эритмесин таасир эткенде кандай химиялык кошулмаларды пайда кылат?

а) гидроксиддерди б) негизги туздарды в) комплекстик кошулмаларды

10. Алтынчы топтун катиондорунун кайсыларынын эритмеси түссүз келет?

а) кобальт, никель б) сымап, никель
в) сымап, кадмий г) кобальт, жез

11. Алтынчы топтун катиондорунун кайсыларынын эритмеси түстүү келет?

а) сымап, никель, кобальт б) кобальт, никель, жез
в) никель, кадмий, жез г) сымап, кадмий, кобальт.

**16.8. Төртүнчү, бешинчи жана алтынчы топтун катиондорунун аралашмасынын анализи .
Бөлчөктүү анализ**

Темирдин катионун Fe^{3+} калийдин феррицианиди $K_3[Fe(CN)_6]$ менен кычкыл чөйрөдө ачууга болот. Темирдин катионун Fe^{2+} калийдин ферроцианидин $K_4[Fe(CN)_6]$ таасир этүү менен аныктайт.

Алюминийдин катионун Al^{3+} ализарин же алюминон менен ачат.

а) Реакциянын аткарылышы

Фильтр кагазына 1-2 тамчы калийдин ферроцианидин $K_4[Fe(CN)_6]$ тамчылатып, акырындык менен газдын жалынына кургатуу менен 1-2 тамчы изилденүүчү эритмени жана 1-2 тамчы 0,1 проценттүү ализаринди тамчылатат. Андан кийин фильтр кагазын аммиактын буусуна кармайт. Кагазда кызгылт сыя өңдүү так пайда болот, аны 1н. уксус кислотасы менен нымдайт жана кургатат. Кызыл шакекченин пайда болуусу алюминийдин катионунун Al^{3+} бар экендигин аныктайт.

б) Пробиркага 3-4 тамчы изилденүүчү эритмени, 3-4 тамчы 2н. уксус кислотасын, 2-4 тамчы 0,1 проценттүү алюминийонду кошуп суу мончосунда ысытат. Аралашманы аралаштыруу менен 2 тамчы аммиактын эритмесин кошот. Кызыл түстөгү эритменин же чөкмөнүн пайда болуусу алюминийдин катионун Al^{3+} аныктайт. Хромдун катионун Cr^{3+} H_2CrO_6 чейин кычкылдандыруу менен ачат.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 3-4 тамчы изилденүүчү эритмени, 5-7 тамчы 2н. калийдин гидроксидин жана 3-4 тамчы 3 % суутектин пероксидин кошуп суу мончосунда ысытат эритме жашыл түстөн сарыга өткөнгө чейин. Эритменин жарымын башка пробиркага куюп муздатат жана ага 2н. азот кислотасын кошуп кычкыл чөйрөгө жеткизет (лакмус кагазы боюнча)

эритмеге 2 тамчы H_2O_2 , 5 тамчы изоамил спиртин же эфирди кошуп чайкайт. Эритменин үстүнкү катмарында көк шакекченин пайда болушу хромдун катионун Cr^{3+} аныктайт.

Цинктин катиону Zn^{2+} дитизон менен ачылат.

Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 2-3 тамчы изилденүүчү эритмени 2-3 тамчы ацетат буферин ($CH_3COOH + CH_3COONa$), 4-5 тамчы 1н. натрийдин тиосульфатын жана 2-3 тамчы дитизондун хлороформдогу же төртхлордуу көмүртектеги эритмесин кошуп аралаштырат. Эритменин кызыл түскө өтүшү цинктин катионун Zn^{2+} аныктайт.

Марганецтин катионун Mn^{2+}, MnO_4^- чейин кычкылдандыруу менен ачат.

Магнийдин катионун Mg^{2+} магнезон же натрийдин гидрофосфаты Na_2HPO_4 менен ачат.

Магнезон менен ачыш үчүн предметтик айнекке 2-3 тамчы изилденүүчү эритмени жана бир тамчы реагентти тамчылатат эритменин көк түскө айланышы же чөкмө пайда болуусу магнийдин катионун аныктайт.

Сурьманын катионун Sb^{3+}, Sb^{5+} аныктоо үчүн

2-3 тамчы изилденүүчү эритмеге 10 тамчы дистирленген сууну кошуп аралаштырат. Чөкмөнүн пайда болуусу Sb^{3+}, Sb^{5+} аныктайт.

Калайдын катионун Sn^{2+} сурьманын катионунун Sb^{3+} катышуусунда аныктоо.

Реакциянын аткарылышы анилиндин чөйрөсүндө жүргүзүлөт.

Фильтр кагазына бир тамчы висмуттун нитратын тамчылатат жана кургатат. Андан кийин кагазга изилденүүчү эритмени жана анилинди тамчылатат. Аз убактыттан кийин кагазда кара тактын пайда болуусу калайдын катионун аныктайт.

Висмуттун катионун аныктоо.

Сурьманын Sb^{3+} жана сымаптын Hg^{2+} катиондорунун эритмеде жок болгон учурунда висмуттун катиону Bi^{3+} жаңы даярдалган калайдын хлориди $SnCl_2$ менен щелочтуу чөйрөдө жеңил аныкталат. Sb^{3+} , Hg^{2+} катиондорунун катышуусунда висмуттун катионунун Bi^{3+} ачылышы төмөндөгүдөй жүргүзүлөт. Пробиркага 6 тамчы изилденүүчү эритмени, 5-7 тамчы 2н. күкүрт кислотасын, натрийдин тиосульфатынын 2-3 кристаллын салып аралаштыруу менен суу мончосунда 4-5 мүнөт ысытат. Пайда болгон чөкмөнү 10 тамчы суюлтулган азот кислотасы менен иштетет жана бөлүп алышат. Эритмеден висмуттун катионун жеке реакциянын жардамы менен ачышат.

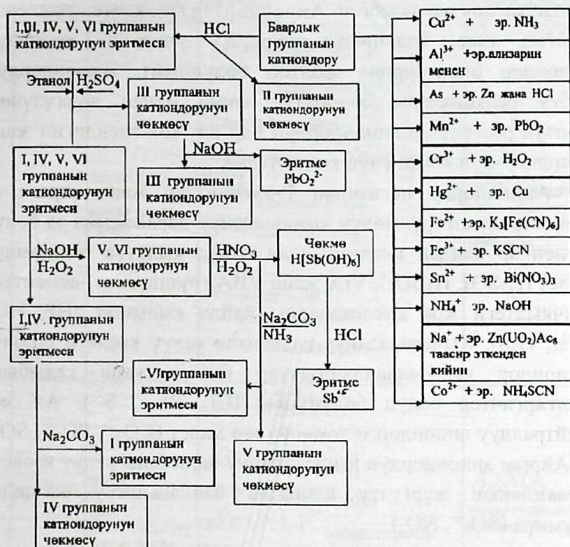
Никелдин катионун Ni^{2+} Чугаевдин реагенти менен аныктайт.

Кадмийдин катионун аныктоо үчүн Cd^{2+} пробиркага 2-3 тамчы изилденүүчү эритмени, 3-4 тамчы 2н. күкүрт кислотасын, натрийдин тиосульфатынын $Na_2S_2O_3$ 1-2 кристаллын аралаштырып кайнап жаткан суу мончосунда 5-мүнөт кармайт жана чөкмөнү бөлүп алат. Эритмеде 2-3 тамчыны фильтр кагазына тамчылатат жана күкүрттүү суутектин буусуна кармайт. Фильтр кагазынын сары түскө өтүшү кадмийдин катионун Cd^{2+} аныктайт.

Жездин катиону Cu^{2+} аммиактын эритмеси менен ачылат. Сымаптын катионун Hg^{2+} калийдин иодиди KI же калайдын хлориди $SnCl_2$ менен анилидин чөйрөсүндө аныктайт.

16.9. I-VI топтун катиондорунун аралашмасынын анализинин схемасы

Аныктоо реакциялары



17-глава. АНИОНДОР

Аниондордун классификациясы көпчүлүк учурда барий жана күмүш менен пайда болгон туздарынын ар кандай эригичтигине негизделген. Аниондордун бул классификациясы жалгыз эмес. Реакцияны жүргүзүү учурунда көпчүлүк аниондор бири-бирине жолтоо болушпайт. Аниондордун табуу реакциялары бөлчөктүү ыкма менен жүргүзүлөт. Топтук реагенттер аниондордун бар же жок экендигин жана аларды бөлүп алыш үчүн колдонулат.

Аниондорду негизинен Р-элементтер жана айрым d-элементтер өзгөрүлмөлүү кычкылдануу даражасына ээ болуу менен ар кандай кислоталарды пайда кылууга жөндөмдүү келет (H_2SO_4 , H_3BO_3). VIA жана VIIA группадагы элементтер кычкылтеги жок кислоталарды пайда кылышат (HF , HCl , HBr , H_2S). Кычыкылдануу-калыбына келүү касиети боюнча аниондор кычкылдандыргычтар (NO_3^-) жана калыбына келтиргичтер болуп бөлүнүшөт (Cl^- , Br^- , S^{2-}). Ал эми нейтралдуу аниондорго төмөнкүлөр кирет (CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}). Айрым аниондордун кычкылдануу-калыбына келүү касиети реакциянын жүргүзүү шартына байланыштуу өзгөрүшү мүмкүн (SO_3^{2-} , NO_2).

17.1. Аниондордун классификациясы

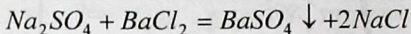
8-Таблица

Топтун номери	Топтун мүнөздүмөсү	Аниондор	Топтук реагенти
I	Барийдин тузу сууда начар эрийт	SO_4^{2-} (сульфат-иону) SO_3^{2-} (сульфит-иону) $S_2O_3^{2-}$ (тиосульфат-иону) CO_3^{2-} (карбонат-иону) PO_4^{3-} (фосфат-иону) AsO_4^{3-} (арсенат-иону) AsO_3^{3-} (арсенит иону) же $B_4O_7^{2-}$ (борат-иону) F^- (фтор-иону) SiO_3^{2-} (силикат-иону) $C_2O_4^{2-}$ (оксалат-иону)	$BaCl_2$ нейтралдуу жана щелочтуулугу начар болгон эритмеде
II	Күмүштүн тузу сууда жана суюлтулган азот кислотасында начар эрийт.	(хлордун иону) (бромдун иону) I^- (иоддун иону) S^{2-} (сульфид-иону) SCN^- (роданид иону) $[Fe(CN)_6]^{4-}$ (ферроцианид-иону) $[Fe(CN)_6]^{3-}$ (феррицианид-иону)	$AgNO_3$ азот кислотасынын катышуусунда
III	Барийдин жана күмүштүн тузу сууда эрийт.	NO_3^- (нитрат-иону) NO_2^- (нитрит иону) CH_3COO^- (ацетат-иону) MnO_4^- (перманганат-иону)	Группалык реагенти жок

17. 2. Биринчи топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары

Сульфат SO_4^{2-} иону

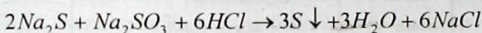
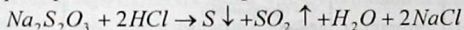
1. Барий хлориди SO_4^{2-} менен ак чөкмөнү пайда кылат.



Реакциянын аткарылышы,

SO_4^{2-} иону бар эритмеден 1-2 тамчы алып ага 2-3 тамчы барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Ак кристаллдык чөкмө пайда болот жана ал минералдык кислоталарда эрибейт.

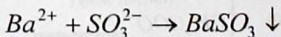
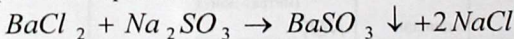
Реакциянын жүрүшүнө $S_2O_3^{2-}$, SO_3^{2-} , S^{2-} иондорунун аралашмасы жолтоо болушат, анткени алар кычкыл чөйрөдө кислоталарда эрибеген ак чөкмөнү пайда кылышат.



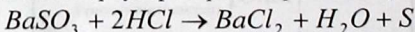
Барийдин сульфатын күкүрттөн айрымалаш үчүн туз кислотасы кошулган 1-2 тамчы изилденүүчү эритмеге 5мл 0,01н. $KMnO_4$ жана $BaCl_2$ эритмесин кошот. $KMnO_4$ ашыкча санын H_2O_2 менен калыбына келтирет, эритменин түсү жоголот. Чөкмөнүн кызгылт түскө айлануусу $BaSO_4$ бар экендигин аныктайт.

Сульфит SO_3^{2-} иону

Барийдин хлориди SO_3^{2-} иону менен кислоталарда эрүүчү ак чөкмөнү пайда кылат

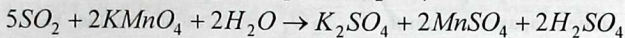
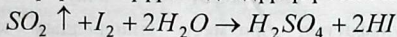


Кислоталар сульфиттерди ажыратып жиберет



Күкүрттүн оксидин иоддун жана калийдин пермангантынын эритмесинин

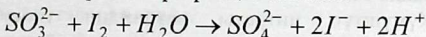
түсүн өзгөртүп жиберүү жөндөмдүүлүгү боюнча аныктайт



Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы Na_2SO_3 (10-15%) эритмесин, 2-3 тамчы HCl жана бир тамчы иоддун эритмесин ($I_2 + H_2O$) кошуп ысытат. Эритме түссүз өңгө айланат. Реакциянын жүрүшүнө S^{2-} жолтоо болот.

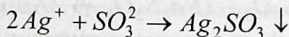
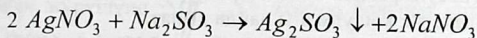
2. Иоддун же бромдун суусу сульфиттер менен аракеттенишкенде эритме түссүз өңгө айланат.



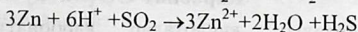
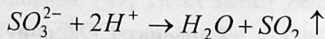
Реакциянын аткарылышы

Пробиркага 4-5 тамчы натрийдин сульфитин Na_2SO_3 , 5 тамчы күкүрт кислотасын жана 2-3 тамчы иоддун эритмесин кошот. Эритме түссүз өңгө айланат.

3. Күмүштүн нитраты $AgNO_3$, SO_3^{2-} иону менен азот кислотасында эрүүчү Ag_2SO_3 ак чөкмөсүн пайда кылат.

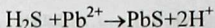


Цинк Zn кычкыл чөйрөдө сульфиттерди күкүрттүү суутекке H_2S чейин калыбына келтирет



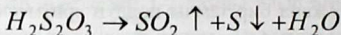
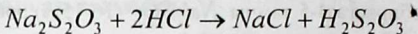
Күкүрттүү суутектин пайда болушу коргошундун тузунун эритмеси менен

нымдалган кагаздын карайышы менен аныкталат.



Тиосульфат $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ - иону

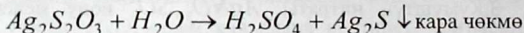
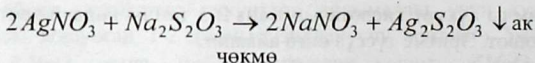
1. Тиосульфаттын эритмеси минералдык кислоталар менен аракеттенишип $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ кислотасын пайда кылат жана ал ажырап кетет ($\text{SO}_2, \text{S}, \text{H}_2\text{O}$)



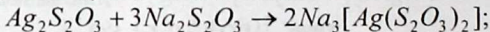
Реакциянын аткарылышы

1-2 тамчы натрийдин тиосульфатынын эритмесине 1-2 тамчы суюлтулган туз кислотасынын эритмесин кошот. Ак чөкмө пайда болот.

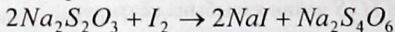
2. Күмүштүн нитраты натрийдин тиосульфатынын эритмеси менен күмүштүн тиосульфатын пайда кылуу менен ак чөкмөнү берет. Аз убакыттан кийин ак чөкмө кара түскө айланат.



Тиосульфаттын ашыкча санын алганда чөкмө эрүү менен комплекстик кошулманы пайда кылат.



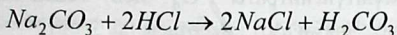
3. Тиосульфаттар иоддун эритмесин түссүз өңгө айлантат жана натрийдин тетратионатын пайда кылат.



Карбонат CO_3^{2-} - иону

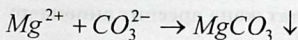
1. Минералдык кислоталар карбонаттардан көмүр кислотасын бөлүп чыгарат. Көмүр кислотасынан CO_2 жана H_2O пайда болот. Көмүр кычкыл газы акиташ суусу менен

аныкталат.



Реакциянын жүрүшүнө сульфиттер жолтоо болот, анткени кислотаны таасир эткенде $SO_2 \uparrow$ пайда болот жана ал акиташ суусу менен $CaSO_3 \downarrow$ ак чөкмөсүн пайда кылат. Ошондуктан CO_3^{2-} аныктаардан мурда SO_3^{2-} , S^{2-} чейин H_2O_2 кошуу менен кычкылдандырат.

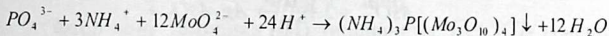
2.Магнийдин сульфаты карбонаттардын эритмеси менен $MgCO_3 \downarrow$ ак чөкмөсүн пайда кылат.



Чөкмө кислоталарда эрийт.

Фосфат PO_4^{3-} -иону

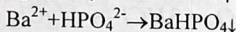
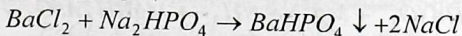
Аммонийдин молибдаты $(NH_4)_2MoO_4$ азот кислотасынын чөйрөсүндө фосфаттар менен аммонийдин фосформолибдатын пайда кылуу менен сары кристаллдык чөкмөнү берет.



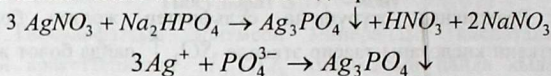
Реакциянын жүрүшүнө SO_3^{2-} , S^{2-} жолтоо болушат анткени алар MoO_4^{2-} молибден тузуна чейин калыбына келтирет.

Ошондуктан калыбына келтиргичтерди реакциядан четтеттиш үчүн алгач азот кислотасы менен кайнатат.

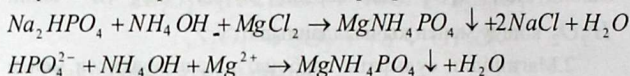
2.Барийдин хлориди PO_4^{3-} иону менен $BaHPO_4$ пайда кылуу менен ак чөкмөнү берет. Чөкмө күкүрт кислотадан башка кислоталарда эрийт.



3. Күмүштүн нитраты PO_4^{3-} иону менен сары чөкмөнү пайда кылат. Чөкмө азот кислотасында эрийт.

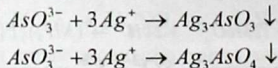


4. Магнезиалдык аралашма $(MgCl_2, NH_4OH, NH_4Cl) \cdot PO_4^{3-}$ иону менен ак кристаллдык чөкмөнү берет

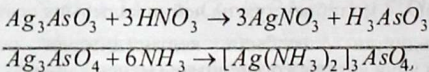


Арсенат жана арсенит аниондору AsO_4^{2-} AsO_3^{2-}

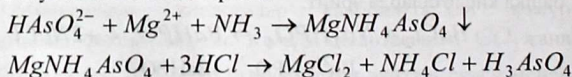
1. Күмүштүн нитраты мышьяктуу H_3AsO_3 жана мышьяк H_3AsO_4 кислоталарынын аниондору менен сары түстөгү Ag_3AsO_3 , күрөң түстөгү Ag_3AsO_4 чөкмөлөрүн пайда кылат. Реакция нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдө жүргүзүлөт.



Чөкмө азот кислотасында жана аммиакта эрийт.

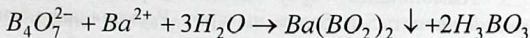
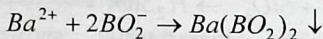
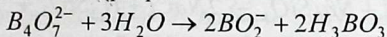


2. Магнезиалдык аралашма $(MgSO_4 + NH_3 + NH_4Cl)$ арсенат иону менен ак кристаллдык чөкмөнү пайда кылат. Чөкмө туз кислотасында эрийт.

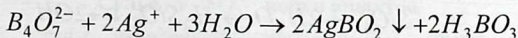


Борат- $B_4O_7^{2-}$ жана, BO_2^- иону

1. Барийдин хлориди тетрабордуу кислотасынын натрий тузу менен барийдин метаборатын $Ba(BO_2)_2$ пайда кылуу менен ак чөкмөнү берет.



2. Күмүштүн нитраты $AgBO_2$ пайда кылуу менен ак чөкмөнү берет чөкмө азот кислотасында жана аммиакта эрийт.



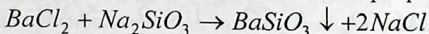
3. Куркум кагазын бораттын кычкыл чөйрөдөгү эритмеси менен нымдайт жана кургатат. Кагаз кызгылт-күрөң түскө ээ болот. Эгерде кагазга суюлтулган щелочтун эритмесин таасир этсе кагаздын түсү кара жашыл же сыя өңдүү түскө өтөт. Бул реакция борат ионуна өтө мүнөздүү келет.

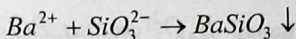
Фтор F^- иону

Фтор иону темирдин (III) тиоцианаты $Fe(SCN)_3$ менен жүргүзүлгөн реакция боюнча аныкталат. Реакция жүргөндө кызыл түстөгү темирдин тиоцианатынын эритмеси түссүз өңгө айлануу менен $[Fe(F_6)]^{3-}$ комплекстик кошулмасын пайда кылат. Реакция кычкыл чөйрөдө жүргүзүлөт HCl .

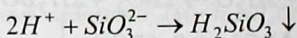
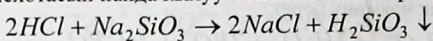
Силикат SiO_3^{2-} иону

1. Барийдин хлориди SiO_3^{2-} иону менен барийдин силикатын пайда кылуу менен $BaSiO_3$ ак чөкмөнү берет.

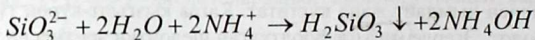
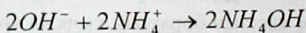
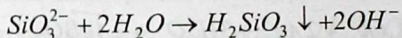




2. Суюлтулган минералдык кислоталар силикаттардын эритмеси менен кремний кислотасын пайда кылуу менен ак чөкмөнү берет

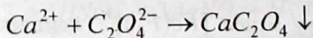


3. Аммонийдин тузу силикаттардын эритмесинен кремний кислотасын бөлүп чыгарат. Реакциянын негизинде пайда болгон OH^- ионун NH_4^+ өзүнө тартып алуу менен гидролиз процессин күчөтөт. Реакция ысытуу менен жүргүзүлөт.



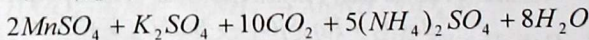
Оксалат $C_2O_4^{2-}$ иону

1. Кальцийдин хлориди шавель кислотасынын тузу менен кальцийдин оксалатын CaC_2O_4 пайда кылуу менен ак кристаллдык чөкмөнү берет. Кальцийдин оксалаты минералдык кислоталарда эрийт. Уксус кислотасында эрибейт.



2. Калийдин перманганаты оксалат иону менен кычкыл чөйрөдө

ысытканда түссүз өңгө айланат ($MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$)



17.3. Биринчи топтун аниондорунун аралашмасынын анализи

Пробиркага 3-5 тамчы изилденүүчү эритмени алып нейтралдуу же начар щелочтуу чөйрөгө жеткирүү менен 5-7 тамчы 0,5н. барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Чөкмөнүн пайда болуусу биринчи топтун аниондорунун бар экендигин аныктайт.

Сульфат - SO_4^{2-} ионун аныктоо

4-5 тамчы изилденүүчү эритмеге 6-8 тамчы 2н азот кислотасын 3-4 тамчы 2н барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Чөкмөнүн пайда болуусу сульфат-ионунун бар экендигин аныктайт.

Сульфит - SO_3^{2-} ионун аныктоо

4-5 тамчы изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы туз кислотасын, 1 тамчы крахмал кошулган көк түстөгү иоддун эритмесин кошушат, ысытат. Сульфит ионунун бар экендиги иоддун эритмесинин түссүз өңгө айланышы менен аныкталат.

Карбонат - CO_3^{2-} ионун аныктоо

Эгерде изилденүүчү эритмеде SO_3^{2-} иону бар болсо эритмеге 4-5 тамчы (8-10%) H_2O_2 кошуу менен суу мончосунда ысытат. $SO_3^{2-}SO_4^{2-}$ ионуна өтөт. Карбонат ионун аныкташ үчүн изилденүүчү эритмеге 6-8 тамчы 2н туз кислотасын кошот. Бөлүнүп чыккан CO_2 газын акиташ суусу аркылуу өткөзүшөт. Акиташ суусунун булангырланышы CO_3^{2-} ионун аныктайт.

Силикат - SiO_3^{2-} ионун аныктоо

Пробиркага 6-8 тамчы изилденүүчү эритмени алып ага аммонийдин хлоридинин кристаллын салып акырындык менен ысытат. Реакциянын негизинде поликремний кислотасы

пайда болуу менен ак чөкмө пайда болот.

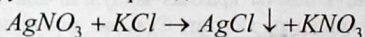
Фосфат- PO_4^{3-} ионун аныктоо

Пробиркага 7-8 тамчы аммонийдин молибдатынын эритмесин $(NH_4)_2MoO_4$ жана 6-7 тамчы бн азот кислотасын жана 5-6 тамчы изилденүүчү эритмени кошуп акырындык менен ысытат. Эритмеде фосфат-ионунун бар экендиги аммонийдин молибдатын пайда кылуу менен сары чөкмөнү берет.

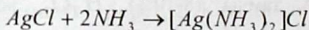
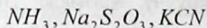
17.4. Экинчи топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары

Хлор Cl^- иону

1. Күмүштүн нитраты $AgNO_3$ хлордун иону менен быштак сыяктуу ак чөкмөнү пайда кылат.



$AgCl$ күкүрт жана азот кислоталарында эрибейт. Бирок комплекстик кошулмаларды пайда кылуучу реагенттерде жеңил эрийт. Мисалы,



$AgCl$ аммонийдин карбонатында $(NH_4)_2CO_3$ эрийт, $AgBr$, AgI , $AgSCN$ аммонийдин карбонатында эрибейт.

Бром- Br^- иону

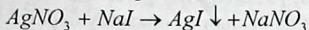
1. Күмүштүн нитраты бромдун иону менен $AgBr$ пайда кылуу менен сары чөкмөнү берет. $AgBr$ азот кислотсында эрибейт, аммиакта начар эрийт.

2. Хлордун суусу бромдун ионун Br^- , Br_2 чейин кычкылдандырат.

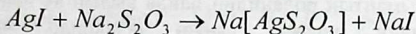
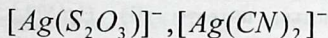
Реакциянын аткарылышы иоддун ионун аныктоосуна окшош.

Иод- I^- иону

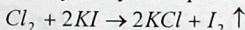
1. Күмүштүн нитраты $AgNO_3$ иоддун иону менен AgI пайда кылуу менен сары чөкмөнү берет. AgI азот кислотасында жана аммиакта эрибейт.



AgI натрийдин тиосульфатынын $Na_2S_2O_3$ калийдин цианидинин эритмелеринде эрүү менен комплекстик кошулмаларды пайда кылат.



2. Хлордун суусу иодду кошулмаларынан бөлүп чыгарат.



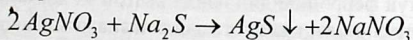
Реакциянын аткарылышы

Бир тамчы KI эритмесине 2-3 тамчы H_2O , 2-3 тамчы 1 м H_2SO_4 , бир нече тамчы бензол же хлороформду жана 1 тамчы хлор суусун же $NaClO$ эритмесин кошуп аралаштырат. Бензол же хлороформдун катмары көк сыя өндүү түскө өтөт.

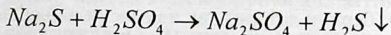
Сульфид- S^{2-} иону

1. Күмүштүн нитраты сульфид иону менен күмүштүн сульфидин пайда кылуу Ag_2S менен кара чөкмөнү берет.

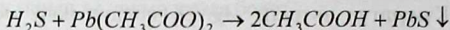
Ag_2S аммиакта эрибейт, суюлтулган азот кислотасында ысытуу менен эрийт.



2. H_2SO_4 , HCl кислоталары сульфиддерди ажыратып жиберет

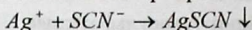


Күкүрттүү суутекти H_2S жыты боюнча ошондой эле коргошундун ацетаты менен нымдалган кагаздын карайышы боюнча аныктоого болот.



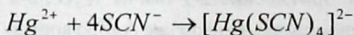
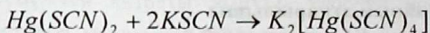
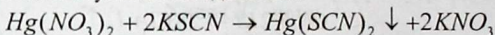
Роданид- SCN^- иону

1. Күмүштүн нитраты роданид-иону менен күмүштүн роданидин пайда кылып ак чөкмөнү берет.



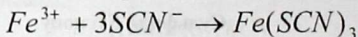
$AgSCN$ суюлтулган азот кислотасында, аммонийдин карбонатында эрибейт, аммиакта аз санда эрийт.

2. Сымаптын нитраты (II) $Hg(NO_3)_2$ роданид-иону менен сымаптын роданидин пайда кылып ак чөкмөнү берет. Роданиддин ашыкча санын кошкондо эрүү менен комплекстик кошулманы пайда кылат.



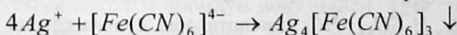
2. Темирдин тузу (III) роданид-иону менен темирдин роданидин пайда

кылып эритме кызыл түскө өтөт.

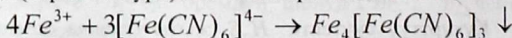


Ферроцианид- $[Fe(CN)_6]^{4-}$ иону

1. Күмүштүн нитраты $[Fe(CN)_6]^{4-}$ иону менен күмүштүн ферроциандин пайда кылып ак чөкмөнү берет жана ал суюлтулган азот кислотасында жана аммиакта эрибейт.



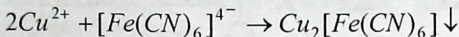
2. Темирдин тузу (III) нейтралдуу жана начар кычкыл чөйрөдө (берлин лазури) көк чөкмөсүн пайда кылат.



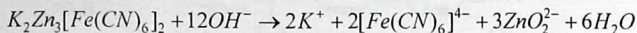
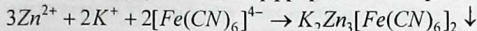
Чөкмө концентрацияланган туз кислотасында эрийт.

3. Жездин тузу (II) нейтралдуу же уксус кислотасынын

чөйрөсүндө жездин ферроцианидин пайда кылуу менен кызгылт-күрөң чөкмөнү берет жана ал минералдык кислоталарда, аммиакта эрийт.

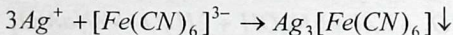


4. Цинктин тузу щелочто эрүүчү ак чөкмөнү пайда кылат.



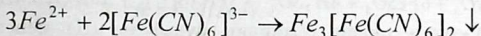
Феррицианид- $[Fe(CN)_6]^{3-}$ иону

1. Күмүштүн нитраты $[Fe(CN)_6]^{3-}$ иону менен күмүштүн феррицианидин пайда кылуу менен саргыч кызыл түстөгү чөкмөнү берет



чөкмө азот кислотасында эрибейт, аммиакта эрийт.

2. Темирдин тузу (II) нейтралдуу жана кычкыл чөйрөдө көк чөкмөнү пайда кылат.



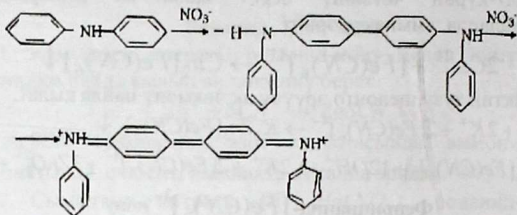
3. Темирдин тузу (III) чөкмөнү пайда кылбайт. Эритме күрөң түскө айланат.

4. Цинктин тузу $[Fe(CN)_6]^{4-}$ иону менен $Zn_3[Fe(CN)_6]_2$ пайда кылуу менен сары чөкмөнү берет. Бул реакциянын жардамы менен $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$ иондорун SCN^- , Cl^- , Br^- жана I^- иондорунан бөлүп алуу үчүн колдонулат.

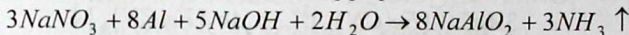
17.5. Үчүнчү топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары. Нитрат NO_3^- иону

Дифениламин нитраттарды калыбына келтирүү менен дифенилбензидинге айланат жана хиноиддик структурага

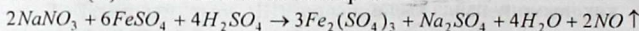
өтөт, көк түскө айланат.



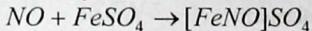
2. Алюминий же цинк менен азот кислотасынын туздарын калыбына келтиргенде аммиак пайда болот. Аммиак нымдалган лакмус кагазынын көгөрүшү менен аныкталат



3. FeSO_4 кычкыл чөйрөдө азот кислотасын азоттун окисине (II) чейин калыбына келтирет.

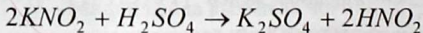


Азоттун окиси темирдин сульфаты (II) менен күрөң түстөгү комплекстик кошулманы пайда кылат

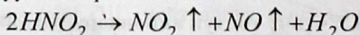


Нитрит - NO_2^- иону

1. Кислоталар нитриттер менен аракеттенишип азоттуу кислотасын пайда кылат.

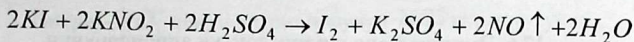


Азоттуу кислотасы туруксуз болгондуктан азоттун окисине жана сууга ажырап кетет.



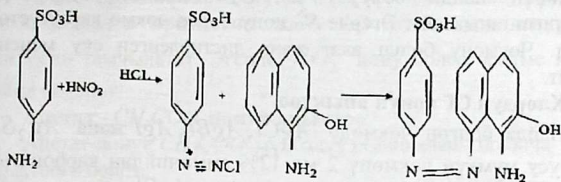
Азоттун кош окиси NO_2 күрөң түстү берет.

2. Калий иодиди нитриттер менен кычкыл чөйрөдө аракеттенишет.



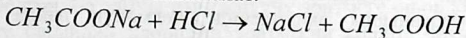
Нитриттер кычкыл чөйрөдө иодду молекула түрүнө чейин кычкылдандырат. Иодду крахмалдын эритмесинин көгөрүшү боюнча аныктайт.

3. Сульфанил кислотасы жана а-нафтол нитриттер менен ачык кызыл түстөгү азо - кошулмасын пайда кылат

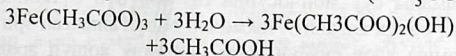
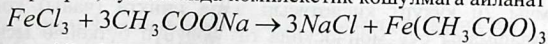


Ацетат- CH_3COO^- иону

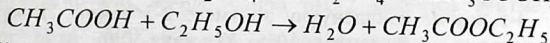
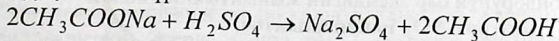
1. Уксус кислотасынын тузуна күчтүү кислоталарды таасир эткенде уксус кислотасы бөлүнүп чыгат жана мүнөздүү жыты боюнча аныкталат.



2. Темирдин хлориди (III) ацетаттар менен комплекстик кошулманы пайда кылат. Алгач кызгылт-күрөң түстөгү чөкмөнү берет, суюлтканда комплекстик кошулмага айланат.



Уксус кислотасынын эфири кычкыл чөйрөдө спирттердин катышуусу менен жүрөт.



Кычкыл чөйрөдө уксус кислотасы бөлүнүп чыгып спирттер менен эфирди пайда кылат. Учма эфир мүнөздүү жыты менен аныкталат.

17.6. Экинчи жана үчүнчү топтун аниондорунун аралашмасынын анализи

Алгач экинчи топтун аниондорунун бар экендигин билүү үчүн 2-3 тамчы изилденүүчү эритмеге 3-4 тамчы 2н. азот кислотасын, жана 2-3 тамчы күмүштүн нитратын кошот. Чөкмөнүн пайда болуусу 2-топтун аниондорунун бар экендигин аныктайт. Эгерде S^{2-} иону болсо чөкмө кара түстө болот. Чөкмөнү бөлүп алат жана дистирленген суу менен жууйт.

Хлордун Cl^- ионун аныктоо.

Пайда болгон чөкмөдө $AgCl$, $AgBr$, AgI жана Ag_2S болуусу мүмкүн чөкмөнү 2 мл 12% аммонийдин карбонаты менен иштетишет. Күмүштүн хлориди $AgCl$ комплекстик кошулманы пайда кылуу менен эрийт. $[Ag(NH_3)_2]Cl$, чөкмөнү бөлүп алышат. Чөкмөдөн бөлүп алган эритмени экиге бөлөт. Биринчисине азот кислотасын, экинчисине калийдин иодидин кошот. Биринчи эритменин булгангырланышы экинчисинде чөкмөнүн пайда болушу хлордун ионунун бар экендиги аныкталат.

Бром Br^- жана иод I^- иондорун аныктоо.

Хлордун ионун бөлүп алгандан кийинки чөкмөгө 4-5 тамчы 2н күкүрт кислотасын жана цинкти (чаңы) кошот. Аралашманы суу мончосунда газ бөлүнүп бүткөнчө ысытат. Чөкмөнү бөлүп алышат. Чөкмөдөн бөлүп алынган эритмеге бир нече тамчы хлор суусун жана бензолду кошуп аралаштырат. Эритменин түсүнүн өзгөрүшү бромдун жана иоддун иондорунун бар экендигин жыйынтыктаса болот.

Нитрит- NO_2^- ионун аныктоо.

4-5 тамчы изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы 2н күкүрт кислотасын, 4-5 тамчы 10% KI жана бир нече тамчы крахмалдын эритмесин кошуп аралаштырат. Эгерде NO_2^- болсо эритме көк түскө айланат.

Нитрат- NO_3^- ионун нитрит ионунун NO_2^- катышуусунда аныктоо.

Алгач нитрит NO_2^- ионун четтетиш үчүн 5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге аммонийдин хлоридинин бир нече кристаллын салып газ бөлүнүп бүткөнчө (N_2) ысытат.

Предметтик айнеке 2-3 тамчы дифениламиндин күкүрт кислотасындагы эритмесин жана 2-3 тамчы изилденүүчү эритмени тамчылатат. Эгерде NO_3^- иону болсо эритме көк түскө айланат.

Ацетат - CH_3COO^- ионун аныктоо.

Ацетат-ионун CH_3COO^- мүнөздүү реакциялары боюнча аныктоого болот.

17.7. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун аниондорунун аралашмасынын анализи

Алгачкы изилдөө.

Биринчи топтун аниондоруна изилдөө жүргүзүү рН 7-9 барабар болгон 4-5 тамчы изилденүүчү эритмеге ошондой эле көлөмдөгү барийдин хлоридин эритмесин кошот. Чөкмөнүн пайда болуусу биринчи топтун аниондору бар экендигин билдирет.

Экинчи топтун аниондоруна изилдөө жүргүзүү

4-5 тамчы изилденүүчү эритмеге 4-5 тамчы азот кислотасын жана күмүштүн нитратын кошот. Эгерде чөкмө пайда болсо экинчи топтун аниондорунун бар экендигин аныктайт.

Эритменин чөйрөсүн индикатордук кагаздын жардамы менен текшерүү. Эгерде чөйрө рН 2 көрсөтсө эритмеде CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , NO_2^- иондору болушу мүмкүн.

Кычкылдандыргыч-аниондорду текшерүү.

2н күкүрт кислотасы менен кычкылдандырылган 5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы KI жана бир нече тамчы крахмалдын эритмесин кошот. Эгерде NO_2^- бар болсо эритме көк түскө айланат.

Калыбына келтиргич-аниондорду текшерүү.

5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге 2 тамчы 1н H_2SO_4 , 2-3 тамчы $KMnO_4$ суюлтулган эритмесин кошот. Эгерде эритме түссүз өңгө айланса, SO_3^- , NO_2^- , I^- , Br^- иондору болушу мүмкүн

Газдын бөлүнүп чыгышын текшерүү.

3-4 тамчы изилденүүчү эритмеге 3 тамчы 4 н күкүрт кислотасын кошуп аралаштырат жана акырындык менен ысытат. Газдын бөлүнүп чыгышы эритмеде CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , NO_2^- иондору болушу мүмкүн.

Аниондорду аныктоо

Сульфат SO_4^{2-} -иону

Сульфат-иону өзүнчө кычкылдандырылган эритмеден барийдин хлоридин кошуу менен аныктайт.

Сульфит SO_3^{2-} -иону

Изилденүүчү эритмеден алып ага күкүрт кислотасын кошуп ысытат. Бөлүнүп чыккан газды калийдин перманганатынын эритмеси аркылуу өткөзөт. Эгерде эритмеде NO_2^- жана S^{2-} иондору болсо реакциянын жүрүшүнө жолтоо болушат.

Ошондуктан 4 тамчы изилденүүчү эритмеге 4 тамчы барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Пайда болгон чөкмөнү бөлүп алышат жана дистирленген суу менен жууп 2-3 тамчы 2н туз кислотасы менен иштетишет. Бөлүнүп чыккан газды (SO_2) андан ары изилдейт.

Карбонат- CO_3^{2-} -иону

Карбонат-ионун өзүнчө эритмеден изилдейт. Эгерде эритмеде SO_3^{2-} иону бар болсо алгач аны SO_4^{2-} чейин кычкылдандырат. Анткени ал жолтоо болот. Мындай учурда изилденүүчү эритмеге 8% H_2O_2 эритмесин кошуп суу мончосунда ысытат. Андан кийин CO_3^{2-} ионун изилдейт.

Силикат SiO_3^{2-} иону

Силикат-ионун өзүнчө эритмеден аммоний хлориди NH_4Cl же туз кислотасы менен иштетишет.

Фосфат PO_4^{3-} иону

Фосфат иону өзүнчө эритмеден магнизиалдык аралашма же молибден суюктугу менен аныкталат. Эгерде эритмеде SiO_3^{2-} жана экинчи группанын аниондору болсо PO_4^{3-} ионун аныктоо мындайча жүргүзүлөт. 5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге ошондой эле көлөмдөгү барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Пайда болгон чөкмөнү бөлүп алып дистирленген суу менен жууп, 2н туз кислотасында эритет. Туз кислотасы кошулган эритмени аммиак менен рН 7-8 чейин нейтралдаштырат жана аммонийдин хлоридинин бир нече кристаллын салып аралашманы акырындык менен ысытат. Пайда болгон поликремний кислотасынын чөкмөсүн бөлүп алышат. Чөкмөдөн бөлүнүп алынган эритмеден PO_4^{3-} ионун молбиден суюктугу же магнизиалдык аралашма менен аныктайт.

Сульфид - S^{2-} ион

Сульфид-ион өзүнчө эритмеден коргошундун ацетанынын эритмеси менен же эркин күкүрткө чейин кычкылдандырат.

S^{2-} иону Cl^- , Br^- , I^- иондорун ачууга жолтоо болот. Ошондуктан эритмеден S^{2-} ионун четтетүү үчүн 5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге (рН 7-9) цинктин сульфатынын эритмесин кошуп ысытат. ZnS чөкмөгө түшөт. Эритмеден Cl^- , Br^- , I^- иондорун аныктайт.

Хлордун Cl^- иону

Эгерде эритмеде бромдун иону жок болсо хлордун ионун

күмүштүн нитраты менен ачууга болот. Эритмеде бромдун иону болгон учурда күмүштүн тузунун чөкмөсүн аммонийдин карбонатынын эритмеси менен иштетишет.

Бромдун Br^- иону

Бромдун ионун ачуу үчүн хлордун суусу менен Br_2 чейин кычкылдандырат. Эгерде эритмеде S^{2-} , SO_3^{2-} иондору болсо алгач кычкыл чөйрөдө калийдин перманганаты менен кычкылдандырат. Ошондуктан 5-6 тамчы изилденүүчү эритмеге 2 тамчы 2н күкүрт кислотасын калийдин перманганатынын эритмесин кызгылт боз өңгө чейин тамчылатат. Алынган эритмеден бромдун ионун аныктайт.

Иоддун I^- иону

5 тамчы изилденүүчү эритмеге 2 тамчы концентрацияланган күкүрт кислотасын кошот. Бөлүнүп чыккан иодду нымдалган крахмал кагазы менен аныктайт.

Нитрат- NO_3^- иону

Нитрат-иону дифениламин менен ачылат. Эгерде эритмеде NO_2^- болсо алгач аны аммонийдин хлориди же мочевина менен четтетилет.

Нитрит- NO_2^- иону

Нитрит-иону өзүнчө эритмеден минералдык кислоталарды таасир этүү менен (күрөң газ бөлүнүп чыгат) же KI , сульфанил кислотасы жана α -нафтиламин менен ачат.

Ацетат- CH_3COO^- иону

Ацетат-иону өзүнчө эритмеден концентрацияланган күкүрт кислотасынын таасири, темирдин (III) хлориди, же изоамил спирти менен күкүрт кислотасынын чөйрөсүндө аныктайт.

17.8. Текшерүү суроолору.

1. Аниондордун группаларга бөлүнүшү эмнеге негизделген жана ар бир группа кандайча мүнөздөлөт?

2. Аниондордун анализи катиондордун анализинен эмнеси менен айрымаланат? Аниондордун анализиндеги топтук реagentтин мааниси эмнеде?

3. Кислоталар сульфиттерге кандайча таасир этет? SO_2 газынын бөлүнүшүн кайсы реакциянын жардамы менен аныктоого болот?

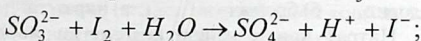
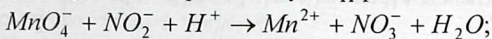
4. Металл түрүндөгү цинк сульфиттерге кандайча таасир этет? Реакциясын жазгыла?

5. Кандай ыкма менен PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , SO_3^{2-} аниондорун бири-биринен ажыратып алууга болот? Реакциясын жазгыла

6. Нитрат-ионун NO_3^- нитрит ионунун NO_2^- катышуусунда кантип аныктоого болот?

7. Cl^- , Br^- , I^- иондорун S^{2-} ионунун катышуусунда кантип аныктоого болот?

8. Төмөнкү реакцияларды молекула түрүндө жазгыла?



9. Ацетат ионун кантип ачууга болот? Реакцияларын жазгыла?

10. Кайсы реакциянын жардамы менен NO_2^- ионун NO_3^- ионунан айрымалоого болот?

11. NO_3^- ионуна мүнөздүү болгон бардык реакцияларын жазгыла?

12. NO_2^- ионун реакциядан кантип четтетүүгө болот? Реакциясын жазгыла?

13. SO_2^- ионунун ачылуусуна NO_2^- жана S^{2-} иондору жолтоо болушат. Бул иондорду реакциядан кантип четтетүүгө болот?

14. CO_3^{2-} ионунун ачылышына SO_3^{2-} иону жолтоо болбош үчүн аны реакциядан кантип четтетүүгө болот?

15. Cl^- ионун Br^- жана I^- иондорунун катышуусунда кандай ыкма менен аныктоого болот?

17.9. Аниондор боюнча тестирлөөнүн суроолору.

1. Изилденүүчү эритмеге күкүрт кислотасын жана калийдин перманганатын кошкондо эритме түссүз өңгө айланат. Эритмеде кайсы аниондор бар?

- а) Сульфит б) нитрит,
в) хлорид, иодид г) бардыгы бар

2. Эритмеге күкүрт кислотасын, калийдин иодиди жана крахмалды кошкондо аралашма көк түскө айланат. Эритмеде кайсы анион бар?

- а) нитрат б) иодид в) нитрит г) сульфит

3. Эритмеге күкүрт кислотасын (концентрацияланган) жана металл түрүндөгү жезди кошкондо эритме саргайт, ысытканда күрөң газ бөлүнүп чыгат. Эритмеде кайсы анион бар?

- а) хлорид б) бромид в) нитрат г) иодид

4. Нитрат ионун кайсы реагенттин жардамы менен нитрит-ионунун катышуусунда ачууга болот?

- а) күкүрт кислотасы б) калийдин иодиди
в) сульфанил кислотасы г) баардыгы

5. Нитрат жана нитрит иондорун дифениламин менен ачканда кандай аналитикалык эффект пайда болот?

- а) эритме көк түскө ээ болот б) эритме сары түскө өтөт
в) көк чөкмө пайда болот г) сары чөкмөнү берет

6. Ацетат ионунун темирдин хлориди (III) менен ачылышы эмнеге негизделген?

а) темирдин ацетатынын пайда болуусу менен түсүнүн өзгөрүшү

б) темирдин ацетатынын толук гидролиз процессине учуроо менен темирдин гидроксидин пайда кылат жана чөгөт

в) гидролиздин негизинде темирдин ацетатынын негизги

тузу пайда болуу менен кебез өңдүү чөкмө чөгөт

7. Хлорид жана сульфид аниондорун күмүштүн нитраты менен ачканда кандай аналитикалык эффект пайда болот?

- а) кара жана ак чөкмө б) ак жана кара чөкмө
в) ак чөкмө г) кара чөкмө

8. Бромдун анионун күмүштүн нитраты менен ачканда кандай аналитикалык эффект пайда болот?

- а) ак чөкмө б) ачык сары чөкмө
в) сары чөкмө г) эритме сары түскө өтөт

9. Иоддун анионун күмүштүн нитраты менен ачканда кандай аналитикалык эффект пайда кылат?

- а) чөкмө б) ачык сары чөкмө
в) эритме сары түскө ээ болот

10. Йоддун аниону бар эритмеге хлор суусун кошкондо бензолдун катмары кандай түскө өтөт?

- а) сыя б) кызгылт-күрөң
в) сары түскө ээ болот г) өзгөрбөйт

11. Күмүштүн галогендер менен болгон кошулмасынын кайсынысы аммонийдин карбонатында эрийт?

- а) күмүштүн иодиди б) күмүштүн бромиди в) күмүштүн хлориди

12. Аралашмага күмүштүн нитратын таасир эткенде кайсы анион биринчилерден болуп чөгөт?

- а) иодид б) бромид в) хлорид г) роданид

13. Фосфат-ионду магниалдык аралашма менен ачканда кандай аналитикалык эффекти пайда кылат?

- а) сары чөкмө б) эритме сары түскө ээ болот
в) күрөң чөкмө г) ак кристаллдык чөкмө

14. Сульфит ионду кычкыл чөйрөдө калийдин перманганаты менен ачканда кандай аналитикалык эффекти пайда кылат?

- а) эритме кызгылт сыя өңдүү түскө ээ болот б) ак чөкмө
в) эритме түссүз өңгө айланат г) күрөң чөкмө

15. Фосфат-ионду күмүштүн нитраты менен ачканда реакция кандай аналитикалык эффекти пайда кылуу менен жүрөт?

- а) ак чөкмө
- б) сары чөкмө
- в) күрөң чөкмө
- г) эритме сары түскө өтөт

16. Силикат ионду кычкыл чөйрөдө ысытуу менен ачканда кандай аналитикалык эффект пайда болот?

- а) ак кристаллдык чөкмө
- б) ак аморфтук чөкмө
- в) сары кристаллдык чөкмө
- г) ак уютулган сыяктуу чөкмө

17. Карбонат-ионду сульфит-иондун катышуусунда кантип ачууга болот?

а) температураны жогорулатуу менен сульфит-ионду ажыратат

б) сульфит-ионду суутектин пероксиди менен кычкылдандырганда кычкыл чөйрөдө көмүр кычкыл газын бөлүп чыгарат.

в) акиташ суусу менен

г) калийдин перманганаты менен кычкыл чөйрөдө

18. Сульфит ионду кайсы реагенттин жардамы менен ачууга болот?

а) барий хлориди менен кычкыл чөйрөдө

б) күмүштүн нитраты менен кычкыл чөйрөдө

в) акиташ суусу менен

г) калийдин перманганаты менен кычкыл чөйрөдө

19. Карбонат ионду кайсы реагенттин жардамы менен кандай шартта ачууга болот?

а) калийдин перманганаты менен кычкыл чөйрөдө

б) кычкыл чөйрөдө көмүр кычкыл газын бөлүп чыгарып акиташ суусу аркылуу өткөрөт.

в) күмүштүн нитраты менен кычкыл чөйрөдө

г) барийдин хлориди менен кычкыл чөйрөдө

20. Силикат ионду кайсы реагенттин жардамы менен ачууга болот?

- а) күмүштүн нитраты
- б) барийдин хлориди
- в) аммонийдин тузу менен ысыгат
- г) молибден суюктугу менен

21. Көрсөтүлгөн аниондордун кайсынысы кычкыл чөйрөдө болуусу мүмкүн жана калийдин перманганаты менен реакцияга кирет?

- а) сульфид
- б) иодид
- в) бромид
- г) фосфат

22. Кайсы аниондор өтө кычкыл чөйрөдө болуусу мүмкүн эмес?

- а) сульфат, фосфат
- б) карбонат, сульфит
- в) нитрат, силикат
- г) бромид, иодид

23. Кайсы реакция фосфат-ионго мүнөздүү келет?

- а) молибден суюктугу
- б) барийдин хлориди
- в) барийдин нитраты
- г) йод суусу

24. Кремний кислотасын эмнеде эритсе болот?

- а) щелочто
- б) суюлтулган минералдык кислотада
- в) уксус кислотасында
- г) концентрацияланган азот кислотасында

25. Туздардын кайсынысы суюлтулган туз кислотасында эрибейт

- а) барийдин сульфаты
- б) барийдин карбонаты
- в) барийдин сульфити
- г) барийдин фосфаты

26. Эритмеде галогендердин жана сульфид аниондору бар. Хлор суусун кошкондо кандай иретте кычкылдануу жүрөт.

- а) бромид иодид сульфид
- б) иодид, бромид, сульфид
- в) сульфид, иодид, бромид
- г) сульфид, бромид, иодид

27. Иодид, бромид, сульфид, хлорид иондорунун топтук реагенти кайсы?

- а) барийдин хлориди
- б) суюлтулган азот кислотасындагы күмүштүн нитраты
- в) магнийдин хлориди
- г) топтук реагенти жок

17.10. Катуу заттын анализи.

Анализ үчүн катуу заттан 0,1-0,3 гр алынат. Анализ жасалганга чейин катуу затты майдалайт жана үчкө бөлөт. Бир бөлүгүн катиондорду, экинчисин аниондорду анализдөөгө, үчүнчүсүн тажрыйбаларды текшерүү же кайталоо үчүн колдонушат. Анализ заттын ар кандай эриткичтерде эрүүсүн текшерүүдөн башталат. Алгач эң аз сандагы затты 10-12 мл дистирленген сууга салып айнек таякчасы менен аралаштырып эригичтигин байкашат. Эгерде зат ысык сууда эрибесе, 2н уксус кислотасында, 2н туз кислотасында байкоо жүргүзүлөт. Эгерде тескери жыйынтык болсо падыша арагында (HCl, HNO_3 концентрацияланган эритме), аммиактын эритмесинде эритишет. Изилденүүчү заттын эригичтигине жараша анализдин ар кандай вариантын колдонушат.

Сууда эриген заттын анализи

Анализденүүчү заттан 0,05-0,1гр алып 4-5 мл дистирленген сууга эритет. Эригичтиктин таблицасы боюнча эритмеде кайсы туздардын болушу мүмкүндүгүн жыйынтыктайт.

Алгач эритменин түсүнө жана pH чөйрөсүнө көңүл бурулат. Эгерде эритме түстүү болсо $Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, Fe^{3+}, Cr^{3+}, CrO_4^{2-}, Cr_2O_7^{2-}$ иондору болушу мүмкүн. Щелочтуу чөйрө- эритмеде гидроксиддердин же күчтүү негиздердин жана начар кислоталардын туздары бар экендигин билдирет. ($Na_2S, K_2CO_3, CH_3COONa$) Кычкыл чөйрө - кислоталардын, кычкыл туздар же күчтүү кислоталардын жана начар негиздердин туздары болоорун аныктайт. ($NH_4Cl, ZnCl_2, AlCl_3$) Нейтралдуу чөйрө-эритмеде күчтүү кислоталардын жана күчтүү негиздердин туздары (KCl, Na_2SO_4) же начар кислоталардын жана начар негиздердин туздары (NH_4CH_3COO) болушун айкындайт.

Алгачкы байкоолордун жыйынтыгы боюнча катиондорду жана аниондорду аныктоого киришет.

Катиондорду аныктоо

Алгач кайсы группанын катиондору бар экендигин группалык реагенттердин жардамы менен текшерилет.

Биринчи топтун катиондорун текшерүү

3-4 тамчы изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы натрийдин карбонатын Na_2CO_3 кошот. Чөкмө пайда болбосо эритмеде биринчи группанын катиондору бар деп жыйынтыктаса болот. Эритмеден катиондорду мүнөздүү реакциялары боюнча аныктайт.

Экинчи топтун катиондорун текшерүү

Изилденүүчү эритмеден 10-12 тамчы алып ага 2-3 тамчы 2н туз кислотасын кошуп байкоо жүргүзөт. Эгерде чөкмө пайда болсо туз кислотасын кошуу менен катиондорду толугу менен чөктүрөт. Чөкмөнү бөлүп алып жана дистирленген суу менен жууйт. Чөкмөдөн экинчи группанын катиондорун изилдейт.

Үчүнчү топтун катиондорун текшерүү.

2-3 тамчы изилденүүчү эритмеге ошондой эле көлөмдөгү 2н күкүрт кислотасын кошуп ысытат. Пайда болгон чөкмөдөн үчүнчү группанын катиондорун мүнөздүү реакциялары боюнча табат.

Төртүнчү топтун катиондорун текшерүү

Эгерде туз кислотасын жана күкүрт кислотасын кошкондо чөкмө бар болсо анда 2-3 тамчы изилденүүчү эритмеге 5-6 тамчы натрийдин гидроксидин (ашыкча санын) кошкондо алгач пайда болгон чөкмөнүн эрип кетиши төртүнчү топтун катиондору бар деген жыйынтыкка келүүгө болот.

Бешинчи топтун катиондорун текшерүү.

Изилденүүчү эритмеге натрийдин гидроксидинин эритмесин ашыкча санын кошкондо чөкмө эрибесе бешинчи топтун катиондору бар деген жыйынтыкка келет.

Алтынчы группанын катиондорун текшерүү

Изилденүүчү эритмеге аммиактын эритмесин ашыкча санын кошкондо чөкмөнүн эрип кетиши боюнча алтынчы топтун катиондору бар деген жыйынтык чыгарууга болот.

Андан ары ар бир группалар боюнча катиондорду табууга киришет.

Аниондорду аныктоо.

Аниондордун биринчи тобун текшерүү

2-3 тамчы нейтралдуу же начар щелочтуу эритмеге 2 тамчы барийдин хлоридинин эритмесин кошот. Чөкмөнүн пайда болушу биринчи топтун аниондорунун бар экендигин аныктайт.

Аниондордун экинчи тобун текшерүү

Эгерде экинчи топтун аниондору эритмеде болсо изилденүүчү эритмеге 2 тамчы 2n азот кислотасын жана бир тамчы күмүштүн нитратын кошкондо чөкмө пайда болот.

Аниондордун үчүнчү тобун текшерүү

Эгерде биринчи жана экинчи топтун аниондорун текшергенде чөкмө пайда болбосо, үчүнчү топтун аниондору болушу мүмкүн деген жыйынтыкка келүүгө болот.

Сууда эрибеген заттын анализи

Эригичтиктин таблицасы боюнча төмөндөгүдөй жыйынтыкка келүүгө болот: анализденүүчү затта биринчи топтун катиондору болуусу мүмкүн эмес анткени алар пайда кылган туздар сууда жакшы эрийт. Изилденүүчү затты алып ага 2n туз кислотасын кошуп ысытат. Эгерде зат эрибесе анда аны 2n азот же күкүрт кислотасында эригичтигин текшерет. Кайрадан изилденүүчү затты алып ага концентрацияланган азот кислотасын кошуп жыгты тартып кетүүчү шкафта ысытат. Эгер зат эриген болсо эритмедеги кислотанын ашыкча санын буулантат. Заттын калдыгын анча көп эмес көлөмдөгү сууга ысытуу менен эритет жана туз кислотасы менен кычкыл чөйрөгө жеткизет. Заттын кислоталарда эриши менен газдардын бөлүнүп чыгышы мүмкүн CO_2 , SO_2 , H_2S демек эритмеде аниондор бар деген жыйынтыкка келүүгө болот CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , S_2^- . Изилденүүчү затка туура келген эриткичти

табуу менен сууда эриген заттын анализинин схемасы боюнча иштейт. Алгач пайда болгон кычкыл эритмелерди нейтралдаштырууну талап кылынат. Эгерде зат туз жана күкүрт кислотасында эриген болсо эритмеде

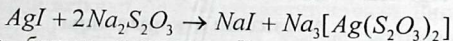
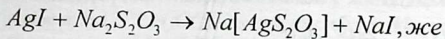
Pb^{2+} , $[Hg_2^{2+}]$, Ag^+ жана ошондой эле үчүнчү топтун катиондорунун жок экендиги аныкталат. Заттын кислоталарда эрип газдарды бөлүп чыгарышы учма кислоталардын туздары бар экендигин билдирет. Эгерде зат сууда, кислотада жана падыша арагында эрибесе анда күмүштүн галогениддери $AgCl$, $AgBr$, AgI жана сульфаттар $BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$, $PbSO_4$ болушу мүмкүн.

Коргошундун сульфатын эритүү үчүн натрийдин гидроксидин ашыкча санын кошот. Пайда болгон эритмеден

Pb^{2+} мүнөздүү реакциялары менен ачат.

Күмүштүн хлоридин жана бромидин эритүү үчүн аммиактын эритмесин ашыкча санын кошот жана эритмеден күмүштүн Ag^+ катионун аныктайт.

Күмүштүн иодидин эритүү үчүн натрийдин тиосульфатын кошот



Пайда болгон эритмеден Г мүнөздүү реакциялары боюнча табат. Сульфаттарды эритүү үчүн ($BaSO_4$, $SrSO_4$, $CaSO_4$) аларды карбонаттарга айлантат

жана уксус кислотасында эритет. Эритмеден Ba^{2+} , Sr^{2+} жана Ca^{2+} мүнөздүү реакциялары боюнча аныктайт.

18- глава. ЭКСТРАКЦИЯ ЖАНА ХРОМАТОГРАФИЯ МЕТОДДОРУ БОЮНЧА ТАЖРЫЙБАЛЫК ИШТЕР

18.1. Экстракция методу боюнча тажрыйбалык иштердин аткарылышы.

Катиондорду бөлүү учурунда чектелген сандагы реагенттерди колдонушат. Экстракция методунун тандалмалуулугун жогорулатуу үчүн суу фазасынын рН чөйрөсүн жөнгө салуу жана айрым иондорду жашыруу (маскировкалоо) менен жетишет. Экстракция бөлүп алуу куйгучтарында жүргүзүлөт. Изилденүүчү эритмеге бардык реагенттерди жана экстрагентти кошуу менен бөлүп алуу куйгучунун оозун тыгыны менен жабат. Тыгынды көрсөткүч манжа менен кармоо менен бир нече мүнөт оодарыштырып аралаштырат. Эритме эки катмарга бөлүнөт. Пайда болгон катмарлар суу жана органикалык фазадан турат.

Экстракция анализин жүргүзүү үчүн алгач бир нече катиондордун комбинациясы түзүлөт. Мисалы:
 Cu^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} .

Анализдин аткарылышы

Жездин Cu^{2+} катионунун алдын-ала изилдөө

Бир нече тамчы изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы 2м HCl , бир нече тамчы натрийдин диэтилдитиокарбаминатынын хлороформдогу бир проценттүү эритмесин кошот. Бир мүнөткө чейин чайкайт.

Жездин катионунун болушу органикалык фазанын (1) күрөң сары түскө ээ болушу менен аныкталат.

Жездин Cu^{2+} катионун бөлүп алуу жана аныктоо

Изилденүүчү эритмеге 2м HNO_3 эритмесин кошуп рН 1-2 чейин жеткизет жана 1мл ацетилацетонду кошуп бир мүнөткө чейин чайкайт. Эритме эки фазага бөлүнөт жана аларды бөлүп алышат. Суу фазасына 0,5мл ацетилацетонду кошуп кайрадан бир мүнөткө чейин чайкайт жана фазаларды бөлүп

алышат. Органикалык фазага натрийдин ДЭДТК хлороформдогу бир проценттүү эритмесин кошуп чайкайт.

Жездин катиону Cu^{2+} болсо органикалык фаза күрөң сары түскө ээ болот.

Сымаптын Hg^{2+} катионун бөлүп алуу жана аныктоо

pH 1-2 болгон суу фазасына (1) дитизондун CCl_4 эритмесин кошуп 3 мүнөттүк убакытка чейин чайкайт. Фазаларды бөлүп алышат. Суу фазасы (2) бөлүштүрүү куйгучунда кала берет. Органикалык фазанын кызгылт сары түсү сымаптын Hg^{2+} катионунун бар экендигин далилдейт. Аны текшерүү үчүн органикалык фазаны суу менен жууйт жана сымапты реэкстракциялайт. 1-1,5мл 1м KI эритмесине 3-4 тамчы 2м H_2SO_4 кошот. Эритмени чайкайт жана фазаларды бөлүп алышат. Реэкстрактка 2м NH_3 кошуп pH 8 чейин жеткизет жана дитизондун CCl_4 эритмеси менен экстракциялайт. Эгерде сымаптын катиону болсо органикалык фаза кызгылт-сары түскө ээ болот.

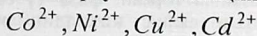
Цинктин Zn^{2+} катионун бөлүп алуу жана аныктоо

Суу фазасына (2) CH_3COONa кургак тузун кошуу менен pH 4-5 чейин жеткизет, $Na_2S_2O_3$ кургак тузун кошот. Дитизондун CCl_4 эритмеси менен 3 мүнөттүн ичинде экстракциялайт. Цинктин дитизонаты экстракцияланат. Кадмий суу фазасында (3) кала берет. Органикалык фазанын кызыл түскө өтүүшү. цинкти Zn^{2+} аныктайт.

Кадмийдин Cd^{2+} катионун аныктоо

Суу фазасына (3) 2м NH_3 кошуп pH 8 чейин жекизет жана дитизонду CCl_4 эритмеси менен экстракциялайт. Органикалык фаза кызыл түскө ээ болушу менен кадмийди аныктайт.

Катиондордун комбинациясы



Анализдин аткарылышы

Co^{2+}, Ni^{2+} катиондорун алдын-ала табуу

а) 1-2 тамчы изилденүүчү эритмеге $Na_2S_2O_3, NH_4F$,

жана NH_4SCN кургак туздарын кошуп изоамил спирти менен экстракциялайт. Кобальттын катиону органикалык фазаны көк түскө айлантат.

б) 1-2 тамчы изилденүүчү эритмеге 1-2 тамчы 20 проценттүү $KNaC_4H_4O_6$ эритмесин, 1-2 тамчы

$NH_2OH.HCl$ жана NH_3 эритмеси менен рН 9 чейин жеткизет. Диметилглиоксимдин хлороформдогу эритмеси менен экстракциялайт. Никельдин катиону Ni^{2+} органикалык фазаны сары түскө келтирет.

Жездин Cu^{2+} катионун бөлүп алуу жана аныктоо

Изилденүүчү эритмеге 2м HNO_3 кошуп рН 1-2 чейин жеткизет жана 1мл ацетилацетон менен бир мүнөттүн ичинде экстракциялайт. Эритме эки фазага бөлүнөт. Фазаларды бөлүп алышат. Суу фазасына 0,5мл ацетилацетонду кошуп бир мүнөт чайкайт жана фазаларды бөлүп алат. Суу фазасында Cd^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} катиондору бар (суу фазасы 1). Жездин ацетилацетонаты бар экстрактарды чогултат жана ага бир проценттүү натрийдин диэтилдитиокарбаминатынын хлороформдогу эритмесинен бир нече тамчыны кошот. Жездин катиону органикалык фазаны саргыч-күрөң түскө айлантат.

Кобальт, никель жана кадмийди экстракциялоо

Суу фазасына (суу фазасы 1) рН 2-3 бир проценттүү натрийдин диэтилдитиокарбаминатынын хлороформдогу эритмесин чөкмө пайда болбой калганга чейин кошот. Эритмени бир мүнөткө чейин чайкайт. Пайда болгон фазаларды бөлүп алышат. Кобальттын, никельдин жана кадмийдин диэтилдитиокарбаминаты органикалык фазага өтөт. Органикалык фазанын (орган. фаза 1) саргыч-жашыл түскө өтүшү кобальттын жана никелдин катиондорунун бар экендигин аныктайт.

Кадмийдин катионун бөлүп алуу жана аныктоо

Кадмийди реэкстракциялоо үчүн эритмени даярдоо талап кылынат. 1-1,5мл 1м $NaCl$ эритмесине $NaCl$ кургак тузун, 7-8 мл 2м HCl эритмесин кошот. Даярдалган эритмеге

органикалык фаза 1 кошуп 1-2 мүнөт чайкайт. Резкстракта кадмий хлориддик комплекске айланат. Пайда болгон комплекске 2м NH_3 кошуп рН 8 чейин жеткизет жана дитизондун хлорформдогу эритмесин кошуп чайкайт. Кадмийдин катиону органикалык фазаны кызыл түскө айлантат.

18.2. Хроматографиялык методдор.

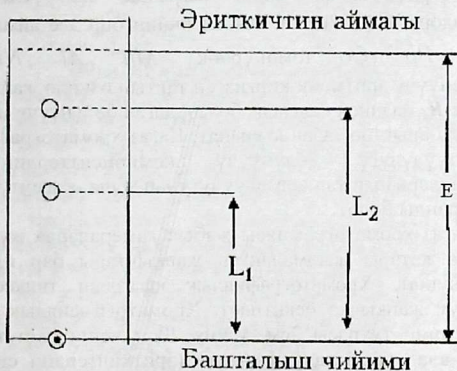
Кагаз хроматографиясы.

Бул метод бөлүнүүчү иондордун R_f боюнча айырмаланышына негизделген.

$$R_f = \frac{L}{E}$$

L-компоненттин аймагынын жылышы

E - кыймылдуу фазанын майданынын жылышы



18 -сүрөт. Хроматограмманын схемасы.

Катиондорду кагаз хроматографиясынын жардамы менен аныктоо үчүн эриткичтердин системасы түзүлөт. Мисалы HCl , H_2O , ацетон (8% конц. HCl , 5% H_2O , 87% ацетон) ошондой эле изилденүүчү катиондордун R_f мааниси белгилүү болуу керек.

Айрым катиондордун R_f мааниси

Катиондор	R_f	Катиондор	R_f
Cr^{3+}	0,02	Pb^{2+}	0,70
Ni^{2+}	0,13	Cu^{2+}	0,77
Al^{3+}	0,15	Zn^{2+}	0,94
Mn^{2+}	0,25	Cd^{2+}	1,0
Co^{2+}	0,54	Fe^{3+}	1,0

R_f маанисин таблица боюнча карасак, чыгуу хроматографиясынын өйдө жагында Fe^{3+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} катиондору жайланышат. Андан кийин бир эле аймакта Cu^{2+} жана Pb^{2+} , Co^{2+} төмөнүрөөк Mn^{2+} , Al^{3+} , Ni^{2+} , Cr^{3+} изилденүүчү эритмени киргизген тактын өзүндө жайланышат. Эгерде R_f мааниси белгисиз болсо, алгач бөлүнүүчү иондордун аймагын аныктоо талап кылынат. Кагаз хроматографиясынын эффектүүдүлүгү бөлүнүүчү компоненттердин табуу реакцияларынын тандалмалуулугунан жана сезгичтүүлүгүнөн көз каранды болот.

Кагаз хроматографиясы жабык камераларда жүргүзүлөт. Камера катары жылмаланган жапкычтары бар идиштерди колдонушат. Хроматографиялык кагаздын тилкеси илгич аркылуу жапкычка бекитилет. Хроматографиялык кагаздын тилкесинин туурасы 2см, узуну 20см чейин жетет. Камера алдын-ала кыймылдуу фазанын (эриткичтердин системасы) буусу менен каныктырулуу керек.

Тажрыйбалык иштерди жүргүзүү үчүн эритмелерди даярдайт. Пробрикага изилденүүчү катиондорун хлориддерин бир тамчыдан кошушат. Коргошундун катионунун Pb^{2+} нитратын кошушат. Изилденүүчү эритмеде 2 же 3 катион болуу керек. Эгерде эритмелерди кошкондо чөкмө пайда болуу менен жүрсө бм HCl эритмесин кошууну талап кылынат.

**Катиондордун төмөндөгүдөй комбинациясы
сунуш кылынат**

№	Катиондор	№	Катиондор
1	$Al^{3+}, Mn^{2+}, Pb^{2+}$	5	$Mn^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}$
2	$Cr^{3+}, Al^{3+}, Cu^{2+}$	6	$Ni^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Cd^{2+}$
3	$Cr^{3+}, Ni^{2+}, Pb^{2+}$	7	$Ni^{2+}, Mn^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}$
4	$Cr^{3+}, Co^{2+}, Cu^{2+}$	8	$Ni^{2+}, Co^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}$

Хроматограмманын алынышы

Кагаздын учунан 2см калтырып башталыш чийимин карандаш менен чийет. Ошол эле чийимдин ортосуна 2-3 мм барабар болгон тегеректи белгилейт. Капиллярдын жардамы менен белгиленген тегерекке изилденүүчү эритмени киргизет. Эритме жайылып кетпес үчүн капиллярды кагазга тийгизип кармайт, тамчылатпайт. Киргизилген тактын ченеми канчалык аз болсо алынган хроматограмма ошончолук даана болот. Такты кум мончосунда кургатат. (такты киргизүү жана кургатуу 2-3 жолу кайталанат). Так киргизилген кагаздын тилкесин камерадагы эриткичке 0,5см малынгандай кылып түшүрөт. Кагаз камеранын ички бооруна тийгизилбеши керек. Камераны жапкычы менен жабат. Хроматография процесси 2 саатка коюлат. Эриткичтин майданы башталыш чийимден баштап ченегенде 10см кем болбошу талап кылынат. Белгиленген убакыт өткөндөн кийин хроматограмманы камерадан алып чыгып кум мончосунда кургатат. Эриткичтин майданынын бийиктигин өлчөйт (1). Ар бир катиондун көтөрүлгөн бийиктигин $L=R_f \cdot E$ боюнча эсептейт. R_f маанисин

таблица боюнча же эксперименттин жардамы менен табат.

Хроматограммадагы изилденүүчү катиондордун түстүү тактарды пайда кылып көрүнүшү көрсөтүүчү реагенттердин жардамы менен жүргүзүлөт. Бул үчүн реагентти капиллярдын жардамы менен хроматограммадагы катиондордун аймагы жайланышкан аянттарга 1-2 тамчыны тамчылатат. Изилденүүчү эритмедеги бул же тигил катиондун бар экендигин ошондой эле аймактын жайланышы R_f маанисине туура келиши жана хроматограммадагы мүнөздүү түсү боюнча аныкталат.

11-таблица

Хроматограмманын көрүнүшү

Катион	Реагенттер	Аймактын түсү
Cr^{3+}	2 м $NaOH$ жана 3% H_2O_2 (1:1), бензидин	Көк
Ni^{2+}	Диметилглиоксим, аммиактын буусу	Кызыл
Al^{3+}	Кызыл ализарин, аммиактын буусу	Кызгылт-сары
Mn^{2+}	Аммиактын буусу, бензидин	Көк
Co^{2+}	NH_4SCN каныккан эритмеси, NH_4SCN кристаллы, ацетон	Көк
Pb^{2+}	KI	Сары
Cu^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$	Кызгылт-күрөң
Zn^{2+}	Дитизон CCl_4	Кызыл
Cd^{2+}	Na_2S	Сары

18.3. Кагаз хроматографиясынын жардамы менен экинчи топтун катиондорун бөлүп алуу жана аныктоо

Экинчи топтун катиондору KI менен аракеттенишип эригичтиги жана түстөрү ар кандай болгон чөкмөлөрдү пайда кылышат.

Тыгыздыгы 75 г/м^2 болгон фильтр кагазын 3-5 мүнөт убакытка 5 проценттүү KI эритмесине салып коет. Кагазды эритмеден чыгарып сарыктырат жана абада кургатат. Кургак кагазды $6 \times 6 \text{ см}$ ченемине туура келтирип кесет. Кагаздын так ортосуна капилляр менен изилденүүчү эритмени тамчылатат. Пайда болгон хроматограмманын аймагы эки үч эсе чоңойгонго чейин жууйт. Хроматограмманы кургатат. Алгачкы хроматограмманын көрүнүшү: кагаздын ортосу кара жашыл Hg_2I_2 , кийинкиси кызгылт-сары HgI , боз сары AgI жана сары PbI_2 . Демек, эритмеде Hg^{2+} , Pb^{2+} катиондору бар экендигин ошондой эле боз-сары түстөгү AgI сары түстөгү PbI_2 менен жабылып калгандыгы байкалды. Ошондуктан Ag^+ катионун табуу үчүн алгачкы хроматограмманы 0,05н натрийдин гидроксиди менен иштетишет. Мында PbI_2 щелочто эрип Na_2PbO_2 пайда кылат. Хроматограммада боз-сары тегерек AgI кала берет. Щелочтун ашыкча санын кошкондо Ag_2O пайда кылуу менен кара түскө айланат.

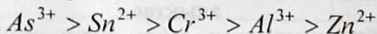
18.4. Үчүнчү топтун катиондорун адсорбция-комплексти пайда кылуу хроматографиясы боюнча аныктоо.

Адсорбция-комплексти пайда кылуу хроматографиясы пайда болгон комплекстик кошулманын туруксуздук константасынын айырмачылыгына негизделген. Алып жүрүүчү катары адсорбенттер колдонулат. Ca^{2+} , Sr^{2+} жана Ba^{2+} катиондору тартрат-иону $C_4H_4O_6^{2-}$ менен аракеттенишип түссүз комплекстерди пайда кылат. Алар кагазда туруксуздук константасынын өсүшүнө жараша жайланышат. Фильтр кагазын натрийдин тартратынын 4

проценттүү эритмесине салып 3-5 мүнөткө коет. Андан кийин кагазды чыгарып сарыктырат жана абада кургатат. Кагаздын ортосуна изилденүүчү эритмени микропипетка менен тамчылатат. Хроматограмманы 2-3 тамчы суу менен жууйт жана кургатат. Алгачкы хроматограмманы 0,2 проценттүү натрийдин родизонатынын $Na_2C_6O_6$ эритмеси менен иштетишет. Нейтралдуу чөйрөдө натрийдин родизонаты Ca^{2+} менен реакцияга кирбейт. Sr^{2+} , Ba^{2+} катиондору менен кызгылт күрөң чөкмөнү пайда кылат. Хроматограмманы 1н HCl эритмеси менен иштеткенде стронцийди родизонаты эрип күрөң түсү жоголот. Демек, эритмеде Sr^{2+} бар деген жыйынтыкка келүүгө болот. Барийдин родизонатына HCl эритмесин кошкондо кызгылт-күрөң түстөн ачык кызылга өтүү менен Ba^{2+} аныкталат. Кальцийдин катионун Ca^{2+} табуу үчүн хроматограмманын ортосуна 0,5н $NaOH$ эритмесин тамчылатат. Эгерде эритмеде Ca^{2+} болсо чөкмө сыя өңдүү түскө өтөт.

18.5. Төртүнчү топтун катиондорун ион алмашуу хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо.

Алюминаттын оксиди менен толтурулган хроматографиялык колонка аркылуу төртүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын эритмесин өткөргөндө ион алмашуу хроматограммасы пайда болот. Ал хроматограммада катиондор төмөндөгүдөй жайланышат.



Хроматографиялык колонка катары туурасы 2-3мм, узуну 10-12 см болгон айнек түтүктөрүн колдонот. Айнек түтүктүн ылдый жагы ичкереек келет жана ал жакка кебез коюлат. Колонканы кургак адсорбент менен толтурат жана айнек таякчасы менен тыгыздаштырат. Үч колонканы даярдайт колонканы штативке орнотуу менен 3-5 тамчы изилденүүчү эритмени колонкага куят жана аны адсорбент сиңирип алганча коет. Пайда болгон хроматограмманы 3-5 тамчы дистирленген

суу менен жууйт.

Ар бир жуулучу сууну адсорбент өзүнө сиңирип алгандан кийин кайталайт.

As^{3+} , As^{5+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} катиондорун табуу үчүн колонкага 3-5 тамчы жаңы даярдалган H_2S эритмесин тамчылатат жана хроматографиялык аймакка байкоо жүргүзөт. Колонканын жогору жагында As^{3+} , As^{5+} катиондоруна мүнөздүү сары аймак, ылдыйраак күрөң же сары Sn^{2+} , Sn^{4+} пайда болот. Аймактар даана жана толугу менен айрымаланууга чейин H_2S менен жууйт. Колонка аркылуу H_2O_2 эритмесин өткөзүү менен күрөң түстүү аймактагы Sn^{2+} , Sn^{4+} кө кычкылданат жана сары түскө өтөт.

Экинчи колонкадан Cr^{3+} аныктайт. Колонкага 3 тамчы натрийдин гидрофосфатынын каныккан эритмесин куят ал сиңирилгенден кийин 3-5 тамчы изилденүүчү эритмени куят. Cr^{3+} катиону хромдун фосфатын пайда кылуу менен аймак көгүш боз түскө айланат.

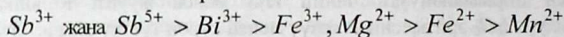
Колонканы щелочтуу чөйрөдөгү H_2O_2 эритмеси менен жууйт. Cr^{3+} кычкылдануу менен CrO_4^{2-} пайда кылат. Аймак сары түскө айланат. Үчүнчү колонкадан Sn^{2+} аныктайт. Колонкага 3-5 тамчы изилденүүчү эритмени жана бир тамчы кобальттын тузунун өтө суюлтулган эритмесин куят. Эритме сиңирилгенден кийин хроматограмманы суу менен жууйт. Андан кийин колонкага 3 тамчы аммонийдин тетрародано (II) меркуроатын, 2 тамчы 2 н азот кислотасын куят. Колонканын ылдый жагында ачык-көк түстөгү цинктин-кобальттын тетрароданомеркуроатынын аймагы пайда болот. Алуминийдин катионун Al^{3+} , изилденүүчү эритмеден фильтр кагазында тамчы реакциясы менен аныктайт. (ализарин)

18.6. Бешинчи топтун катиондорун ион алмашуу хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо

Анализ жүргүзүү үчүн үч хроматографиялык колонканы даярдайт жана штативке орноштурат. Ар бир колонкага

пипетка менен беш тамчыдан изилденүүчү эритмени куят жана сиңирилгенче коет. Пайда болгон хроматограмманы 3-5 тамчы дистирленген суу менен жууйт. Sb^{3+} , Sb^{5+} , Bi^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} жана Mn^{2+} катиондорун аныкташ үчүн колонкага 3-5 тамчы жаңы даярдалган H_2S суусун колонкадан чыккан суюктукта S^{2-} иону пайда болмоюнча жууйт. S^{2-} ионун $Hg(NO_3)_2$ же Mn^{2+} эритмеси менен нымдалган фильтр кагазы менен аныктайт.

Бешинчи топтун катиондору колонкада төмөндөгүдөй иретте жайланышат



Алынган хроматограмманын жогору жагында Sb^{3+} жана Sb^{5+} катиондору сульфиддерди пайда кылуу менен кызгылт-сары түсүн берет. Андан ылдыйраак висмуттун сульфиди кара, темирдин сульфиди (III) кара, магнийдин сульфиди гидролиз процессинин негизинде ак, темирдин сульфиди (II) кара жана эң аягында марганецтин сульфиди ачык кызыл тилкени пайда кылат. Экинчи колонкадан темирди (III) аныктоо үчүн колонкага 3-5 тамчы $K_4[Fe(CN)_6]$ эритмесин куят. Темирдин катиону Fe^{3+} кочкул көк түстөгү чөкмөнү берет. Fe^{2+} катионун үчүнчү колонкадан аныктоо үчүн колонкага 1-2 тамчы $K_3[Fe(CN)_6]$ эритмесин куят. Fe^{2+} көк түстөгү чөкмөнү пайда кылат. Төртүнчү колонкадан магнийдин катионун Mg^{2+} аныктайт. Хроматографиялык колонкага 2-3 тамчы $NaOH$ эритмесин, 2-3 тамчы магнезону куюшат. Магнийдин катиону Mg^{2+} магнезон менен көк түстөгү адсорбциялык кошулманы пайда кылат.

18.7. Төртүнчү, бешинчи жана алтынчы топтун катиондорунун аралашмасын ион алмашуу

хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо

Анализди жүргүзүү үчүн 4 хроматографиялык колонканы алюминаттын оксиди менен толтуруп штативке орнотушат. Ар бир колонкага 3-5 тамчыдан изилденүүчү эритмеден куюшат. Пайда болгон хроматограмманын аймактары даана жана толук бөлүнгөнүнө чейин суу менен жуушат. Алгачкы хроматограммдан Fe^{3+} каралжын-жашыл, Cu^{2+} көк, Co^{2+} кызгылт-боз аймактарын байкоого болот. Биринчи колонкадан As^{3+} , Sb^{3+} , Sn^{2+} , Bi^{3+} ошондой эле Cd^{2+} жана Mn^{2+} иондорун ачуу үчүн колонкага 3-5 тамчы туз кислотасын HCl куюшат жана хроматограмманы H_2S эритмеси менен жууйт. As^{3+} жана As^{5+} колонканын жогору жагында сары түстүү мышьяктын сульфиддери жайланышат. Андан ылдыйраак сурьманын сульфиди кызгылт сары, төмөнүрөөк калайдын сульфиди күрөң Sn^{2+} , сары Sn^{4+} , висмуттун сымаптын жана жездин кара, андан кийинки иретте магнийдин, цинктин, түссүз, колонканын аягында кадмийдин сульфиди ачык сары жана эң аягында марганецтин сульфиди кызгылт-боз аймактарды пайда кылышат. Экинчи колонкадан Bi^{3+} жана Hg^{2+} катиондорун ачыш үчүн хроматограмманы тиомочевина менен иштетишет. Тиомочевина Bi^{3+} менен сары түстөгү ички комплекстик кошулманы пайда кылат.

Висмуттан кийинки кара аймак сымаптын катионун Hg^{2+} аныктайт. Үчүнчү жана төртүнчү колонкадан магнийдин Mg^{2+} жана цинктин Zn^{2+} катиондорун изилдейт.

Сандык анализ.

Азыркы учурда аналитикалык химия көп сандагы методдорду колдонот. Алсак, алар химиялык, физико-химиялык жана физикалык болуп бөлүнөт. Көпчүлүк химиялык методдор азыркы учурга чейин колдонулуп келе жатат жана алар классикалык деп аталат (гравиметрия, титриметрия). Анализдин методдорун стандартташтыруу, унификациялоо чоң мааниге ээ жана ал так, ишенимдүү методдорду иштеп чыгууга алып келет.

Сандык анализдин химиялык методу реакцияга кирген заттардын өз ара аракеттенишүүсүнө негизделген жана анализдин жыйынтыгы реакциядан пайда болгон заттардын массасын же изилденүүчү затка сарп болгон концентрациясы белгилүү эритменин көлөмүн өлчөйт. Сандык анализдин жыйынтыгы массалык үлүшү %, моль/литр, моль/кг менен туюнтулат.

Изилденүүчү заттын анализинде көпчүлүк учурда айрым элементтердин оксиддеринин саны көрсөтүлөт. Мисалы, карбонат тектерин изилдегенде (акиташ, бор, кальцит) CaO , CO_2 массалык үлүштөрү аныкталат. Айрым учурда изилденүүчү заттын курамындагы элементтин саны жана анын кандай формада экендиги изилденет. Мисалы, кендеги жана атайын даярдалган отундагы күкүрттүн эркин, сульфид, пирит жана сульфат түрүндөгүсү аныкталат.

Сандык анализдин химиялык, физико-химиялык, физикалык методдору илим изилдөө жана завод, фабрикалардын лабораторияларында кеңири колдонулууда. Сандык анализдин жардамы менен төмөнкүлөрдү аныктайт:

- белгисиз жеке заттын бөлүктөрүнүн санын башкача айтканда ал заттын формуласын

- изилденүүчү үлгүдөгү аныкталуучу заттын концентрациясын же санын

- заттын курамындагы бардык же айрым элементтерин же иондорун

- изилденүүчү аралашмадагы бардык же айрым негизги компоненттерди (туздардын, кислоталардын, изомерлердин аралашмасын)

- тигил же бул элементтин кандайдыр бир белгилүү формадагысын же ал пайда кылган жөнөкөй же татаал кошулмалардын санын

- белгилүү заттагы аралашма заттардын санын өтө таза заттардагы майда аралашма заттардын санын (металлдардагы, куймалардагы, жарым өткөргүчтүк материалдардагы, графитте ж.б.)

- функционалдык группаларды, активдүү атомдорду, радикалдарды

- гетерогендик системалардагы айрым фазалардын курамын

Сандык химиялык анализ экиге бөлүнөт: салмактык жана көлөмдүк.

19-глава. ГРАВИМЕТРИЯЛЫК (САЛМАКТЫК) АНАЛИЗ

Гравиметриялык анализ изилденүүчү заттагы аныкталуучу компонентти бөлүп алып, анын салмагын өлчөөгө негизделген.

19.1. Анализ үчүн орточо сынамыкты (проба) алуу

Изилденүүчү заттардан жана материалдардан орточо сынамыкты алуу химиялык анализде маанилүү орунду ээлейт. Сынамык алуунун бир нече жолдору бар:

а) биринчи же генералдык сынамык – изилденүүчү материалдын чоң массасынан алынат;

б) лабораториялык же паспорттук сынамык – генералдык сынамыкты азайтуу менен анализди толук жүргүзүүгө керек болгон массасын алат;

в) аналитикалык сынамык лабораториялык сынамыктан алынат жана анализ бирин-серин жүргүзүлөт.

Генералдык сынамыкты алуу үчүн алгач сынамыктын курамы изилденүүчү материалдын орточо курамына туура келерин аныктоо керек. Изилденүүчү материалдын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү бирдей болбогон учурда ага өзгөчө көңүл буруу талап кылынат жана анализдин жыйынтыгында материалдын туура экендиги аныкталат. Чоң көлөмдөгү суюктуктан сынамык алуу үчүн алгач аны аралаштыруу жетиштүү болот. Бир эле учурда бир нече сыйымдуулуктагы суюктуктардан сынамык алуу үчүн алардын ар биринен бирдей көлөмдөн алып аралаштырышат. Чөкмөсү бар суюктуктан сынамык алуу үчүн чөкмө суюктуктун бардык көлөмүндө бирдей таралгандай кылып аралаштыруу менен тез арада алууга болот. Суюктуктардан сынамык алуу үчүн атайын аспаптарды колдонушат жана аны белгилүү тереңдикке сүнгүтүү менен тиешелүү сандагы суюктуктун көлөмүн тартып алат. Илешкек материалдан сынамык алуу үчүн алгач аны аралаштыруу менен ылдыйкы,

ортонку жана үстүнкү бөлүгүнөн алышат.

Айлана-чөйрөнүн таасири астында катуу жана чубурма материалдардын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү бирдей болбойт. Ошондуктан сынамыкты алардын ички жана сырткы катмарларынан алуу сунушталат. Кургак материалдардан биринчи сынамыкты алат, аны майдалайт, аралаштырат жана кыскартуу менен лабораториялык сынамыктын өлчөмүнө жеткизет. Лабораториялык сынамыкка жеткизүү квартование ыкмасы аркылуу жүргүзүлөт. Бул учурда майдаланган сынамыкты үстүнкү бети түз болгон тегиздикке төгөт, аралаштырат жана квадрат түрүндө тегиздейт. Квадратты диагонал боюнча төрткө бөлөт. Карама-каршы жактагы эки бөлүгүн алып таштайт. Калган бөлүгүн лабораториялык сынамыкка жеткизгенге чейин квартование ыкмасы кайталанат. Лабораториялык сынамыктын массасы аныкталуучу заттын санына жана колдонулган анализдин методунун сезгичтигинен көз каранды. Айрым анализди жүргүзүү үчүн лабораториялык сынамыкты техникалык, аналитикалык таразага тартуу менен аналитикалык сынамыкты алат.

19.2. Аныкталуучу компонентти изилденүүчү заттын курамынан бөлүп алуу

1. Бөлүп алуу

Аныкталуучу компонентти эркин абалда бөлүп алып салмагын өлчөйт. Катуу отундагы күлдүн массалык үлүшүн аныктоо үчүн аны массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып күйгүзөт жана кызарта ысытат. Комнаталык температурага чейин муздаткандан кийин тигелдеги күлдү таразага тартат. Күлдүн массалык үлүшүн төмөнкү формула менен эсептейт.

$$g_{(күл)} = \frac{m_0 \cdot 100}{m}$$

m – отундун массасы,
 m_0 – күлдүн массасы

Мисал:

Катуу отундун күлдүүлүгүн аныктагыла, эгерде тигелдин

массасы $m_1=25,3086\text{г}$, тигелдин үлгүсү менен болгон массасы $m_2=26,8163\text{г}$, кызарта ысыткандан кийинки тигелдин үлгүсү менен болгон массасы $m_3=25,4274\text{г}$.

Чыгарылышы

Отундун үлгүсүнүн массасы

$$m = m_2 - m_1$$

$$m = 26,8163 - 25,3086 = 1,5077$$

Күлдүн массасы

$$m_o = m_3 - m_1$$

$$m_o = 25,4274 - 25,3086 = 0,1188$$

Отундагы күлдүн массалык үлүшү

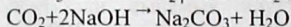
$$g_{(\text{күл})} = \frac{m_o \cdot 100}{m} = \frac{0,1181 \cdot 100}{1,5077} = 7,83\%$$

2.Буулантып чыгаруу

Аныкталуучу компонентти учма затка айландыруу менен толук четтетет жана калдыгын таразага тартат. Бул методду колдонуу материалдардын нымдуулугун, кристаллогидраттардагы кристаллдык сууну жана кызарта ысыткан учурдагы жоготууларды аныктайт. Бул метод эки ыкма менен аткарылат.

а) Буулантып айдалуучу компонент соруп алуучу затка сорулат жана баштапкы массасынын көбөйүшү боюнча аныкталуучу компоненттин саны табылат.

Мисалы, карбонат тектериндеги CO_2 аныкташ үчүн

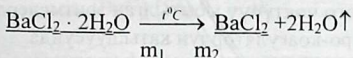


карбонатты ажыратат жана пайда болгон CO_2 соруп алуучу заттын ($\text{CaO} + \text{NaOH}$) массасынын көбөйүшү боюнча аныкталат.

б) Кристаллогидраттагы сууну толук бууланткандан кийин кургак туздун салмагы өлчөнөт. Туздун баштапкы салмагы менен кургагандан кийинки салмагынын айырмасы

боюнча суунун саны табылат.

Мисалы,



3. Чөктүрүү

Гравиметриялык анализде иш жүзүндө чөкмөгө чөктүрүү методу кеңири колдонулат. Бул метод аныкталуучу ионду эритмеден начар эрүүчү бирикмеге айландырууга негизделген. Пайда болгон чөкмөнү чыпкалайт, жууйт, кургатат, кызарта ысытат жана таразага тартат. Кызарта ысытылган чөкмөнүн массасы боюнча изилденүүчү үлгүдөгү аныкталуучу компоненттин (иондун, молекуланын) санын эсептейт. Чөкмөлөр кристаллдык жана аморфтук формада пайда болушат.

19.3. Кристаллдык формадагы чөкмөлөрдү алуунун шарттары

1. Чөктүрүү процесси суюлтулган эритмелерди колдонуу менен жүргүзүлөт. Бул учурда чөкмөнүн чөгүшү жай жүрөт жана ал ири кристаллдык чөкмөнүн пайда болушуна шарт түзөт. Ошондой эле, аралашма заттардын чөгүшүн азайтат.

2. Чөктүргүч заттын эритмесин аздан тамчылатып кошуп эритмени айнек таякчасы менен үзгүлтүксүз аралаштырып туруу талап кылынат. Анткени пайда болгон чөкмө бир жерге топтолуп калбайт жана аралашма заттардын чөгүшүн азайтат.

3. Чөктүрүү ысытылган эритмелерде жүргүзүлөт. Температуранын жогорулашы чөкмөнүн чөгүшүн акырындатат жана ал ири кристаллдарды пайда кылууга алып келет.

19.4. Аморфтук чөкмөлөрдү алуунун шарттары

1. Коллоиддик эритмелерди болтурбоо максатында:

- чөкмөгө чөктүрүү ысытылган эритмелерде
- электро-коагулятордун катышуусунда
- концентрацияланган эритмелер менен жүргүзүлөт

2. Аралашма заттардын чөкмөгө адсорбцияланышын болтурбоо максатында ысык сууну кошуу талап кылынат (100мл).

Чөкмөлөрдү кызартып ысытканда формалары өзгөрөт.

Мисалы,

аныктайт	чөгөт	таразага тартат
Fe	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	Fe_2O_3
Ca	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	CaO
Ba	BaSO_4	BaSO_4
Ni	$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$	$\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$

Чөкмөлөр - чөгүү жана салмактык формасы менен айырмаланат.

Чөгүү формасы – эритмедеги бирикменин чөктүргүч реагент менен аракеттенишип чөкмөнү пайда кылуусу.

Салмактык формасы - анализдин жыйынтыгын алуу үчүн кошулманын таразаланган формасы.

19.5. Чөгүү формасына коюлуучу талаптар

1. Чөкмөнүн эригичтигинин төмөн болуусу б.а. эригичтиктин көбөйтүндүсү – $\text{ЭК} < 10^{-8}$

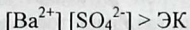
2. Ири кристаллдык чөкмөнүн пайда болуусу жеңил чыпкаланат.

ЭК - чөкмөнүн үстүнкү бетиндеги иондордун концентрациясынын көбөйтүндүсү.

$$\text{ЭК}_{\text{BaSO}_4} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{SO}_4^{2-}]$$

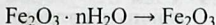
3. Иондордун концентрациясынын көбөйтүндүсү

эригичтиктин көбөйтүндүсүнөн чоң болгон учурда гана чөкмө пайда болот.



19.6. Салмактык формага коюлуучу талаптар

1. Химиялык формуланын заттын курамына туура келиши.



2. Химиялык туруктуулугу (ажырабашы, көмүр кычкыл газын, нымдуулукту өзүнө тартпашы жана кычкылдануу – калыбына келүү процессине катышпаганы).

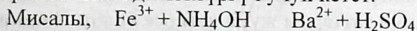
3. Мүмкүн болушунча салмактык формадагы аныкталуучу элементтин саны минималдуу жана молекулалык массасынын чоң болушу анализдеги жоготууларды азайтат.

Мисалы, 1мг чөкмө Cr_2O_3 ($M=152$) жоготуусу – 0,7мг

1мг чөкмө BaCrO_4 ($M=253,4$) жоготуусу – 0,2мг

19.7. Чөктүргүч реагентке коюлуучу талаптар

1. Чөктүргүчтүн учма болуусу ылайыктуу. Анткени ал анализдин жыйынтыгына терс таасирин тийгизбейт. Чөкмөнү кызарта ысытканда чөктүргүч учуп кетет.



Бирок иш жүзүндө дайыма мындай боло бербейт.

$\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_4\text{OH}$ чөктүрүүгө болбойт, анткени комплекстик кошулма пайда болот.

$\text{Al}^{3+} + \text{NaOH}$ – алюминий амфотердик касиетке ээ.

2. Чөктүргүч аныкталуучу ионду гана чөктүрүшү талапка ылайыктуу б.а. спецификалык касиетке ээ болуу керек.

19.8. Чөкмөлөрдүн кристаллдык абалга өсүп

жетилиши

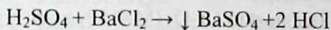
Пайда болгон чөкмөлөр ири кристаллдык абалга өсүп жетилиши үчүн убакыт талап кылынат. Бул учурда майда

кристаллдар эрийт, ири кристаллдар өсөт. Бул кубулуш рекристаллизация деп аталат. Анткени, майда кристаллдардын кристаллдык торчолорунун энергиясы аз болгондугуна байланыштуу алардын иондору кристаллдардын үстүндө көпкө кармалбайт.

19.9. Чөкмөлөрдүн булганышы (кирдеши) жана аны жоюунун жолдору

Чөгүү учурунда чөкмөлөр өзү менен кошо аралашма заттарды ала жүрөт. Чөгүүчү зат менен кошо аралашма заттардын бирге чөгүшү **кошо чөгүү** деп аталат. Бул процесс адсорбция кубулушунун негизинде жүрөт, б.а. аралашма заттар чөкмөнүн үстүнкү бетинде кармалып турат. Адсорбция тандалмалуу түрдө жүрөт.

Мисалы,



Бул реакцияда Ba^{2+} иону ашыкча алынган. Ошондуктан барийдин иону Cl^- иону менен байланышып, өзүнүн ашыкча зарядын нейтралдаштырат. **Кошо чөгүү** процесси экиге бөлүнөт: аралашма заттар чөкмөнүн үстүнкү бетинде жана чөкмөнүн ичинде жайланышат (**окклюзия** – аралашма заттардын чөкмөнүн ичинде жайланышы). Чөкмөнүн үстүндөгү аралашма заттарды жууп кетирсе болот. Чөкмөнүн ичиндеги аралашма заттарды кетириш үчүн чөкмөнү толугу менен эритет жана кайрадан кристаллдаштыруу процессин кайталайт. Кристаллдык чөкмөлөр тыгыздыгы орточо болгон ак сызмалуу фильтрлер аркылуу чыпкаланат.

19.10. Үлгүнү алуу

Анализди аткарууга керектелинген заттын массасы үлгү деп аталат. Ошондуктан анализденүүчү заттын үлгүсү иштөөгө ыңгайлуу болгон чөкмөнүн массасы боюнча аныкталат. Аналитикалык тажрыйбалардын негизинде кристаллдык чөкмөлөр үчүн 0,5 г; аморфтук чөкмөлөргө 0,1 –

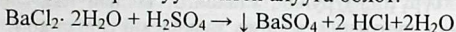
0,3г үлгүнү алуу ыңгайлуу деп аныкталган. Барийдин хлоридиндеги барийди аныктоо үчүн аны барийдин сульфатына айландырат. Ал кристаллдык чөкмөнү пайда кылат. Бул учурда анализге керектелүүчү үлгүнү төмөнкү пропорция боюнча эсептейт.

$$233,4\text{г BaSO}_4 — 244,3\text{г BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$0,5\text{г BaSO}_4 — X\text{г BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$X = \frac{0,5 \cdot 244,3}{233,4} = 0,5234 \text{ г BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

Үлгү белгилүү болгондуктан чөктүргүч заттын санын теңдеме аркылуу эсептеп алууга болот.



$$244,3\text{г BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} — 98,06\text{г H}_2\text{SO}_4$$

$$0,5234\text{г BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} — X\text{г H}_2\text{SO}_4$$

$$X = \frac{0,5234 \cdot 98}{244,3} = 0,2101 \text{ г}$$

Эгерде лабораторияда 2н H₂SO₄ болсо,

$$98,06 — 1000\text{мл}$$

$$0,2101\text{г} — X_{\text{мл}}$$

$$X = \frac{0,2101 \cdot 1000}{98,06} = 2 \text{ мл}$$

Чөктүргүчтүн санын ашыкча колдонуу (1-1,5 эсе) аныкталуучу иондун толук чөгүшүнө алып келээри иш жүзүндө аныкталган.

$$2 \cdot 1,5 = 3\text{мл}$$

19.11. Үлгүнү эритмеге айландыруу

Анализденүүчү затка эриткичти тандап алуу анализдин негизги этабы катарында каралат. Мисалы, айрым заттар сууда жакшы эрийт. Бирок, көбүнчө эриткич катары кислоталар колдонулат (уксус, туз, күкүрт, азот жана падыша арагы).

Үлгүнү көлөмү 200-500 мл стаканга салып акырындык

менен эриткичте эритет. Бул учурда жоготууларды болтурбоо максатында стаканды саат айнеги менен жаап коюга туура келет. Анткени эритүү газ бөлүнүү (H_2 , H_2S , CO_2) менен жүргөн болсо, алар эритменин тамчыларын кошо ала жүрөт. Айрым заттарды суюк эриткичтерде эритүүгө мүмкүн эмес. Мындай учурда натрийдин же калийдин карбонатында балкытып эритүүгө туура келет. Анализге эритмени талапка ылайык даярдайт: буулантат, нейтралдаштырат жана жолтоо болгон иондорду четтетет.

19.12. Чөктүрүү

Чөктүрүү учурунда стаканга ылдый жагына резина түтүкчөсү кийгизилген айнек таякчасын салып коёт. Анткени айнек таякчасы гравиметрияда негизги аспап катары колдонулат. (эритмени аралаштырганда, суюктуктарды чыпкалаганда жана эритмелерди бир идиштен экинчисине которгондо). Чөктүрүүгүчтү толук кошуп бүткөндөн кийин чөкмө идиштин түбүнө чөгөт, үстүндөгү эритме тунук болуп калат. Эгерде тунук эритмеге бир нече тамчы чөктүргүчтү кошкондо эч кандай өзгөрүү байкалбаса чөктүрүү толугу менен аяктады деген жыйынтыка келүүгө болот.

19.13. Чыпкалоо жана жууп тазалоо

Ар кандай аралашма заттары бар эритмеден чөкмөнү чыпкалоо жолу менен бөлүп алат. Чыпкалоо үчүн талапка ылайык тыгыздыгы жана өлчөмү боюнча (6,7,9 жана 11 см) айырмаланган фильтрлерди колдонушат. Аморфтук чөкмөлөр [$Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$] тыгыздыгы анча эмес кара же кызыл сызмалуу фильтрлер аркылуу чыпкаланат. Кристалдык чөкмөлөр тыгыздыгы орточо болгон ак сызмалуу фильтрлер аркылуу чыпкаланат. Майда кристалдык чөкмөлөр ($BaSO_4$, CaC_2O_4) тыгыздыгы чоң болгон көк сызмалуу фильтрлер аркылуу чыпкаланат. Аялгач чыпкалоодон мурда чөкмөнүн формасына жана көлөмүнө жараша фильтрди тандап алуу

сүнуш кылынат. Чөкмөнүн көлөмү фильтрдин жарымынан ашпашы керек, анткени анын жуулушу кыйынчылыка алып келет. Чыпкалоочу фильтрди айнек куйгучунун үстүнкү кырына 5-10 мм жетпегендей кылып жайгаштыруу керек. Фильтр менен айнектин ортосунда боштук болбогондой кылып жайгаштырат жана аны нымдайт. Айнек куйгучу фильтр менен штатифдин кольцоосуна орнотулат жана анын алдына фильтрат үчүн стакан коюлат. Чөкмөнүн үстүндөгү суюктукту фильтрге акырындык менен айнек таякчасы аркылуу куят. Эгерде чөкмөнүн бөлүкчөлөрү фильтр аркылуу өткөн болсо чыпкалоону кайталоо керек. Андан ары чөкмөнү жууш үчүн сууну же көбүнчө электролиттердин суюлтулган эритмелери колдонулат. Жууй турган суюктукту чөкмөгө кошуп айнек таякчасы менен аралаштырат жана бир нече мүнөткө коюп коет. Чөкмөнүн үстүндөгү суюктукту айнек таякчасы аркылуу фильтрге куят. Мындай ыкманы 2-3 жолу кайталайт. Андан кийин анча көп эмес суюктукту чөкмөгө куюп аралаштырат жана аны фильтрге которот. Фильтрдеги чөкмөнү анча көп эмес көлөмдөгү суюктук менен 3-4 жолу жууйт. Чөкмөнүн толук жуулуп бүткөнүн билиш үчүн фильтраттын акыркы тамчыларынан алып ага туура келген реагентти тамчылатат. Мисалы, хлорид ионду текшереш үчүн саат айнегине фильтраттан бир-эки тамчы алып ага бир тамчы HNO_3 кошот жана күмүштүн нитратын таасир этет. Эгерде күмүш хлоридинин чөкмөсү пайда болбосо жууганды токтотот. Фильтрдеги чөкмө айнек куйгучу менен бирге кургатылат (кургатылуучу шкафта).

19.14. Чөкмөнү кызарта ысытуу

Тигелди чөкмөсү менен бирге муфель мешине салышат. Кызарта ысытылган чөкмөнүн өңү боюнча мештин температурасын болжолдоого болот ($t^{\circ}\text{C}$).

кочкул кызылдын башталышы – 525°C

кочкул кызыл – 700°C

ачык кызыл – 900-1000°C

кызгылт сары – 1200°C

ак – 1300°C

көз уялткан ак – 1400-1500°C

Кызарта ысытуу бүткөндөн кийин тигелди комнаталык температурага чейин эксикатордо муздатат жана таразага тартат. Тигелди кайрадан муфель мешине 15-20 мүнөткө коюп кызарта ысытат. Эгерде таразага тартуунун айрымасы бири-биринен $0 \pm 0,00002$ г көп болгон учурда бул операция бир нече жолу кайталанышы мүмкүн.

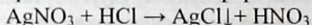
19.15. Изилденүүчү үлгүдөгү аныкталуучу компоненттин массалык үлүшүн эсептөө

Гравиметриялык аныктоолордун жыйынтыгы массалык үлүшү боюнча туюнтулат (%). Аны эсептеш үчүн анализденүүчү заттын үлгүсүн, алынган чөкмөнүн массасын жана анын химиялык формуласын билүү жетиштүү.

Мисалы, күмүштүн нитратындагы күмүштү аныктоо.

Күмүштүн нитратынын үлгүсү – 0,2549г

Күмүштүн хлоридинин салмактык формасы – 0,2148г



Чөкмөдөгү күмүштүн массасын табат.

$$143,35 \text{ г AgCl} \text{ — } 107,90 \text{ г Ag}$$

$$0,2148 \text{ г AgCl} \text{ — } X \text{ г Ag}$$

$$X = 0,2148 \cdot 107,90 / 143,35 = 0,1617$$

Демек, 0,2549г күмүштүн нитратында 0,1617г Ag бар.

Күмүштүн % санын табат.

$$0,2549 \text{ г AgNO}_3 \text{ — } 0,1617 \text{ г Ag бар}$$

$$100 \text{ г AgNO}_3 \text{ — } X \text{ г Ag}$$

$$X = 0,1617 \cdot 100 / 0,2549 = 53,44\%$$

19.16. Анализде кездешүүчү каталар

Анализ канчалык кылдаттык менен аткарылса да анчалык көп болбогон каталар дайыма кездешет жана ал анализдин

жыйынтыгына терс таасирин тийгизет. Мисалы, орточо сынамык алганда, таразага тартканда, эриткенде, чөктүргөндө, жууганда ж.б.у. Анализде кездешүүчү каталар төмөнкүлөр: кокустуктан пайда болгон, систематикалык, абсолюттук жана салыштырмалуу.

Кокустуктан пайда болгон каталар

Мындай каталар анализди жоопкерчилик менен аткарбаган учурларда пайда болушу мүмкүн. Мисалы, анча таза эмес химиялык идиштерди колдонгондо, чөкмө толук жуулбаганда, температуранын жана абанын нымдуулугунун өзгөрүшү ж.б.

Систематикалык каталар

Анализге колдонулган аппаратуранын мүмкүнчүлүгүнүн төмөн болуусу жана методдун туура эмес тандалып алынган учурда каталар болушу мүмкүн.

Абсолюттук жана салыштырмалуу каталар

Анализдин жыйынтыгы боюнча алынган заттын үлгүдөгү саны менен заттын чыныгы санынын ортосундагы айрымачылыгы абсолюттук деп аталат. Мисалы, анализдин жыйынтыгы боюнча $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$ саны 55,86%, ал эми CaO теориялык саны 56,08%.

Абсолюттук катасы

$$56,08 - 55,86 = 0,22\%$$

Абсолюттук катаны 100гө көбөйтүп, аны заттын чыныгы санына бөлгөндө салыштырмалуу ката келип чыгат.

Салыштырма катасы

$$0,22 \cdot 100 / 56,08 = 0,33\%$$

Анализдин жыйынтыктарын жана анын тууралыгын математикалык статистика методу менен аныктайт. Алгач, жыйынтыктардын орточо арифметикалык маанисин төмөнкү формула боюнча табат.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_i + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Ар бир жыйынтыктын орточо мааниден айрымасы

$$\Delta_{\text{орточо}} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})}{n}$$

X_i - ар бир жыйынтыктын мааниси

\bar{X} - орточо арифметикалык мааниси

Анализдин каталары стандарттык четтөөнүн дисперсиясы боюнча туюнтулат.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}};$$

Стандарттык четтөөнүн дисперсиясы химиялык анализдин жыйынтыгынын тууралыгын мүнөздөйт.

Мисалы, акиташтын курамындагы магнийди аныктоодо төмөндөгүдөй сан маанилери алынды: 5,24; 5,37; 5,33; 5,38; 5,28 (%).

Арифметикалык орточо маанисин эсептейбиз.

$$\bar{X} = (5,24 + 5,37 + 5,33 + 5,38 + 5,28) / 5 = 5,32\%$$

Ар бир жыйынтыктын орточо мааниден айрымасы (%)
-0,08; +0,05; +0,01; +0,06; -0,04.

Орточо четтөөсү

$$\Delta_{\text{орточо}} = |(0,08 + 0,05 + 0,01 + 0,06 + 0,04)| = 0,05\%$$

Мындан орточо жыйынтыктын ишеними $5,32 \pm 0,05\%$. Орточо квадраттык четтөөнүн формуласы боюнча эсептөөлөр төмөндөгүдөй сан маанисин көрсөттү.

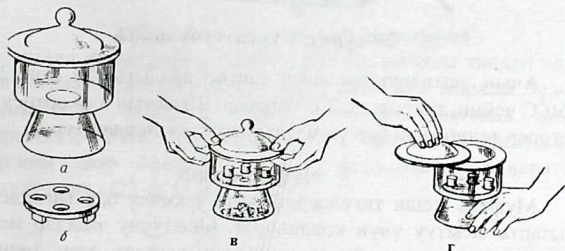
$$S = \sqrt{\frac{0,0064 + 0,0025 + 0,0001 + 0,0036 + 0,0016}{5-1}} = 0,06\%$$

Орточо четтөөнүн жана орточо квадраттык четтөөнүн дисперсиясынын формуласы боюнча эсептөөлөрдөн чыккан каталар бири-бирине туура келээри аныкталды.

Гравиметриялык аныктоолордо математикалык статистиканы сейрек колдонушат, анткени эки параллелдүү опыттан ашык жасалбайт. Көбүнчө орточо арифметикалык сан маанисин стандарттык методдун маалыматына салыштырат.

19.17. Сандык анализде колдонулуучу химиялык идиштер

Эксикатор – жогорку температурада ысытылган заттарды жана химиялык идиштерди (тигелдерди, бюкстарды, саат айнектерин) комнаталык температурага чейин муздатуу үчүн колдонулат. Эксикатор – жапкычы шлифтелинген калың кабаттуу айнектен жасалган идиш. (19 – сүрөт).

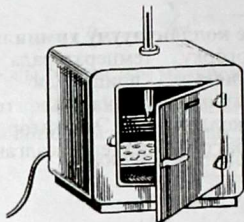


19-сүрөт (а, б, в, г)

Эксикатордун ылдый жагында нымдуулукту өзүнө тартып алуучу заттарды жайгаштырат. Нымдуулукту соруп алуучу заттар катары кальцийдин хлориди, оксиди, фосфордун оксиди (кургатылган) жана күкүрт кислотасы (90-96%) колдонулат. Соруп алуучу заттардын үстүнө ортосунда тегерек тешиктери бар фарфордон жасалган түпкүч коюлат (1-сүрөт, б). Эксикатор менен иштөө учурунда анын шлифтелинген бөлүгүн вакуум же вазелин майы менен майлоо керек. Эксикаторду бир жерден башка жакка алып баруу же аны ачып жабуу эрежесин туура колдонуу үчүн сүрөттү карагыла (19- сүрөт, в, г).

Кургатуучу шкаф

Изилденүүчү заттарды жана химиялык идиштерди кургатуу үчүн электрдик кургатуучу шкафтар колдонулат. (20- сүрөт.)

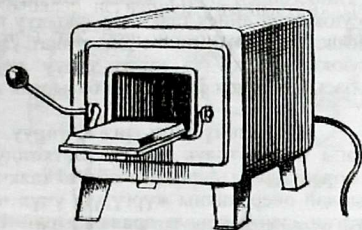


20-сүрөт. Кургатуучу шкаф

Анын температурасынын иштөө аралыгы 50 дөн 200-250⁰С чейин, тактыгы $\pm 2^0$ С барабар. Шкафтын ичи ортосунда тегерек тешиктери бар үч металлдык текчелерден турат.

Муфель меши

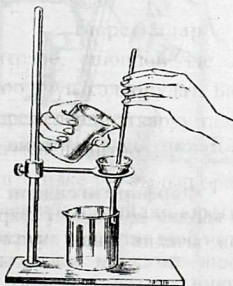
Муфель меши тигелдерди жана чөкмөсү бар тигелдерди кызарта ысытуу үчүн колдонулат. Ысытуучу зымдар менен оролуп отко чыдамдуу материалдан жасалат жана мештин металлдык тулкусуна бекитилет, ал муфель деп аталат. Мештин тулкусу (корпусу) менен муфельдин ортосу жылуулукту кармап туруучу материал менен толтурулат. Меш байкоочу айнекчеси бар керамикалык эшик менен жабылат. Меште реостат жайгаштырылган жана анын кармагычы тышка чыгарылган. Ошол кармагычты жылдыруу менен мешти 1000-1200⁰С чейин ысытат. Мештин арткы капталында температураны жөнгө салуучу аспап орнотулган (21-сүрөт).



21 -сүрөт. Муфель меши

Декантациялоо жана фильтрлөө

Алгач фильтрлөө үчүн чыпкалоочу кагазды тандап алуу сунушталат. Анткени ал чөкмөнүн көлөмүнө жараша болот. Чыпкалоочу кагаздын кыры воронкага салганда анын кырынан 5-10 мм ылдый болуу керек. Чыпкалоочу кагаз жана воронка даяр болгондон кийин фильтрлөөчү аппаратты чогултушат. (22-сүрөт)



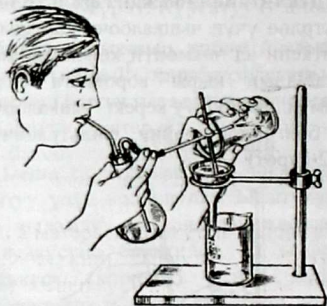
22-сүрөт. Фильтрлөөчү аспап

Фильтрлөө учурунда воронканын ылдыйкы жагы фильтратка тийбегендей болуу керек. Фильтрлөө учурунда стакандагы суюктукту айнек таякчасы аркылуу куят. Мындай чыпкалоо ыкмасы **декантациялоо** деп аталат. Декантациялоо учурунда суюктукту тез-тез куюп туруу керек, анткени суюктуктун басымы менен фильтрлөө батыраак жүрөт.

Чөкмөнү фильтрге которуу

Стакандагы чөкмө толук жуулуп бүткөндүгүн аныктоо менен аны воронкадагы фильтрге айнек таякчасы аркылуу которот. Мындай операцияны жүргүзүш үчүн чөкмөгө 20-30 мл жууй турган сууну кошуп аралаштырат. Пайда болгон суспензияны тез аранын ичинде айнек таякчасы аркылуу фильтрге которот. Мындай ыкманы бир нече жолу кайталайт.

Стакандын капталдарындагы чөкмөнүн калдыктарын жуугуч менен жууп түшүрүп фильтрге которот. (23- сүрөт.)



23-сүрөт. Декантациялоо жана фильтрлөө

Фарфор тигелдери

Чөкмөлөрдү ар кандай көлөмдөгү фарфор тигелдеринде кызарта ысытат. Алгач бош тигелдин массасын билүүгө туура келет. Андыктан бош тигелдин массасы турактуу абалга келгенче муфель мешинде кызарта ысытат. (24- сүрөт.)



24- сүрөт. Фарфор тигелдери

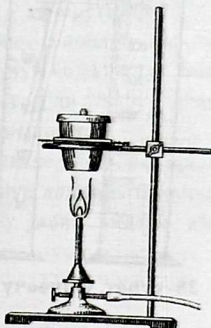
Чөкмөнүн фильтр кагазына оролуш эрежеси

Воронкадагы кургатылган чөкмөнү этияттык менен фильтр кагазына оройт жана массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салат. (25- сүрөт.)



25- сүрөт.

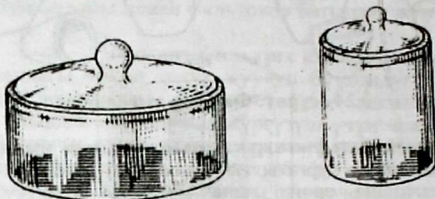
Тигелди чөкмөсү менен үч бурчтукка коюп анча чоң болбогон жалында көмүргө айлантат (26 – сүрөт).



26 – сүрөт.

Айнек бюкстары

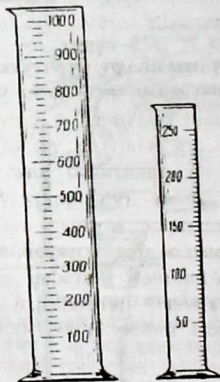
Жапкычтары шлифтелинген стаканчалар абадан нымдуулукту соруп алуучу жана чубурма заттарды таразага тартуу жана сактоо үчүн колдонулат.



27- сүрөт. Айнек бюкстары

Өлчөөчү идиштер (Цилиндры)

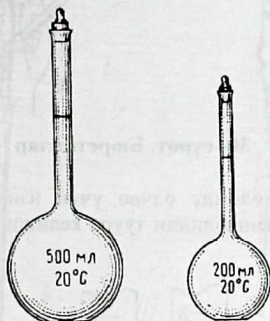
Суюктуктардын көлөмүн өлчөйт.



28- сүрөт. Өлчөөчү идиштер

Өлчөөчү колбалар

Өлчөөчү колбалар негизинен титриметриялык анализде концентрациялары так болгон эритмелерди даярдоо үчүн колдонулат.

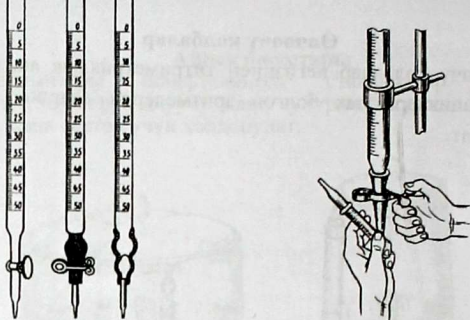


29- сүрөт. Өлчөөчү колбалар

Бюреткалар

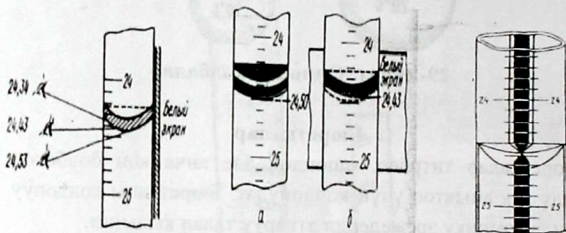
Бюреткалар титрлөө, ошондой эле анча көп болбогон көлөмдү так аныктоо үчүн колдонулат. Бюретканы колдонуу учурунда төмөнкү эрежелерди аткаруу талап кылынат.

- таза бюретка менен иштөө
- бюретканы штативке түз кылып орнотуу
- ар бир титрлөөнүн алдында бюретканы эритме менен нөлгө чейин толтуруу жана андагы абанын көбүкчөсүн чыгаруу. (30-сүрөт)



30- сүрөт. Бюреткалар

Бюреткадагы көлөмдү өлчөө үчүн изилдөөчүнүн көзү менен эритменин деңгээлинин туура келиши талап кылынат. (31-сүрөт)

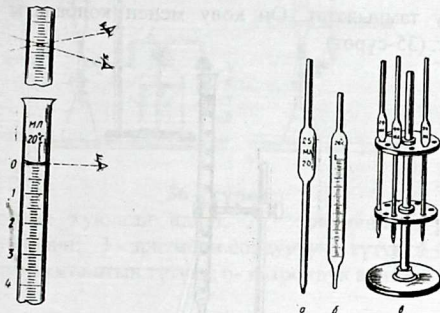


31-сүрөт. Бюреткадагы эритменин көлөмүн туура аныктоо эрежелери.

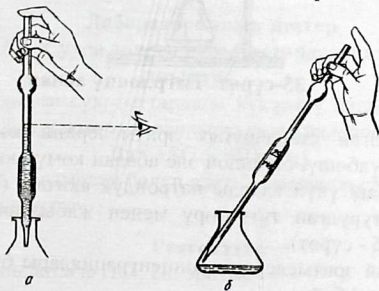
Түстүү эритмелердин көлөмүн бюретка боюнча өлчөгөндө эритменин үстүнкү деңгээли боюнча аныктайт, ал эми түссүз эритмелердикин ылдыйкы деңгээли боюнча ченейт.

Пипеткалар

Пипеткалар изилденүүчү жана стандарттык эритмелердин анча көп болбогон көлөмдөрүн так өлчөө үчүн колдонулат. Алардын көлөмү 1-100 мл ге чейин болот. Пипеткаларды атайын штативтерде сактайт (32,33-сүрөт). Пипеткалар менен иштөө эрежелерин сүрөт боюнча карагыла (34-сүрөт).



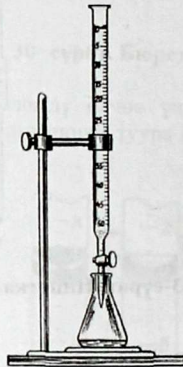
32,33-сүрөт. Пипеткалар



34-сүрөт. Пипеткалар менен иштөө эрежелери.

Титрлөөчү аспап

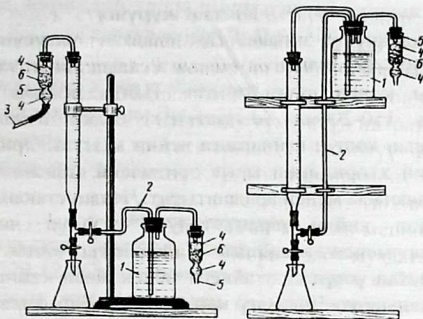
Бюреткага концентрациясы белгилүү эритмени, ал эми изилденүүчү эритмени конус түрүндөгү колбага куят. Эквивалент чекитин аныктоо үчүн изилденүүчү эритмеге 2-3 тамчы индикаторду кошот. Титрлөөнү отурган абалда жүргүзөт. Сол колу менен бюретканын краны же кыпчыгычы аркылуу тамчылатат. Оң колу менен колбадагы эритмени чайкайт. (35-сүрөт)



35-сүрөт. Титрлөөчү аспап

Даярдалган стандарттык эритмелердин концентрациялары өзгөрүлбөшү, ошондой эле абадан көмүр кычкыл газын тартып албаш үчүн аларды натрондук акиташ (NaOH , CaO) менен толтурулган түтүктөрү менен жабылган идиштерде сактайт. (36 - сүрөт).

Мындай эритмелердин концентрациялары бир нече айга чейин өзгөрүлбөйт.



36 – сүрөт.

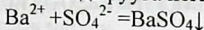
1 - эритме куюлган идиш; 2 - эритмени бюреткага толтуруучу сифон; 3 - эритмени сордуруучу түтүк; 4 - кебез; 5 - натрондук акиташтын түтүгү; 6- натрондук акиташ.

19.18. Гравиметриялык методдордун анализде колдонулушу

Лабораториялык иштер

19.18.1. Сууда эриген сульфаттардагы күкүрттү аныктоо

Сууда эриген сульфаттардагы күкүрттү аныктоо BaSO_4 -тү кристаллдык чөкмөгө айландырууга негизделген.



Чөкмөнү эритмеден бөлүп алат. Чөкмөнү кызарта ысытуу $t=800^\circ\text{C}$ жүргүзүлөт.

Реагенттер

Туз кислотасы HCl , 2н. эритме

Барийдин хлориди $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 5% эритме

Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме

Азот кислотасы HNO_3 , 2н. эритме

Иштин жүрүшү

Изилденүүчү заттын таразаланган үлгүсүн (0,3-0,4г) көлөмү 300-400мл болгон стаканга салып айнек таякчасынын жардамы менен сууга эритет. Пайда болгон эритменин көлөмүн 150-200мл ге жеткизет жана 2-3мл 2н. туз кислотасын кошуп кайнаганга чейин ысытат. Эритмеге 10мл 5% барий хлоридинин ысык эритмесин тамчылатып кошуп айнек таякчасы менен аралаштырат. Чөкмө стакандын түбүнө чөккөндөн кийин анын толук чөгүшүн чөктүргүчтүн жардамы менен аныктайт. Стакандагы айнек таякчасын чыгарбастан үстүн саат айнеги менен жаап кийинки сабакка чейин калтырат. Чөкмөнү көк сызмасы бар фильтр аркылуу чыпкалайт. Чөкмөнүн үстүндөгү фильтратты өзүнчө колбага чогултат жана төгүп таштайт. Стакандагы чөкмөнү 2-3 жолу муздак суу менен декантациялап жууйт. Чөкмөнү фильтрге которот жана 3-4 жолу анча көп эмес көлөмдөгү суу менен жууйт. Чөкмөнүн толук жуулушун $СГ$ ионду күмүштүн нитраты менен кычкыл чөйрөдө (HNO_3) текшерет. Андан кийин куйгучту чөкмөсү менен кургатуучу шкапка коет жана нымдуу фильтрди ороп, массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып муфель мешине 10-15 мүнөткө коет. Тигелди чөкмөсү менен эксикатордо муздатат жана таразага тартат. Күкүрттүн үлгүдөгү санын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m(S) = (m_1 - m_0) \cdot 0,1374 / C \cdot 100$$

$$\text{ЭФ} = M(S) / M(BaSO_4) = 32 / 233,4 = 0,1374$$

m_1 - чөкмөсү бар тиглдин массасы

m_0 - бош тигелдин массасы

C - үлгүнүн массасы

0,1374 - эсептөө фактору

19.18.2. Барийдин хлоридиндеги кристаллдык сууну аныктоо. $\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Реагенттер жана жабдуулар

Барийдин хлориди $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Бюкстар

Кургатуучу шкаф

Иштин жүрүшү

Таза жуулган бюкстун жапкычын ачып кургатуучу шкапка ($t=120-125^\circ\text{C}$) 45 мүнөткө коет. Андан кийин тигел кыпчыгычынын жардамы менен бюксту жапкычы менен эксикаторго 15-20 мүнөткө коюп муздатат жана таразага тартат. Таразага тартуулардын айрымасы $0,00002\text{г}$ болгонго чейин кургатууну кайталайт. Турактуу абалга келтирилген бюкса 1-3г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ салып, жапкычын жаап таразага тартат. Кристаллогидрат салынган бюкстун жапкычын ачып $t=120-125^\circ\text{C}$ барабар болгон кургатуучу шкапка коет. Эксикатордо муздатылган бюкстун жапкычын жаап таразага тартат. Массасы турактуу абалга келгенге чейин бул операция бир нече жолу кайталанышы мүмкүн.

Кристаллогидраттагы кристаллдык сууну төмөнкү формула боюнча эсептейт

$$m(\text{H}_2\text{O}) = (m_1 - m_0) / C \cdot 100$$

m_0 - бош бюкстун массасы

m_1 - кристаллогидрат салынган тигелдин массасы

C - кристаллогидраттын үлгүсү

Алынган анализдин жыйынтыгы боюнча абсолюттук жана салыштырмалуу катасын эсептейт.

19.18.3. Үлгүдөгү барий хлоридинин ($\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

санын аныктоо

Реагенттер

Күкүрт кислотасы H_2SO_4 , 2н. эритме

Туз кислотасы HCl , 2н. эритме

Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме

Азот кислотасы HNO_3 , 2н. эритме

Иштин жүрүшү

Барий хлоридинен 0,5г таразага тартып көлөмү 250-300мл стаканга салып, 100-150мл дистирленген сууну куюп айнек таякчасы менен аралаштырып эритет. Коллоиддик эритмени болтурбоо максатында эритмеге 2-3мл 2н. туз кислотасын кошот. Анализденүүчү эритмени кайнаганга жеткирбей ысытат. Ошондой эле башка стаканга 3-5мл 2н. күкүрт кислотасынан алып ага 30мл дистирленген сууну кошуп ысытат. Чөктүргүч заттын (H_2SO_4) ысык эритмесин анализденүүчү ($\text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ысык эритмесине тамчылатып кошуп айнек таякчасы менен үзгүлтүксүз аралаштырат. Стакандагы чөкмөнү суюктугу менен ысытылган суу мончосуна белгилүү убакытка коет. Чөкмөнү суу мончосунда жайлатып муздатуу ири кристаллдык чөкмөнү (BaSO_4) пайда кылууга шарт түзөт. Чөкмөнүн үстүндөгү эритме тунук болгон учурда аныкталуучу заттын толук чөккөндүгүн аныктайт. Стакандын ички капталы аркылуу 2-3 тамчы күкүрт кислотасын эритмеге кошот. Эгерде эритмеде эч кандай өзгөрүү байкалбаса барийдин иону толугу менен чөктү деген жыйынтыкка келүүгө болот. Тескери жыйынтык болгон учурда стаканга чөктүргүчтүн ысык эритмесин кошуп аралаштырып кайрадан белгилүү убакытка чейин коюшат. Чөкмө толук чөккөндөн кийин, стакандагы айнек таякчасын чыгарбастан үстүн кагаз менен жаап кийинки сабакка чейин калтырат. Бул убакыт пайда болгон кристаллдын өсүп жетилишине алып келет. Алынган кристаллдык чөкмөнүн

үстүндөгү тунук суюктукту көк сызмалуу фильтр аркылуу декантациялоо жолу менен чыпкалайт. Андан кийин 4-5 тамчы күкүрт кислотасы кошулган 200-300мл ысык суу менен чөкмөнү декантациялайт. Чөкмөнү Cl^- ионду толук четтеткенге чейин жууйт. Cl^- ионду күмүштүн нитраты менен кычкыл чөйрөдө (HNO_3) текшерешет. Чөкмөлүү фильтри кургатуучу шкафта кургатат. Кургатылган чөкмөнү фильтри менен массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып температурасы 800°C барабар болгон муфель мешине 25-30 мүнөткө коет. Андан кийин эксикатордо муздатат жана таразага тартат.

Үлгүдөгү барий хлоридинин массалык үлүшүн төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m\% = (m_1 - m_0) \cdot \text{ЭФ} / C \cdot 100$$

$$\text{ЭФ} = M \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} / M \text{BaSO}_4 = 244,3 / 233,4 = 1,0467$$

m_1 - кызарта ысытылган чөкмө менен тигелдин массасы

m_0 – бош тигелдин массасы

ЭФ - эсептөө фактору

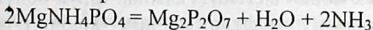
C – үлгүнүн массасы

19.18.4. Фосфат иондун санын аныктоо

Фосфат ионду аныктоо төмөнкү реакцияга негизделген.



Пайда болгон чөкмөнү чыпкалайт жана жууйт. Чөкмөнү кызарта ысытканда ажырап кетет.



Салмактык формасы $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ – магнийдин пирофосфаты

Реагенттер

Аммонийдин хлориди NH_4Cl , 2н. эритме;

Аммонийдин гидроксиди NH_4OH , 2,5 жана 25% эритмелери;

Магнезиалдык аралашма – 55г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ жана 105г

аммонийдин хлоридин сууга эритет. Пайда болгон эритмени

туз кислотасы менен бир аз кычкылдантып көлөмүн 1 литрге

жеткизет;

Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме;

Азот кислотасы HNO_3 , 2н. эритме.

Иштин жүрүшү

Анализденүүчү эритмени 300мл колбага коюп, ага 5мл 2н. аммоний хлоридинин эритмесин, 15мл магнезиалдык аралашмасын кошуп электроплиткага 40-45°C чейин ысытат. Ысык эритмеге 2,5% аммоний гидроксидинин эритмесин тамчылатып кошот. Магнезиалдык аралашмадагы туз кислотасы аммоний гидроксиди менен нейтралдаштырылгандан кийин чөкмө пайда болуп баштайт. Пайда болгон чөкмө MgNH_4PO_4 кристаллдык түзүлүшкө ээ. Эгерде эритме чөкмөнүн ордуна булангырлыкты пайда кылса, аны туз кислотасына эритип кайрадан аммонийдин гидроксидин (2,5%) кошуп чөктүрөт. Ысык эритме муздагандан кийин ага эритменин жалпы көлөмүнүн бештен бир бөлүгүнө тура келген 25% аммиактын эритмесин акырындык менен тамчылатып кошуп айнек таякчасы менен үзгүлтүксүз аралаштырат. Стакандагы пайда болгон чөкмөнү ак сызмалуу фильтр аркылуу чыпкалайт жана 2,5% аммиактын эритмеси менен декантациялайт. Чөкмөнү фильтрге которот жана хлордун ионун толук четтеткенге чейин жууйт [$\text{Cl}^- + \text{AgNO}_3(\text{HNO}_3)$]. Кургатылган чөкмөнү массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып акырындык менен ысытат. Аммиак толук бөлүнүп чыккандан кийин, чөкмөнү муфель мешине коюп турактуу массага келгенге чейин кызырта ысытат. Чөкмөнүн массасын билүү менен фосфат ионунун массасын төмөнкү формулага коюп эсептейт.

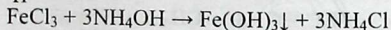
$$m(\text{P}_2\text{O}_7)_2 = a \cdot \text{ЭФ}$$

$$\text{ЭФ} = M(\text{P}_2\text{O}_5) / M(\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7) = 143,0/222,6=0,6379$$

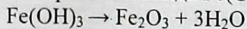
a - чөкмөнүн массасы

19.18.5. Темирдин санын аныктоо

Fe(III) аммонийдин гидроксидин таасир этүү менен чөктүрөт.



Кызарта ысытканда Fe(OH)₃ ажырап кетет.



Салмактык формасы - Fe₂O₃

Реагенттер

Аммонийдин гидроксиди NH₄OH, 10% эритме;

Азот кислотасы HNO₃, 2н. эритме;

Аммонийдин нитраты NH₄NO₃, 2% эритме;

Күмүштүн нитраты AgNO₃, 1% эритме.

Иштин жүрүшү

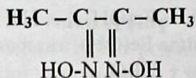
FeCl₃ изилденүүчү эритмесине 3-5мл 2н. азот кислотасын кошуп кайнаганга жеткизбей ысытат. Ысытылган эритмеге 10% аммонийдин гидроксидин тамчылатып кошот. Ошол эле стаканга аралаштыруу менен 100-150мл дистирленген ысык сууну кошот. Чөкмө стакандын түбүнө чөгөт. Чөкмөнү кызыл сызмалуу фильтр аркылуу чыпкалайт жана 3-4 жолу аммонийдин нитраты менен декантациялап жууйт. Чөкмөнү фильтрге которот жана аммонийдин нитраты менен жууганды улантат. Кургатылган чөкмөнү массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып турактуу массага келгенге чейин кызарта ысытат. Эксикаторго муздатат жана таразага тартат. Чөкмөнүн массасын билүү менен темирдин массалык үлүшүн эсептейт.

$$m(\text{Fe})_2 = a \cdot \text{ЭФ}$$

$$\text{ЭФ} = 2A(\text{Fe})/M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,6994$$

a - чөкмөнүн массасы - Fe₂O₃

19.18.6. Диметилглиоксимдин жардамы менен никелди аныктоо



Реагенттер

Аммонийдин гидроксиди NH_4OH , 10% эритме;
Диметилглиоксим 1% аммиак эритмеси;
Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме.

Иштин жүрүшү

Никелдин иону бар изилденүүчү эритмени суу менен көлөмүн 200мл чейин суюлтат жана 40-50°C чейин ысытат. Эритмеге 25мл диметилглиоксимди жана аммиактын гидроксидин кошуп 60-70°C 30 мүнөт кармайт. Пайда болгон чөкмөнү №3 айнек фильтри аркылуу чыпкалайт жана ысык суу менен жууйт. Чөкмөнүн толук тазаланышы Cl^- иондун реакциясы боюнча аныкталат (AgNO_3 , HNO_3 катышуусунда). Чөкмөнү массасы турактуу абалга келтирилген тигелде $t=110-115^\circ\text{C}$ кургатат, таразага тартат.

Никелдин үлгүдөгү санын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m(\text{Ni})_r = a \cdot \text{ЭФ}$$
$$\text{ЭФ} = [\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2] = 0,2032$$

ЭФ – эсептөө фактору
а - чөкмөнүн массасы

19.18.7. Алуминийдин гидроксидин мочевина аркылуу чөктүрүү

Реагенттер

Аммонийдин хлориди NH_4Cl , кристаллы
Мочевина $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, кристаллы
Азот кислотасы HNO_3 , 2н эритме;
Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме;
Аммонийдин нитраты NH_4NO_3 , 2% эритме.

Иштин жүрүшү

Алюминийдин тузунун эритмесин 100мл ге чейин суюлтат жана ага 5г аммонийдин хлоридин, 15г мочевианы кошуп стаканды саат айнеги менен жаап кайнап жаткан суу мончосуна бир саатка коет. Пайда болгон чөкмөнү кызыл сызмалуу фильтр аркылуу чыпкалайт. Чөкмөнү 3-4 жолу декантациялоо менен жууйт жана фильтрге которот. Чөкмөнү аммонийдин нитратынын бысык эритмеси менен жууйт. Чөкмөнүн толук жуулушун Cl^- иондун реакциясы боюнча аныктайт (AgNO_3 , HNO_3 катышуусунда). Куйгучтагы фильтр чөкмөсү менен кургатуучу шкапка коюлат. Фильтрди чөкмөсү менен бирге массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып электроплиткада акырындык менен көмүргө айлантат жана бир саатка $t=1000^\circ\text{C}$ муфель мешинде кызарта бысытат. Тигелди чөкмөсү менен бирге эксикатордо муздатат, таразага тартат. Чөкмөнүн массасын билүү менен алюминийдин санын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m(\text{Al}), \text{г} = a \cdot \text{ЭФ}$$

ЭФ – эсептөө фактору = $2A(\text{Al})/m(\text{Al}_2\text{O}_3)=0,5292$

a - чөкмөнүн массасы

19.18.8. Биргелешкен эритмедеги алюминийди жана темирди аныктоо

Реагенттер

Азот кислотасы HNO_3 , 2н. эритме;
Туз кислотасы HCl , ($\rho=1,19 \text{ г/см}^3$);
Аммиак NH_3 , эритме (1:1);
Аммонийдин нитраты NH_4NO_3 , 2% эритме;
Күмүштүн нитраты AgNO_3 , 1% эритме;
Индикатор метил кызыл 0,1% спирт эритмеси.

Иштин жүрүшү

Алюминий жана темири бар үлгүнү эритет. Пайда болгон эритмеге концентрацияланган 5мл HCl жана 3мл HNO_3 кошот. Эритмени кум мончосунда акырындык менен 3-5 мүнөт кайнатат жана суу менен эритменин көлөмүн 150-200мл чейин суюлтат, кайнаганга чейин ысытат. Эритмеге 2-3 тамчы метил кызылды кошот жана ага бюреткадан аммиактын эритмесин (1:1) эритме кызыл түстөн сарыга өткөнчө тамчылатат. Эритмени чөкмөсү менен бирге 1-2 мүнөт ысытат жана чөкмөнүн чөгүшү үчүн бир аз убакытка коет. Пайда болгон чөкмөнү кызыл сызмалуу фильтр аркылуу чыпкалайт жана аны 2-3 жолу декантациялоо менен аммонийдин нитратынын ысык эритмеси менен жууйт. Чөкмөнүн толук жуулушун Cl^- иондун реакциясы боюнча аныктайт (AgNO_3 , HNO_3 катышуусунда). Чөкмөсү бар фильтрди куйгучу менен кургатуучу шкафта кургатат жана массасы турактуу абалга келтирилген тигелге салып электроплиткада көмүргө айлантат. Чөкмөсү бар тигелди муфель мешине коюп $t = 900-1000^\circ\text{C}$ кызарта ысытат. Тигелди чөкмөсү менен бирге эксикатордо муздатат жана таразага тартат. Чөкмөнүн массасын билүү менен алюминийдин, темирдин санын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m\text{R}_2\text{O}_3 = \frac{g(\text{R}_2\text{O}_3), \text{г}}{\gamma_{\text{г/г}, \text{г}}} \cdot 100$$

m – алюминийдин жана темирдин массасынын суммасы

19.18.9. Магнийди 8-оксихинолин менен аныктоо

Реагенттер

Туз кислотасы HCl , ($\rho=1,19 \text{ г/см}^3$);

8-оксихинолин 5% эритме 2м уксус кислотасында;

Аммиак NH_3 , эритме (1:1);

Индикатор фенолфталеин, 0,1% спирт эритмеси.

Иштин жүрүшү

Магнийдин тузунун эритмесинин көлөмүн суу менен 150мл чейин суюлтат жана ага 5мл HCl , 5-7 тамчы фенолфталеинди кошуп 80°C чейин ысытат. Ушул эле эритмеге 15мл 8-оксихинолинди кошот. Пайда болгон эритмеге бюреткадан аммиактын эритмесин тамчылатып кошот. Эритменин түсү мала кызыл түскө өткөндө тамчылатууну токтотот. Чөкмөлүү эритмени суу мончосунда 30-40 мүнөт ысытат. Чөкмө айнек фильтри аркылуу чыпкаланат. Чөкмөнү ысык суу менен фильтрат тунук болгонго чейин жууйт. Чөкмөнү тигелге салып $t=130^\circ\text{C}$ болгон кургатуучу шкафта турактуу массага келмейинче кургатат. Пайда болгон чөкмөнүн массасын билүү менен магнийдин санын эсептейт.

$$m(\text{Mg}), \text{г} = a \cdot \text{ЭФ}$$

a- чөкмөнүн массасы

$$\text{ЭФ} - \text{эсептөө фактору} = 0,0778$$

19.18.10. Цинкти 8-оксихинолиндин жардамы менен аныктоо

Реагенттер

8-оксихинолин, 3% эритме (этанол, ацетон, уксус кислотасы);

Натрийдин ацетаты $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, кристаллы;

Уксус кислотасы CH_3COOH , 3% эритме;

Натрийдин гидроксиди NaOH , 2м. эритме;

Шарап кислотасы $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, кристаллы;

Индикатор фенолфталеин, 0,1% спирт эритмеси (60% этанол).

Иштин жүрүшү

15-20мг цинки бар изилденүүчү эритмеге 5мл шарап кислотасын, 5-7 тамчы фенолфталеинди кошуп аралаштыруу менен бюреткадан NaOH эритмесин изилденүүчү эритме мала кызыл түскө өткөнчө тамчылатат. Эритмеге 10-15мл NaOH эритмесин кошот жана аны суу менен 100мл чейин суюлтуп муздатат. Муздак эритмеге 8-оксихинолиндин этанолдогу же ацетондогу эритмесин изилденүүчү эритменин өңү бозомук сары түскө өткөнчө кошот. Пайда болгон чөкмөнү эритмеси менен суу мончосунда 30-40 мүнөт ысытат. Чөкмөнү айнек фильтри аркылуу чыпкалайт жана фильтраты тунук болгонго чейин ысык суу менен жууйт. Чөкмөлүү тигелди кургатуучу шкафта турактуу массага келмейинче кургатат ($t=130-140^{\circ}\text{C}$). Алынган чөкмөнүн массасын билүү менен цинктин санын эсептейт.

$$m(\text{Zn}), \text{г} = a \cdot \text{ЭФ}$$

a - чөкмөнүн массасы

$$\text{ЭФ} - \text{эсептөө фактору} = 0,1861$$

19.18.11. Цинкти антранил кислотасы менен аныктоо Реагенттер

Антранил кислотасы, 3% эритме (3г антранил кислотасын фарфор ступкасында майдалагандан кийин 22мл 1м NaOH эритмесинде эритет). Пайда болгон эртмени чыпкалайт жана көлөмүн суу менен 100мл чейин суюлтат. Чөкмөнү жууш үчүн 0,15% эритмени даярдайт: даярдалган эритмеден 5мл алып аны суу менен 100мл чейин суюлтат. Укус кислотасы CH_3COOH , 3% эритме.

Иштин жүрүшү

10-100мг цинки бар изилденүүчү эритмени көлөмүн суу менен 100-150мл чейин суюлтат жана ага 1-2мл укус

кислотасын кошуп (рН-5) кайнаганга чейин ысытат. Пайда болгон эритмеге 20-25мл 3% антранил кислотасынын эритмесин тамчылатып кошот. Чөкмөлүү эритмени 15-20 мүнөткө коет. Комнаталык температурага чейин муздатылган чөкмөлүү эритме айнек фильтри аркылуу чыпкаланат. Чөкмөнү 0,15% антранил кислотасы, суу жана 7-10мл этанол менен жууйт жана турактуу массага келмейинче кургатат ($t=100-110^{\circ}\text{C}$). Эгерде үлгүдөгү цинктин саны аз болсо, чөкмө 15-20 мүнөттөн кийин гана пайда болот. Пайда болгон чөкмөнүн массасын билүү менен цинктин санын эсептейт.

$$m(\text{Zn}),\text{г} = a \cdot \text{ЭФ}$$

a- чөкмөнүн массасы $\text{Zn}(\text{C}_7\text{H}_6\text{NO}_2)_2$

ЭФ - эсептөө фактору = 0,1924

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр

1. Кандай реакциялар салмактык анализде колдонулат?
2. Чөгүү формасы деген эмне? Чөгүү формасына коюлуучу талаптар. Толук чөгүү дегенди кандайча түшүнүүгө болот? Чөктүрүү учурунда кандай жоготуулар болушу мүмкүн? Барий ионун кандай кошулма түрүндө чөктүрүү ыңгайлуу жана эмне үчүн? Ba^{2+} , BaCO_3 , BaSO_4 же BaCrO_4 .
3. Салмактык формасы деген эмне? Салмактык формага коюлуучу негизги талаптар.
4. Al^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} гидроксид түрүндө чөктүрүү үчүн кайсы реагентти колдонуу (NaOH же NH_4OH) ыңгайлуу жана эмне үчүн?
5. Чөкмөнүн өсүп жетилиши (эскириши) дегенди кандай түшүнүүгө болот? Бул учурда кандай процесстер жүрүшү мүмкүн?
6. Кристаллдык чөкмөлөрдү алуунун шарттары кайсылар? Мисал келтиргиле.
7. Аморфтук чөкмөлөрдү алуу үчүн кандай шарттар талап кылынат?

8. Кошо чөгүү деген эмне жана аны жоюнун жолдору кайсылар?

9. Салмактык анализдин негизги операцияларын атагыла.

10. Составында 56% темир болгон тоо тектен Fe^{3+} ионун гидроксид түрүндө чөктүрүш үчүн тоо тектен анализге канча грамм алуу керек?

Жообу: 0,1069г

11. 0,4162г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ эриген эритмеде Ba^{2+} ионун чөкмөгө толук чөктүрүү үчүн H_2SO_4 түн 1н. эритмесинен канча көлөм алуу керек?

Жообу: 3,4мл

12. Анализге 0,327г пирит алынган. Андагы темирдин санын аныкташ үчүн аны эритип, эритмедеги Fe^{3+} иондорун аммиактын эритмеси менен $\text{Fe}(\text{OH})_3$ түрүндө чөктүрдү. Чөкмөнү бөлүп алып күйгүзгөндө 0,2185г Fe_2O_3 чөкмөсү алынды. Пириттеги темирдин проценттик өлчөмүн эсептегиле.

Жообу: 46,76%

13. Куйманын составындагы күмүштү аныктоо үчүн анын 0,3545г өлчөмүн эритип, эритмеден Ag^+ ионун AgCl түрүндө чөктүргөн. Кургатылган чөкмөнүн массасы 0,3705г барабар. Куйманын составындагы күмүштүн санын процент боюнча эсептегиле.

Жообу: 72,30%

20-глава. ТИТРИМЕТРИЯЛЫК АНАЛИЗ

Титриметриялык анализ аныкталуучу компонент менен реакцияга кирген реагенттин көлөмүн өлчөөгө негизделген. Бир мл эритмедеги эриген заттын саны **титр деп аталат**. Титр г/мл менен ченелет. Титриметриялык анализде титри же концентрациясы белгилүү эритмелерди колдонушат, алар титрленген эритмелер же жумушчу эритмелер деп аталат. Эритмелер даярдалган жана аныкталган деп бөлүнүшөт. Эритмелерди даярдоого колдонулган заттар төмөнкү талаптарга жооп берүүсү зарыл.

1. химиялык жактан таза болуусу;
2. химиялык формуласына туура келүүсү;
3. кургак жана эритмеде турактуулугу.

Мындай заттар стандарттык же аныктоочу деп аталат. Эритмелерди өлчөөчү колбаларда даярдайт. Аналитикалык таразага тартылган заттын үлгүсүн куйгуч аркылуу колбага салып ага анча көп эмес сууну кошуп эритет жана суу менен белгисине чейин жеткизет. Колбанын оозун тыгыны менен жаап бир нече жолу аралаштырат. Үлгү боюнча эритменин титрин (Т) аныктайт.

$$T = m/v = \text{г/мл}$$

m- үлгү (г)

v- көлөм (мл)

Мындай эритмелер даярдалган деп аталат.

Нормалдуу концентрацияга өтүү үчүн титрди миңге көбөйтүп жана эквивалентке бөлөбүз.

$$N = T \cdot 1000 / \text{Э}$$

Аныкталган эритмелер – эритменин титрин стандарттык заттын эритмеси менен титрлеп аныктайт.

Жумушчу эритме катарында көбүнчө минералдык кислоталар, щелочтор, калийдин перманганаты, натрийдин тиосульфаты колдонулат. Бул заттар стандарттык заттарга коюлган талаптарга жооп бербейт. Алсак, HCl, H₂SO₄-составы турактуу эмес жана аларды таза түрүндө бөлүп алуу мүмкүн эмес. Щелочторду (NaOH, KOH) сактаганда же

таразага тартканда абадан нымдуулукту жана көмүр кичкыл газын соруп алат. Калийдин перманганаты жана натрийдин тиосульфаты эриткенде эле концентрациясы өзгөрүлөт. Анткени, алар суудагы аралашма заттар менен реакцияга кирет. Ошондуктан алардын саны алынган үлгүгө туура келбейт. Мындай заттардын эритмелеринин концентрациясы титрлөө жолу менен гана аныкталат.

Эритменин нормалдуу концентрациясын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

V_1N_1 - стандарттык эритменин көлөмү жана концентрациясы

V_2N_2 - аныкталуучу эритменин көлөмү жана концентрациясы

Эквиваленттик чекитти индикатордун жардамы менен аныктайт.

Титриметриялык анализде колдонулган реакциялардын түрлөрүнө карата алар төмөнкү методдорго бөлүнөт: кислота-негиздик, кычкылдантып-калыбына келтирип (перманганатометрия, иодометрия, хроматометрия ж.б.), комплексометриялык жана чөктүрүп титрлөө.

12-таблица

Көлөмдүк анализдин методдорунун классификациясы жана жумушчу эритмелери

Методдору	Методдордун түрлөрү	Жумушчу эритме
Нейтралдаштыруу	Ацидиметрия Алкалиметрия	HCl, H ₂ SO ₄ , NaOH, Ba(OH) ₂
Кычкылдануу-калыбына келүү	1.Перманганатометрия 2.Иодометрия 3.Хроматометрия	KMnO ₄ I ₂ , Na ₂ S ₂ O ₃ K ₂ Cr ₂ O ₇
Чөктүрүү	1.Аргентометрия 2.Роданометрия	AgNO ₃ NH ₄ CNS
Комплексти пайда кылуу	Трилонометрия	ЭДТА (трилон Б)

20.1. Эритмелердин концентрациясын туюнтуу жана аларды даярдоо

Аналитикалык химияда эритмелер проценттик (салмактык, көлөмдүк), нормалдык, молярдык, мольдук-проценттик концентрациялар менен туюнтулат. Эритменин белгилүү өлчөмүндө эриген заттын саны **эритменин концентрациясы** деп аталат.

1. **Салмактык проценттик концентрация** – 100г эритмедеги эриген заттын салмактык санын билгизет.

Мисалы, 10% NaCl эритмесинде 10г туз жана 90г H₂O бар.

2. **Көлөмдүк проценттик концентрация** – 100мл эритмеде эриген заттын көлөмүн билгизет.

Мисалы, спирттин 5% эритмесинде 5мл спирт жана 95мл H₂O бар.

3. **Моль проценттик концентрация** – эриген зат менен эриткичтин мольдук сандарынын проценттик катыштары менен туюнтулат жана моль-процент менен белгиленет.

Мисалы, метил спиртинин 48% суу эритмесинин 100г массасында 48г CH₃OH жана 52г H₂O бар.

Граммды мольго айландырабыз.

$$\text{CH}_3\text{OH}=48/32=1,5\text{моль}; \text{H}_2\text{O}=52/18=2,9\text{моль}$$

Алардын мольдук үлүшүн табабыз.

$$\text{CH}_3\text{OH}=1,5/1,5+2,9=0,341; \text{H}_2\text{O}=2,9/1,5+2,9=0,659$$

Моль процентке келтириш үчүн жүзгө көбөйтөбүз.

$$\text{CH}_3\text{OH}=0,341 \cdot 100=34,1\%; \text{H}_2\text{O}=0,659 \cdot 100=65,9\%$$

Молярдуу эритмелерди даярдоо

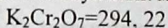
Молекулалык массасына барабар болгон заттын грамм менен туюнтулган саны **грамм - молекула же моль** деп аталат.

Молярдуулук – М тамгасы менен белгиленет. Бир литр эритмеде заттын бир грамм-молекуласы (1 моль) эриген болсо, бул **молярдуу эритме** деп аталат.

Мисалы, 0,5 литр 0,1 молярдуу калий дихроматынын эритмесин даярдоого талап коюлду.

Чыгарылышы

Калий дихроматынын молекулалык массасын эсептейбиз.



1л 0,1м эритме даярдаш үчүн 0,1 грамм – молекуланы алуу керек болот.

$$294,22 \cdot 0,1 = 29,422 \text{г } K_2Cr_2O_7$$

Ал эми 0,5л эритме даярдаш үчүн табылган навесканы 0,5 көбөйтөбүз.

$$29,422 \cdot 0,5 = 14,711 \text{г}$$

14,711г $K_2Cr_2O_7$ 500мл өлчөөчү колбага салып эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат.

Нормалдуу эритмелерди даярдоо

Бир литр эритмеде 1г-эквивалент зат эриген болсо ал **нормалдуу эритме** деп аталат. Нормалдуулук – N тамгасы менен белгиленет. Химиялык реакция учурунда 1,008г суутектин 8,000г кычкылтектин салмактык санын кошуп же алмаштырууга кеткен заттын салмактык саны ошол заттын **эквиваленти** деп аталат. Эквивалентке барабар болгон заттын грамм менен туюнтулган саны **грамм-эквивалент** деп аталат жана ал Э – тамгасы менен белгиленет. Кислотанын эквивалентин табыш үчүн анын молекулалык массасын кислотанын негиздүүлүгүнө бөлөт. Молекулалык массасын гидроксиддик группанын санына бөлүп негиздин эквивалентин табат.

Туздун эквиваленти анын молекулалык массасын металлдын атомунун санын валенттүүлүгүнө көбөйтүп чыккан санына бөлгөнгө барабар.

Кычкылдануу-калыбына келүү реакцияларында заттын эквивалентин табыш үчүн анын молекулалык массасын реакция кезинде заттын молекуласынын кабыл алган же берген электрондун санына бөлөт.

Мисалы, 250мл 0,1н эритме даярдаш үчүн козу кулак кислотасынан канча грамм алуу керек?

Чыгарылышы

Козу кулак кислотасы кристаллогидратты пайда кылат

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; молекулалык массасы = 126,070

Грамм-эквиваленти = $126,070/2 = 63,035$

1) $63,035 - 1\text{n}$

$x - 0,1$

$x = 6,3035\text{г}$

2) $6,3035 - 1000$

$x - 250$

$x = 1,5759\text{г}$

1,5759г үлгүнү 250мл колбага салып эритет, көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат.

Проценттик эритмелерди даярдоо

Процент менен туюнтулган эритменин концентрациясы 100г эритмедеги эриген заттын санын көрсөтөт.

Мисалы, 60г 40% эритме даярдаш үчүн аммонийдин нитратынан NH_4NO_3 канча грамм алуу керек.

Чыгарылышы

100г эритмеде 40г NH_4NO_3 , ал эми 60г эритмеде $X\text{г}$ NH_4NO_3 болгондуктан пропорция түзөбүз.

$100/40 = 60/X$

$X = 40 \cdot 60 / 100 = 24\text{г } \text{NH}_4\text{NO}_3$

Керектелүүчү суунун санын аныкташ үчүн табылган санды эритменин жалпы массасынан кемитебиз.

$$60-24=36\text{г H}_2\text{O}$$

20.2. Эритмелерди даярдоо үчүн колдонулуучу эсептөө ыкмалары

1. 100г сууда 20г зат эритилген эритменин проценттик концентрациясы кандай?

Эритменин жалпы массасын табабыз.

$$100+20=120\text{г}$$

120г эритмеде 20г зат бар, ал эми 100г эритмеде Хг.

Пропорция түзөбүз.

$$120/20=100/X$$

$$X=20\cdot 100/120=16,67\%$$

2. 15% эритме алуу үчүн 150г 40% натрийдин гидроксидин суюлтуу үчүн канча суу керек. Ошондой эле канча грамм 15% эритме пайда болот.

Чыгарылышы

150г 40% эритмеде канча грамм NaOH бар?

$$150\cdot 40/100=60\text{г}$$

60г NaOH тан канча грамм 15% эритме алынат?

$$15/100=60/X$$

$$X=100\cdot 60/15=400\text{г}$$

Демек, 150мл 40% NaOH эритмесине $400-150=250\text{мл H}_2\text{O}$ кошуу керек.

3. 90г 42% күкүрт кислотасынын эритмесине 135мл суу кошуп суюлтту. Эритменин проценттик концентрациясы кандай?

Чыгарылышы

90г 42% эритмеде канча грамм H_2SO_4 бар $90\cdot 42/100=37,8\text{г}$

135мл H_2O кошкондон кийин эритменин жалпы массасы

$90+135=225\text{г}$ болду.

Эритменин % концентрациясы

$$37,8 \cdot 100 / 225 = 16,8\%$$

4. Тыгыздыгы 1,485 барабар болгон 1л 47,8% КОН тын эритмесинен 22% эритме даярдоо үчүн эритмеге канча суу кошуу керек?

Чыгарылышы

Бир литр эритменин салмагы $1 \cdot 1,485 = 1485\text{г}$

Мындагы КОН $1485 \cdot 47,8 / 100 = 709,8\text{г}$

Пропорция түзөбүз

$$22 / 100 = 709,8 / X$$

$$X = 100 \cdot 709,8 / 22 = 3226\text{г}$$

Суунун массасын табабыз.

$$3226 - 1485 = 1741\text{мл H}_2\text{O}$$

5. Натрийдин гидроксидинин 80г 25% эритмеси 60г 42% эритмеси менен аралаштырылды. Эритменин концентрациясы эмнеге барабар?

Чыгарылышы

80г 25% эритмедеги NaOH тын саны $80 \cdot 25 / 100 = 20\text{г}$

60г 42% эритмедеги NaOH тын саны $60 \cdot 42 / 100 = 25,2\text{г}$

Эритменин жалпы массасындагы NaOH

$$140 / 45,2 = 100 / X$$

$$X = 45,2 \cdot 100 / 140 = 32,28\%$$

6. Тыгыздыгы 0,910 барабар болгон 1л 24% аммиактын эритмесинен 5% эритме даярдоо үчүн эритмеге канча суу кошуу керек?

Чыгарылышы

Бир литр 24% эритменин салмагы $0,910 \cdot 1 = 910\text{г}$

Эритмедеги аммиактын саны турактуу болгондуктан барабарсыздыкты жазуу менен чыгарабыз.

$$910 \cdot 24 = (910 + X) \cdot 5$$

$$(910+X) \cdot 5 = 910 \cdot 24$$

$$4550 + 5X = 21840$$

$$5X = 21840 - 4550 = 17290$$

$$X = 17290 / 5 = 3458 \text{ мл}$$

7. Лабораторияда NaOH тын 50% жана 20% эритмелери бар. Ушул эки эритмени аралаштыруу менен 80мл 40% эритмени даярдоо керек.

Чыгарылышы

Параллелограмм эрежесин колдонобуз.

50 20 (2)

 \ /

 40

 / \

20 10 (1)

—

(3)

50% жана 20% эритмелерди аралаштыруунун катышы 2:1 барабар. Суммасы 80мл. Эритменин биринчи бөлүгү $80/3=26,7$ мл. Демек, 20% эритмеден 26,7мл, ал эми 50% эритмеден $80-26,7=53,3$ мл алышат.

8. 1,966г NaCl 200мл өлчөөчү колбага эритилди жана суу менен белгисине чейин суюлтулду. Эритменин молярдык концентрациясы эмнеге барабар?

Чыгарылышы

Бир литр эритмедеги NaCl санын табабыз.

$$1,966 \cdot 1000 / 200 = 9,830 \text{ г}$$

NaCl дун молекулалык массасы 58,45;

Эритменин молярдуулугу

$$M = 9,830 / 58,45 = 0,1682 \text{ моль/л}$$

9. Тыгыздыгы 1,16 барабар болгон 15,20% Na₂CO₃ түн эритмесинин молярдуулугу эмнеге барабар?

Чыгарылышы

Бир литр эритменин массасын табабыз

$$1 \cdot 1,16 = 1,16 \text{ кг} = 1160 \text{ г}$$

$$1160 \cdot 15,20 / 100 = 176,3 \text{ г Na}_2\text{CO}_3$$

Эритменин молярдуулугу M Na₂CO₃ = 105,99

$$M = 176,3 / 105,99 = 1,663 \text{ моль/л}$$

10. Тыгыздыгы 1,260 барабар болгон КОН тын 27,3% эритмесинен бир литр 0,2н эритмени кантип даярдайт?

Чыгарылышы

$$\rho_{\text{КОН}} = 56,11$$

Бир литр 0,2н эритмедеги КОН тын санын табабыз

$$56,11 \cdot 0,2 = 11,222 \text{ г КОН}$$

11,222 г КОН — X г 27,3% эритмеде деп пропорция түзөбүз

$$27,3 : 100 = 11,22 : X$$

$$X = 100 \cdot 11,22 / 27,3 = 41,1 \text{ г же } V = 41,1 / 1,260 = 32,6 \text{ мл}$$

11. Тыгыздыгы 1,1364 барабар болгон 120 мл 18% NaCl дун эритмесинен 0,8н эритмени кантип даярдайт жана кандай көлөмгө чейин суюлтат?

Чыгарылышы

Эритменин жалпы массасын табабыз

$$120 \cdot 1,1364 = 136,37\text{г}$$

Бул эритмеде канча NaCl бар

$$136,37 \cdot 18 / 100 = 24,55\text{г NaCl}$$

$$\text{Э}_{\text{NaCl}} = 58,45$$

Бир литр 0,8н эритмедеги NaCl саны $58,45 \cdot 0,8 = 46,76$ NaCl

Эгерде 46,76г NaCl 1л 0,8н эритмеде болсо

24,55г NaCl — Хмл 0,8н эритмеде

$$46,76 : 1000 = 24,55 : X$$

$$X = 1000 \cdot 24,55 / 46,76 = 525\text{мл}$$

Демек, 120мл 18% NaCl дун эритмесин 525мл чейин суюлтат.

Суунун массасы $525 - 120 = 405$ мл сууну кошуу керек.

12. 3мл концентрацияланган HCl дун эритмесин 250мл өлчөөчү колбага куюп суу менен көлөмүн белгисине чейин жеткизилди. Пайда болгон эритменин нормалдуулугун эсептегиле.

Чыгарылышы

Концентрацияланган HCl дун тыгыздыгы 1,185 жана анда

$$37,3\% \text{ HCl бар; } \text{Э}_{\text{HCl}} = 36,465$$

$$\text{Эритменин салмагы } 3 \cdot 1,185 = 3,555\text{г}$$

Бул эритмеде $3,555 \cdot 37,3 / 100 = 1,326$ г HCl бар

Туз кислотасыныны нормалдуулугун табабыз

$$N = 1,326 \cdot 1000 / 36,465 \cdot 250 = 0,1455$$

13. Тыгыздыгы 1,19 барабар болгон туз кислотасынын 10л 0,2н эритме даярдаш үчүн канча мл HCl алуу керек?

Чыгарылышы

Бир литр 1н эритме даярдаш үчүн канча грамм HCl керек?

$$\begin{aligned}
& \text{г-экв. HCl} = 36,46/1 = 36,46\text{г} \\
& \text{Бир литр } 0,1\text{н эритме даярдаш үчүн } 0,1\text{г-экв. HCl} \\
& \quad 36,46/10 = 3,646\text{г} \\
& \text{10 литрди даярдоо үчүн} \\
& \quad m = 3,646 \cdot 10 = 36,46\text{г} \\
& \text{Тыгыздыгы } \rho = 1,19\text{г/см}^3 \text{ HCl } 38,30\% \text{ түзөт} \\
& \quad 100\text{г эритмеде } 38,30\text{г HCl} \\
& \quad \text{Хг} — 36,46\text{г HCl} \\
& \quad X = 100 \cdot 36,46/38,30 = 95,20\text{г} \\
& \quad V = m/v = 95,20/1,19 = 80\text{мл}
\end{aligned}$$

14. 100мл 0,8н туз кислотасынын эритмесинен 0,2н эритмени даярдоо үчүн эритмеге канча мл суу кошуу керек?

Чыгарылышы

Бул эсепти чыгаруу үчүн төмөнкү формуланы колдонууга болот.

$$\begin{aligned}
& N_1 V_1 = N_2 V_2 \\
& V_2 = N_1 V_1 / N_2 = 0,8 \cdot 100 / 0,2 = 400\text{мл} \\
& \text{100мл } 0,8\text{н эритмеден } 0,2\text{н эритмени алуу үчүн эритмеге} \\
& \text{канча мл суу кошуу керек?} \\
& V_{\text{H}_2\text{O}} = V_2 - V_1 = 400 - 100 = 300\text{мл}
\end{aligned}$$

20.3. Титрлөөнүн жыйынтыгы боюнча эсептөөлөр

Эритмедеги заттын концентрациясы нормалдуулугу боюнча туюнтулат. Анын эки жолу бар.

1. Эсептөөлөрдү жүргүзүш үчүн бизге белгилүү болгон формуланы колдонуубуз жана изилденүүчү заттын үлгүсүн эритменин белгилүү көлөмүндө эритебиз.

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

Мисалы, 250мл өлчөөчү колбада даярдалган Na_2CO_3 түн эритмесинен 25мл пипетка менен алып, аны 0,1010н HCl дун эритмеси менен титрлегенде 20,20мл сарпталды. Эритмедеги

Na_2CO_3 санын эсептегиле.

Чыгарылышы

Жогоруда көрсөтүлгөн теңдемени колдонуп Na_2CO_3 түн нормалдуулугун эсептейбиз.

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} / V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,1010 \cdot 20,20 / 25 = 0,8160 \text{ (г-экв/л)}$$

Нормалдуулугун билүү менен титрин эсептейбиз

$$T_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot \mathcal{E}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 1000 = 0,8160 \cdot 53 / 1000 = 0,04325 \text{ г/мл}$$

Na_2CO_3 түн жалпы санын табабыз.

$$m_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = T \cdot V = 0,04325 \cdot 250 = 10,81 \text{ г}$$

2. Изилдөнүүчү заттын үлгүсүн эриткичтин өлчөнбөгөн ар кандай көлөмдөрүнө эритет. Титрлөө учурунда реакцияга кирген заттар эквиваленттик санда аракеттенишет. Мисалы, 0,1500г козу кулак кислотасын титрлегенде 25,60мл 0,09002н NaOHтын эритмеси сарп кылынды. Козу кулак кислотасынын массалык үлүшүн % боюнча тапкыла?

Чыгарылышы

25,60млдеги NaOHтын канча эквиваленттик саны бар экендигин эсептейбиз.

$$1000 \text{ мл NaOH} \rightarrow 0,09002 \text{ экв NaOH}$$

$$25,60 \text{ мл NaOH} \rightarrow x \text{ NaOH}$$

$$x = 25,60 \cdot 0,09002 / 1000 = 0,002305$$

Демек, реакцияга 0,002305г экв козу кулак кислотасы да кирген. Козу кулак кислотасынын г-эквиваленти = 63,03г/моль

Изилдөнүүчү эритмеде $0,002305 \cdot 63,03 = 0,1453 \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ бар.

Процент боюнча:

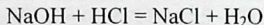
$$m_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} = 0,1453 \cdot 100 / 0,1500 = 96,84\%$$

20.4. Эритменин концентрациясын жумушчу эритменин титри боюнча эсептөө

500мл NaOHтын эритмесинде канча г NaOH бар? Эгерде ал эритмеден 20мл алып аны титри $T = 0,002022\text{г/мл}$ барабар болгон туз кислотасы менен титрлегенде 20,80мл сарпталды.

Чыгарылышы

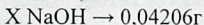
Реакциянын теңдемесин жазабыз



20,80мл эритмеде канча г HCl бар?

$$m_{\text{HCl}} = 20,80 \cdot 0,002022 = 0,04206\text{г}$$

Теңдеме боюнча 39,99г NaOH \rightarrow 36,46г HCl



$$x = (39,99 \cdot 0,04206) / 36,46 = 0,04508\text{г}$$

$$m_{\text{NaOH}} = \frac{g_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{жсалты}}}{V} = \frac{0,04508 \cdot 500}{20} = 1,1270\text{г}$$

20.5. Эритменин концентрациясын аныкталуучу заттын титри боюнча эсептөө

1мл жумушчу эритмеге эквиваленттүү болгон аныкталуучу заттын грамм менен алынган санын аныкталуучу заттын титри деп аталат.

$$T = \frac{N \cdot \Xi}{1000}$$

Изилденүүчү эритмедеги затты аныктоодо мындай эсептөөлөр массалык анализ үчүн ыңгайлуу.

1-мисал.

500мл өлчөөчү колбадагы уксус кислотасында канча грамм уксус кислотасы бар? Эгерде ал эритмеден 25мл алып аны 0,1145н NaOHтын эритмеси менен титрлегенде 20,5мл сарпталды.

Чыгарылышы

NaOHтын титрин уксус кислотасы боюнча табабыз.

$$T_{\text{NaOH/CH}_3\text{COOH}} = \frac{0,1145 \cdot 60,05}{1000} = 0,006875 \text{ г / мл}$$

Уксус кислотасынын жалпы санын аныктайбыз.

$$m_{\text{CH}_3\text{COOH}} = T_{\text{NaOH/CH}_3\text{COOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot \frac{V_{\text{колба}}}{V_{\text{инипетка}}} = 0,006875 \cdot 20,5 \cdot \frac{500}{25} = 2,820 \text{ г}$$

2-мисал.

Күмүштүн нитратынын эритмесинин $T = 0,01702 \text{ г/мл}$ AgNO_3 титрин NaCl боюнча тапкыла жана нормалдуулугун эсептегиле?

Чыгарылышы

$$N_{\text{AgNO}_3} = \frac{T \cdot 1000}{\mathcal{E}} = \frac{0,01702 \cdot 1000}{109,9} = 0,1002 \text{ г - экв / л}$$

$$T_{\text{AgNO}_3/\text{NaCl}} =$$

$$\frac{N_{\text{AgNO}_3} \cdot \mathcal{E}_{\text{NaCl}}}{1000} = \frac{0,1002 \cdot 58,46}{1000} = 0,005856 \text{ г / мл}$$

20.6. Көлөмдүк анализ боюнча эсеп чыгаруу ыкмалары

1. Титри $0,02 \text{ г/мл}$ болгон 1 л эритме даярдаш үчүн соданын тыгыздыгы $1,105 \text{ г/мл}$ болгон 10% суу эритмесинен канча көлөм алуу керек?

Чыгарылышы

Бир литр эритменин массасын табабыз

$$1000 \cdot 1,105 = 110,5 \text{ г}$$

$$N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = T \cdot 1000 / \mathcal{E} = 0,02 \cdot 1000 / 53 = 0,38$$

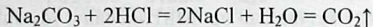
Төмөнкү формуланы колдонуу менен керектелинүүчү көлөмдү табабыз

$$N_1 V_1 = N_2 V_2 = 2,08 \cdot V_1 = 0,38 \cdot 1000$$

$$V_1 = 182,6 \text{ мл}$$

2. Соданын 0,1946 г өлчөмүн титрлөөгө 20,45 мл туз кислотасы жумшалган. Бул кислотанын нормалдуу концентрациясын эсептегиле.

Чыгарылышы



$$\begin{array}{r} 106 \quad \quad 71 \\ 0,1946 \quad \quad X \\ \hline X = 0,1303 \end{array}$$

$$T_{\text{HCl}} = m / V = 0,1303 / 20,45 = 0,00637$$

$$N_{\text{HCl}} = T \cdot 1000 / \text{Э}_{\text{HCl}} = 0,00637 \cdot 1000 / 35,5 = 0,1795$$

3. Эритмедеги күкүрт кислотасын нейтралдаштыруу үчүн титрлөөгө титри 0,0038 г/мл болгон NaOH тын эритмесинен 25мл сарпталды. Эритмеде канча грамм H_2SO_4 бар экендигин эсептегиле.

Чыгарылышы

NaOH тын нормалдуулугун табабыз

$$N_{\text{NaOH}} = T \cdot 1000 / \text{Э}_{\text{NaOH}} = 0,0038 \cdot 1000 / 40 = 0,095$$

NaOH тын титрин күкүрт кислотасы боюнча эсептейбиз

$$T_{\text{NaOH} / \text{H}_2\text{SO}_4} = N_{\text{NaOH}} \cdot \text{Э}_{\text{H}_2\text{SO}_4} / 1000 = 0,095 \cdot 49 / 1000 = 0,00465$$

Күкүрт кислотасынын массасын табабыз

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = T \cdot V = 0,00465 \cdot 25 = 0,1164 \text{ г}$$

4. Анализге мрамордон 0,25 г үлгү алып, аны 30 мл HClдо эриткен. HClдун реакциядан ашкан калдыгын титрлөө үчүн NaOH тын 0,298 н эритмесинен 20мл жумшалган. Мрамордогу кошунду заттардын проценттик санын эсептегиле.

Чыгарылышы

HClдун эритмесинин реакциядан ашкан калдык көлөмүн табабыз

$$V_{\text{HCl}} = N_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} / N_{\text{HCl}} = 0,298 \cdot 20 / 0,35 = 17,02 \text{ мл}$$

Мрамор менен реакцияга кирген HClдун көлөмүн табабыз

$$20 - 17 = 3 \text{ мл}$$

Массасын аныктайбыз

$$m = N_{\text{HCl}} \cdot \text{ЭCaCO}_3 / 1000 \cdot V_{\text{HCl}} = 0,35 \cdot 50 / 1000 \cdot 3 = 0,2275$$

Мрамордогу кошунду заттардын массасын табабыз
 $0,25 - 0,2275 = 0,0225 \text{ г}$

Кошунду заттардын проценттик саны төмөнкүгө барабар

$$\begin{array}{r} 0,25 \quad \text{-----} \quad 100\% \\ 0,0225 \quad \text{-----} \quad X \\ \hline X = 9\% \end{array}$$

5. Ундун составындагы азотту аныкташ үчүн анализге 0,91 г ун алынып, ага концентрацияланган ысык күкүрт кислотасын таасир этип аминдик азотту аммоний тузуна ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{SO}_4$) айландырган. Бул туздан NaOH тын концентрацияланган эритмесинин таасири астында аммиакты сүрүп чыгарып, аны 20 мл HClдун эритмесине сиңиртип алат. ($T_{\text{HCl}} / N = 0,0029$). HClдун аммиак менен реакцияга кирбей калган калдыгын титрлөөгө NaOH тын 0,2 н эритмесинен 4,8 мл сарпталган. Ундагы азоттун проценттик үлүшүн эсептегиле.

Чыгарылышы

HClдун нормалдуулугун табабыз

$$N_{\text{HCl}} = T_{\text{HCl}} / N \cdot 1000 / \text{Э}_N = 0,0029 \cdot 1000 / 14 = 0,207$$

HClдун калдык көлөмүн табабыз

$$V_{\text{HCl}} = N_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} / N_{\text{HCl}} = 0,2 \cdot 4,8 / 0,207 = 4,6 \text{ мл}$$

HClдун реакцияга кирген санын табабыз

$$20 - 4,6 = 15,4 \text{ мл}$$

Азоттун массасын табабыз

$$m = N_{\text{HCl}} \cdot \text{Э}_N \cdot V_{\text{HCl}} / 1000 = 0,207 \cdot 14 \cdot 15,4 / 1000 = 0,045 \text{ г}$$

Азоттун проценттик үлүшү төмөнкүгө барабар

$$\begin{array}{r} 0,91 \quad \text{-----} \quad 100\% \\ 0,045 \quad \text{-----} \quad X\% \\ \hline X = 4,9\% \end{array}$$

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр

1. Титриметриялык анализ эмнеге негизделген жана ал жөнүндө жалпы түшүнүктөр: титр, заттын эритмесинин жумушчу эритме жана аныкталуучу зат боюнча титри, даярдалган, аныкталган эритмелер, стандарттык же аныктоочу зат, титриметриялык анализде колдонулуучу эритмелерге коюлуучу талаптар, көлөмдүк анализдин методдорунун классификациясы.

2. 5.9120г натрийдин хлоридин 1000мл өлчөөчү колбага эритип, көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизди. Эритменин титрин тапкыла?

Жообу: $T_{\text{NaCl}} = 0,005912\text{г/мл}$

3. Титри 0,004120г/мл барабар болгон 10 жана 150мл КОНтын эритмесинде канча грамм кальцийдин гидроксиди бар?

Жообу: 0,04120г жана 0,0618г

4. 20мл күкүрт кислотасынын эритмесинин 0,09641н натрийдин гидроксиди менен титрленгенде 19,5мл сарп кылды. Күкүрт кислотасынын нормалдуулугун эсептегиле?

Жообу: 0,09399

5. Тыгыздыгы $1,84\text{г/см}^3$ барабар болгон күкүрт кислотасынан бир литр 0,2н эритме даярдаш үчүн канча мл алуу керек?

Жообу: 5,4мл

6. 0,2н эритме даярдоо үчүн 725мл 0,2260н КОНтын эритмесине канча суу кошуу керек?

Жообу: 94,3мл

7. 0,03402г күмүштүн нитратын титрленгенге 20,02мл HCl сарп кылды. $T_{\text{HCl/Ag}^+}$ тапкыла?

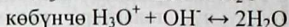
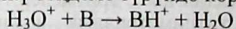
Жообу: $T_{\text{HCl/Ag}^+} = 0,001078\text{г/мл}$

8. 0,2648г техникалык соданы нейтралдаштыруу үчүн 24,4мл 0,1972н күкүрт кислотасы сарпталды. Na_2CO_3 тү % боюнча эсептегиле?

Жообу: 36,52 %

21-глава. КИСЛОТА – НЕГИЗДИК ТИТРЛӨӨ (НЕЙТРАЛДАШТЫРУУ МЕТОДУ)

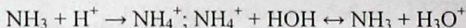
Кислота – негиздик титрлөө методу кислоталар менен негиздердин ортосунда жургөн реакцияларга негизделген. Бул реакцияны төмөнкү теңдеме түрүндө көрсөтсө болот.



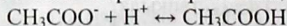
Колдонулуучу титранттын эритмесине карата кислота–негиздик титрлөө экиге бөлүнөт:

а) ацидиметрия б) алкалиметрия

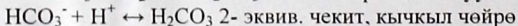
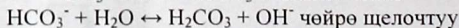
Ацидиметриялык титрлөөнүн жардамы менен күчтүү жана начар негиздерди, негизги туздарды, начар кислоталардын туздарын жана негиздик касиетке ээ болгон органикалык кошулмаларды аныктайт. Аныкталучу заттын тибине жараша эквивалент чекитинде реакциянын чөйрөсү кычкыл, щелочтуу жана нейтралдуу болушу мүмкүн. Күчтүү негизди күчтүү кислота менен титрлегенде туз жана суу пайда болот, эритме нейтралдуу чөйрөнү көрсөтөт. Начар негизди күчтүү кислота менен титрлегенде, пайда болгон туз гидролизге учурайт.



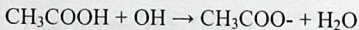
Эквивалент чекитинде эритме кычкыл чөйрөгө ээ болот. Начар кислотанын тузун титрлегенде (CH_3COONa) начар кислота пайда болот жана чөйрө начар кычкылдуу болот.



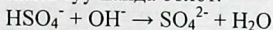
Полипротондуу кислотадан пайда болгон тузду (Na_2CO_3) титрлегенде бир нече эквиваленттик чекит байкалат.



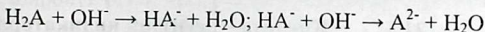
Алкалиметриялык титрлөөнү колдонуп күчтүү жана начар кислоталарды, кычкыл туздарды, начар негиздердин туздарын жана кычкыл касиеттүү органикалык бирикмелерди аныктайт. Начар кислотаны (CH_3COOH) титрлегенде ацетат иондун пайда болуусу менен гидролиз процесси жүрөт, эритменин чөйрөсү эквивалент чекитинде начар щелочтуу болот.



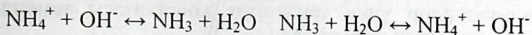
Кычкыл туздарды титрлегенде эквивалент чекити нейтралдуу чөйрөгө туура келет. Анткени реакциянын негизинду орто туз жана суу пайда болот.



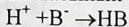
Полипротондуу кислоталарды титрлөө учурунда алгач кычкыл туздарды пайда кылат жана ал гидролизге учурайт.



Эквивалент чекити кычкыл чөйрөдө пайда болот. Начар негиздердин туздары NaOH менен титрлегенде начар негизди пайда кылат жана ал гидролизге учурайт. Чөйрө начар щелочтуулукка айланат.



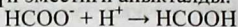
Кислота – негиздик титрлөөнүн колдонуу мүмкүнчүлүгү кислота–негиздик реакциянын жалпы теңдештик константасы боюнча аныкталат жана ал $1 \cdot 10^8$ чоң болушу керек. Башкача айтканда аныкталуучу зат 99,99 % реакцияга кириши жана калдыгы 0,01 % болууга тийиш. Реакцияны жалпы түрүндө жазып, теңдештиктин константасынын теңдемесин алабыз.



$$K_T = \frac{[\text{HB}]}{[\text{H}^+] \cdot [\text{B}^-]} \quad [\text{HB}] = 1; [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-4}; [\text{B}^-] = 1 \cdot 10^{-4}$$

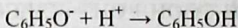
$$K_T = \frac{1}{1 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-4}} = 10^8$$

Тендештиктин константасын колдонуу менен формиат ионду титрлөө мүмкүн эместиги аныкталды.



$$K_T = \frac{[\text{HCOOH}]}{[\text{HCOO}^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{1}{K_{\text{HCOOH}}} = \frac{1}{1,76 \cdot 10^{-4}} = 0,56 \cdot 10^4$$

Ошол эле учурда фенолят ионду аныктоого болот, анткени $K_T > 10^8$

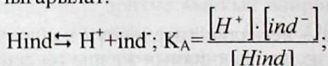


$$K_T = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}^+]} = \frac{1}{K_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}}} = \frac{1}{1,05 \cdot 10^{-10}} = 0,95 \cdot 10^{10}$$

Кислота – негиздик титрлөө учурунда эквивалент чекити химиялык индикаторлордун жана физико-химиялык методдордун жардамы менен аныкталат.

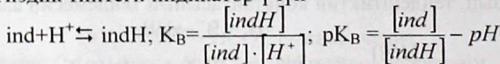
21.1. Кислота – негиздик индикаторлор

pH чөйрөсүнө карата түзүлүшүн жана касиетин өзгөрткөн индикаторлор **кислота– негиздик** деп аталат. Протондук теориянын негизинде индикаторлор кислоталык жана негиздик болуп айырмаланат. Индикаторлор эритмеде ион жана иондошпогон формада болушат. Алар тендештик константасы боюнча мүнөздөлөт. Кислоталык типтеги индикаторлор үчүн тендештик константасы төмөндөгүдөй формула менен чыгарылат.

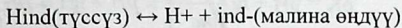


$$\text{p}K_A = \text{pH} + \lg \frac{[\text{Hind}]}{[\text{ind}^-]}$$

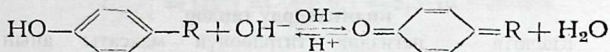
Негиздик типтеги индикатор үчүн



Ион жана иондошпогон формадагы индикаторлор эритмеде ар кандай түстө болушат. Мисалы, фенолфталеин



Индикатордун түсүнүн өзгөрүшү анын молекуласындагы хромофордук группалардын түзүлүшү менен түшүндүрүлөт. Мисалы, щелочтуу чөйрөнүн таасири астында фенолдук группалар хиноиддик түзүлүшкө өтүүгө жөндөмдүү келет.



Чөйрөнүн рН ынын өзгөрүшүнө карата индикатор бир түрдөн экинчисине өтөт жана ал индикатордун түсүн өзгөртүү аралыгы деп аталат.

13-таблица

Чөйрөнүн рН на карата индикаторлордун түсүнүн өзгөрүш аралыгы

Индикатор	Индикатордун түсүн өзгөртүү аралыгы рН	Титрлөөнүн көрсөткүчү рТ
Метил оранж.	3,1 – 4,4	4,0
Метил красный	4,4 – 6,2	5,5
Лакмус	5,0 – 8,0	7,0
Фенолфталеин	8,0 – 10,0	9,0

Индикаторлор титрлөөнүн көрсөткүчү аркылуу мүнөздөлөт(рТ). Титрлөөнүн көрсөткүчү индикатордун түсүн өзгөртүү аралыгынын ортосуна барабар. Башкача айтканда индикатордун молекуласынын 50% бир формадан экинчисине өтөт жана алардын концентрациясы барабар болот.

$$[\text{ind}^-] = [\text{Hind}]$$

ошондой эле

$$\text{Hind}/\text{ind}^- = \text{pH}$$

$$pK = pH + \lg \frac{[Hind]}{[ind^-]} = pH + \lg 1 = pH$$

$$pK = pH = pT$$

$pH = pT$ титрлөөнү токтотот, анткени бул учурда индикатордун түсүнүн өзгөрүүсү даана көрүнөт.

21.2. Титрлөөнүн графигин сызуу жана индикаторду тандоо

Кислота - негиздик титрлөөнүн максаты анын мүмкүнчүлүгүн аныктоо жана ага туура келген индикаторду тандап алуу. Эквивалент чекити нейтралдык чөйрөгө ($pH = 7$) дайыма туура келе бербейт, анткени нейтралдашуунун натыйжасында туз пайда болот жана ал гидролиз процессине учурайт. Бул багытта кадимки титрлөөнүн мисалдарын жана индикаторду тандап алуунун жалпы эрежелерин карап көрүү ыңгайлуу.

21.3. Күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө

Титрлөө үчүн 100мл 0,1н HCl алып жана 0,1н NaOH менен титрледи дейли. Эгерде 0,1н HClго 50; 90; 99; 99.9 мл 0,1н NaOH кошкондо HClдун нейтралдаштырылбаган калдыгы 50; 10; 0,1% түзөт. NaOHты кошуу менен титрленүүчү эритменин көлөмү көбөйөт: 150; 190; 199,9 мл. Ошондой эле суутек ионунун концентрациясы жана эритменин pH өзгөрөт. Титрлөө учурунда аныкталуучу заттын концентрациясын эсептөө үчүн төмөнкү формуланы колдонобуз.

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

V_A - аныкталуучу заттын алгачкы көлөмү мл, N_A нормалдуулугу

V_B – титрленүүчү эритмеге кошулган титранттын көлөмү (мл)

N_B – титранттын нормалдуулугу

C_A – аныкталуучу заттын концентрациясы (титрлөө учурундагысы)

Нейтралдашуу учурунда HCl дун концентрациясы азаят.

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

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

Ошондой эле

$$C_{HCl} = [H^+] = \frac{10}{190} 0,1 = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

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

$$C_{HCl} = [H^+] = \frac{1}{199} 0,1 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg C_{HCl} = -\lg [H^+] = 4 - \lg 5 = 3,3$$

$$C_{HCl} = [H^+] = \frac{0,1}{199,9} 0,1 = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg C_{HCl} = -\lg [H^+] = 5 - \lg 5 = 4,3$$

Эгерде 100мл 0,1н HCl го 100,1мл, 101мл, 110мл 0,1н $NaOH$ ты куйсак эритме щелочтуу чөйрөгө айланат. Бул учурда $[OH^-] = [NaOH]$ барабар болот. Демек,

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

$$p\text{OH} = 5 - \lg 5 = 4,3$$

$$p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 4,3 = 9,7$$

Эритмеге 101, 110мл NaOHты кошуу менен жогорудагыдай эле эсептесе болот.

$$C_{\text{NaOH}} = [\text{OH}^-] = \frac{1}{201} 0,1 = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$p\text{OH} = 4 - \lg 5 = 3,3; \quad p\text{H} = 14 - 3,3 = 10,7$$

$$C_{\text{NaOH}} = [\text{OH}^-] = \frac{10}{210} 0,1 = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$$

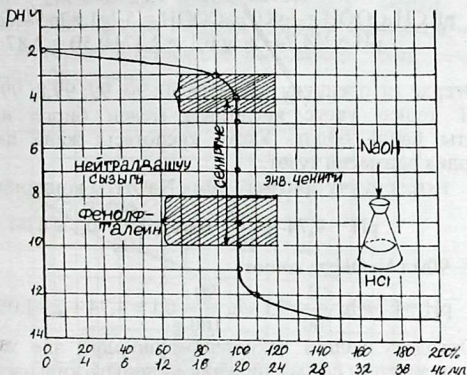
$$p\text{OH} = 3 - \lg 4,8 = 2,3; \quad p\text{H} = 14 - 2,3 = 11,7$$

14- таблица

100 мл 0,1н HClду 0,1н NaOH менен титрлөө

0,1н NaOHтын кошулган көлөмү, мл	HClдун калдыгы %	[H ⁺]	pH	[OH ⁻]	pOH	ΔpH/ΔC
0	100	10 ⁻¹	1	10 ⁻¹³	13	-
50	50	3,3 · 10 ⁻²	1,5	3,0 · 10 ⁻¹³	12,5	0,5/50=0,01
90	10	5,3 · 10 ⁻³	2,3	1,9 · 10 ⁻¹²	11,7	0,8/40=0,02
99	1	5,0 · 10 ⁻⁴	3,3	2,0 · 10 ⁻¹¹	10,7	1/8=0,11
99,9	0,1	5,0 · 10 ⁻⁵	4,3	2,0 · 10 ⁻¹⁰	9,7	1/0,9=1,1
100	0	1 · 10 ⁻⁷	7,0	7,1 · 10 ⁻⁷	7,0	2,7/0,1=27
100,1	суюлтуу 0,1NaOH	5,0 · 10 ⁻¹⁰	9,7	5,0 · 10 ⁻⁵	4,3	2,7/0,1=27
101	1 NaOH	1,0 · 10 ⁻¹¹	10,7	5,0 · 10 ⁻⁴	3,3	1/0,9=1,1
110	10 NaOH	2,1 · 10 ⁻¹²	11,7	4,8 · 10 ⁻³	2,3	1/9=0,1

Алынган сан маанилери боюнча титрлөөнүн графигин түзөт. (37-сүрөт)



37-сүрөт. Туз кислотасынын эритмесин натрийдin гидроксиди менен титрлөө

Ал үчүн абцисса огуна титранттын көлөмүн, ордината огуна рН тын сан маанисин жайгаштырат. Күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлөөнүн аягында, башкача айтканда эритмеде 0,1% титрлене элек HCl же 0,1% NaOH ашыкча кошулганда рН тын өзгөрүүсү секирикти пайда кылат: рН 4,3-9,7ге чейин күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлегенде нейтралдашуу чекити эквивалент чекити менен дал келет. Секириктин аралыгында түсүн өзгөрткөн индикаторлор (рТ-титрлөөнүн көрсөткүчү) гана титрлөө үчүн колдонулат.

21.4. Күчсүз кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө

Мисал катарында 0,1н уксус кислотасын 0,1н NaOH менен титрлөөнү алып карайбыз. Титрлөөнүн графигин түзүү үчүн начар кислоталардын, негиздердин эритмелериндеги $[H^+]$ концентрациялары алардын кислоталык жана негиздик константасына байланыштуу экенин эске алуу керек. Ошондуктан титрлегенге чейинки 0,1 н уксус кислотасынын рН төмөнкү формула менен эсептелет.

$$KCH_3COOH = 1,82 \cdot 10^{-5}$$

$$pKCH_3COOH = -\lg KCH_3COOH = 5 - \lg 1,82 = 5 - 0,26 = 4,74$$

$$pH = \frac{1}{2} 4,74 + \frac{1}{2} \lg 0,1 = 2,37 + 0,50 = 2,87$$

Эгерде титрленүүчү эритмеге 50; 90; 99; 99,8; 99,9 мл 0,1н NaOH кошсо уксус кислотасы менен бирге натрийдин ацетаты пайда болот. Уксус кислотасы жана анын тузу буфердик эритмени түзөт.

1. титрленүүчү эритмеге 50 мл NaOH ты кошкондо

$$pH = 4,74 - \lg \frac{50}{100} \cdot 0,1 + \lg \frac{50}{100} \cdot 0,1 = 4,74$$

2. 90 мл NaOH ты кошот

$$pH = 4,74 - \lg \frac{10}{100} \cdot 0,1 + \lg \frac{90}{100} \cdot 0,1 = 4,74 + 2 - 1,05 = 5,69$$

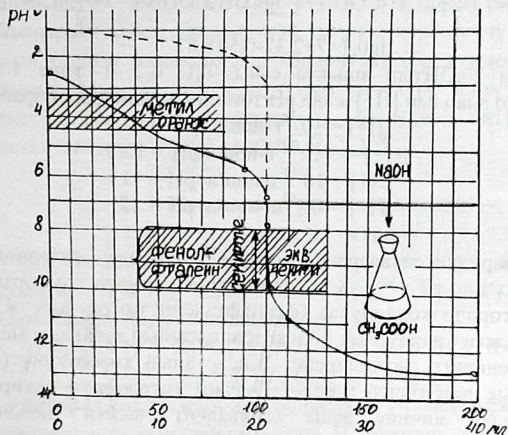
Ортодогу калган чекиттерди ушундуй эле жол менен эсептеп, алынган сан маанилерин таблицка киргизебиз.

15-таблица

0,1н CH_3COOH тын эритмесин 0,1н NaOH эритмеси менен титрлөө

0,1н NaOH тын кошулган көлөмү, мл	CH_3COOH тын калдыгы, %	$[H^+]$	pH	$\Delta pH/\Delta C$
0	100	$1,35 \cdot 10^{-3}$	2,87	-
50	50	$1,82 \cdot 10^{-5}$	4,74	$1,87/50=0,037$
90	10	$2,0 \cdot 10^{-6}$	5,69	$0,95/40=0,024$
99	1	$1,82 \cdot 10^{-7}$	0,77	$1,05/9=0,117$
99,8	0,2	$3,6 \cdot 10^{-8}$	7,44	$0,70/0,8=0,9$
99,9	0,1	$1,82 \cdot 10^{-8}$	7,74	$0,3/0,1=3$
100	0	$1,35 \cdot 10^{-9}$	8,87	$1,13/0,1/11,3$
100,1	0,1н NaOH	10^{-10}	10,0	$0,13/0,1=11,3$
100,2	0,2н NaOH	$5,0 \cdot 10^{-11}$	10,3	$0,3/0,1=3$
101	1н NaOH	10^{-11}	11,0	$0,7/0,8=0,9$
110	10н NaOH	10^{-12}	12,0	$1/9=0,11$

Начар кислоталар эритмеде толугу менен ионго ажырабайт. Ошондуктан ийри титрлөөнүн баштапкы чекити рН тын жогорку маанисинде жайгашкан жана секириги кичирейген. (38- сүрөт).



38- сүрөт. Уксус кислотасынын эритмесин натрийдин гидроксиди менен титрлөө

Эквивалент чекити щелочтуу чөйрөгө туура келет, анткени начар кислотанын тузу гидролизге учурайт, гидролизге учураган туздардын $[H^+]$ жана рН төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_n \cdot K_{\text{кисл}}}{C_{\text{туз}}}}; \text{pH} = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_b - \frac{1}{2} \lg K_{\text{кисл}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{туз}}$$

$$K_b = 10^{-14}; \lg K_b = -14$$

$$\text{Демек, } \text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{pK}_{\text{кисл}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{туз}}$$

Эквивалент чекитинде

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2} \text{pKCH}_3\text{COOH} + \frac{1}{2} \lg C\text{CH}_3\text{COONa} = 7 + \frac{1}{2} \cdot 7,74 + \frac{1}{2}$$

$$\lg 0,1 = 7 + 2,37 - 0,5 = 8,87$$

0,1н NaOHтын ашыкча саны: 0,1; 0,2; 1 жана 10мл болгондо алардын [H+] жана pH төмөнкү маанилерге барабар.

$$[\text{H}^+] = 10^{-10} \text{ г-ион/л } \text{pH} = 10$$

$$[\text{H}^+] = 5 \cdot 10^{-11} \text{ г-ион/л } \text{pH} = 10,3$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-11} \text{ г-ион/л } \text{pH} = 11$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-12} \text{ г-ион/л } \text{pH} = 12$$

Начар кислоталарды титрлөө учурунда титрлөөнүн көрсөткүчү $\text{pT} = 8-9$ аралыгында түсүн өзгөрткөн индикаторлор колдонулат (фенолфталеин тимол көгү ж.б.). Эритмедеги кислотанын концентрациясынын азайышы менен анын секириги да кичирейет. Кислотанын көрсөткүчү (pK) канчалык чоң болсо (кислота начар) титрлөөнүн секириги ошончолук кичине жана эквивалент чекити щелочтуу чөйрөгө карай жылат.

21.5. Начар негизди титрлөө

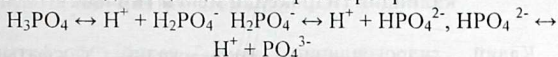
Начар негизди титрлөөнүн графиги боюнча караганда начар негизди күчтүү кислота менен титрлегенде эквивалент чекити кычкыл чөйрөгө туура келет. Анткени, начар негиздин тузу катион боюнча гидролизге учурайт. Начар негизди титрлөөдө $\text{pT} = 4,0-6,0$ аралыгында түсүн өзгөрткөн индикаторлорду колдонушат (метилый красный, метилый-оранжевый). Титрленүүчү заттын концентрациясынын азайышы менен титрлөөнүн секириги кичирейет.

21.6. Начар кислотаны начар негиз менен титрлөө

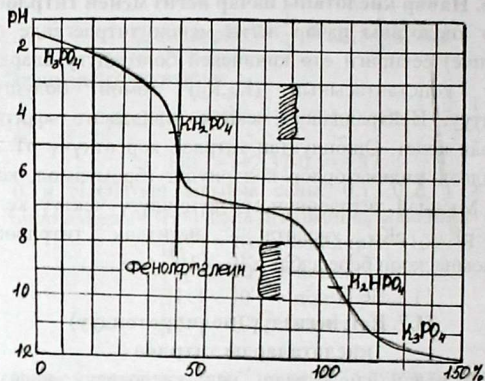
Начар кислотаны начар негиз менен титрлегенде (же тескерисинче) секириги өтө кичинекей болгондугу алардын иондошуу константасынын (K_A, K_B) төмөн болушуна байланыштуу. Нейтралдашуу чекити эквивалент чекитине жакыныраак келет. Ошондуктан титрлөө көрсөткүчү $pT \approx 7$ жакын болгон индикаторлор колдонулат (бромтимол, көгү, кызылы). Мындай титрлөөнүн мүмкүнчүлүгү чектүү келет, анткени pK_A pK_B кислота - негиздик титрлөөнүн константасына жооп бере албайт. $K_T > 10^8$

21.7. Көп негиздүү (полипротондуу) кислоталарды титрлөө

Көп негиздүү кислоталар, көп кислоталуу негиздер баскычтар боюнча диссоциацияланат. Мисалы, фосфор кислотасынын диссоциациясын карап көрөлү.

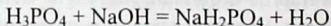


Фосфор кислотасын диссоциациясы үч баскычтан турат. Биринчи баскычтан пайда болгон H^+ катиону теңдештикти сол жакка жылдыргандыгына байланыштуу экинчи жана үчүнчү баскычтын диссоциациясы толугу менен болбойт деп айтса да болот. Ортофосфор кислотасын KOH менен титрлегенде алгач биринчи баскыч боюнча пайда болгон H^+ иону нейтралдаштырылат жана эквивалент чекитинде pH тын секиригинин пайда болуусу байкалат. Андан ары улантып титрлөөдө экинчи баскычтын H^+ иону нейтралдашат жана pH тын экинчи секириги пайда болот. (21- сүрөт).



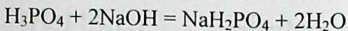
39- сүрөт. Ортофосфор кислотасынын эритмесин калийдин гидроксиди менен титрлөө

Калий гидроксидинин жана калий фосфатынын эритмелеринин рНы өтө жакын болгондуктан титрлөөнүн үчүнчү секириги байкалбайт. Ортофосфор кислотасын шөлч менен титрлегенде кислота толугу менен дигидрофосфатка өтөт.



Бул учурда метилоранж түсүн өзгөртөт, анткени NaH_2PO_4 түн эритмесинин рН = 4,5. Ошондой эле метилоранждын түсүн өзгөртүү аралыгы да ушул рНка туура келет. Ортофосфор кислотасы метилоранж менен бир негиздүү кислота катары титрленет жана анын эквиваленти молекулалык массасына барабар.

Ортофосфор кислотасын шөлч менен фенолфталеиндин катышуусунда титрлегенде ал эки негиздүү кислота катары титрленет.



Натрийдин гидрофосфатынын эритмесинин рНы фенолфталеиндин түсүн өзгөртүү аралыгына туура келет. Бул учурда фосфор кислотасынын эквиваленти анын молекулалык массасынын $\frac{1}{2}$ не барабар.

21.8. Кислота негиздик титрлөөдө кездешүүчү каталар

Аныкталуучу затты толук же ашыкча титрлегенде кеткен каталар **индикатордук деп аталат.**

Нейтралдаштыруу методундагы индикатордук каталарга төмөнкүлөр кирет:

Титрлөөнүн суутектик катасы – кислотаны толук титрлебегенде же күчтүү негизди ашыкчы титрлегенде эритмеде H^+ ионунун ашыкча саны пайда болот.

Мисалы, күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө үчүн метилоранж индикатору колдонулду $\text{pT} = 4$ же $[\text{H}^+] = 10^{-4}$ г-ион/л

Кислота толук титрленген жок.

Суутектик катанын чыгарылышы

Титрленүүчү кислотанын нормалдуулугу $N = 0,1\text{н}$

Кислотанын алгачкы көлөмү $V_1 = 25$ мл. Титрлөөнүн аягындагы жалпы көлөмү

$$V_2 = 50\text{мл}$$

Кислотанын же щелочтун ар бир мл де $\frac{N}{1000}$ г- экв бар.

Титрлөө үчүн $\frac{N}{1000} \cdot V_1$ г- экв кислота алынган. Суутектин

титрленбеген бөлүгү 10^{-4} г-ион/л же $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pT}}$ г-ион/л. V_2 -

$$\text{көлөмүндө } [\text{H}^+] = \frac{10^{-\text{pT}}}{1000} \cdot V_2;$$

$[\text{H}^+]_{\text{ката}}$ % төмөнкү пропорция боюнча чыгарылат.

$$\frac{N}{1000} \cdot V_1 - 100\% = \frac{10^{-pT}}{1000} \cdot V_2 - H^+_{\text{ката}} \quad H^+_{\text{ката}} = \frac{10^{-pT} \cdot V_2}{NV_1} \cdot 100$$

$$H^+_{\text{ката}} = \frac{10^{-4} \cdot 50}{10^{-1} \cdot 25} \cdot 100 = 2 \cdot 10^{-2} = 0,2\%$$

Титрлөөнүн гидроксиддик катасы - күчтүү негизди толук титрлебегенде же күчтүү кислотаны ашыкча титрлегенде эритмеде OH^- ионунун ашыкча саны пайда болот.

Мисалы, күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө үчүн $pT = 10$ барабар болгон индикатор колдонулду.

Титрленүүчү негиздин концентрациясы $N = [\text{OH}^-] = 0,1 \text{ г.ион/литр}$

Негиздин алгачкы көлөмү 25,0 мл. Титрлөөнүн аягындагы жалпы көлөмү 50,0мл. Негиздин кандайдыр бир бөлүгү титрленген жок.

Гидроксиддик катанын чыгарылышы

Титрлөөнүн аягында OH^- ионунун концентрациясы $[\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ г-ион/л}$ же $[\text{OH}^-] = \frac{10^{-(14-pT)} \cdot V_2}{1000} \text{ г-экв.}$ $[\text{OH}^-]_{\text{катасы}} =$

$$\frac{10^{-(14-pT)} \cdot V_2}{NV_1} \cdot 100 = \frac{10^{-4} \cdot 50}{10^{-1} \cdot 25} \cdot 100 = 0,02\%$$

Титрлөөнүн кислоталык катасы

Начар кислотаны толук титрлебегенде эритмеде молекула түрүндө кислотанын калдыгы калат.

Мисалы, титрлөө үчүн начар кислота берилди дейли HAn $K_{\text{HAn}} = 10^{-5}$, $pK_{\text{HAn}} = 5$ титрлөө $pT = 10$ барабар болгон индикатор колдонулду.

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

же

$$[\text{HAn}] = C_{\text{HAn}} [\text{An}^-] = C_{\text{KtAn}}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = \frac{C_{\text{HAn}}}{C_{\text{KtAn}}} \quad \text{рТ болгондо титрлөө}$$

бүтөт.

$$\text{HAn}_{\text{катасы}} = \frac{C_{\text{HAn}}}{C_{\text{KtAn}}} = \frac{10^{-\text{pH}}}{10^{-\text{pK}}} = 10^{\text{pK} - \text{pH}}$$

Биздин мисал үчүн

$$\text{HAn}_{\text{катасы}} = \frac{10^{-10}}{10^{-5}} = 10^{-5} \text{ же } 10^{-3}\%$$

Титрлөөнүн щелочтук катасы

Щелочторду аягына чейин титрлебегенде жана кислоталарды ашыкча титрлегенде эритмеде гидроксид иондорунун ашыкча саны пайда болот. Титрлөөнүн щелочтук катасы төмөндөгү формула боюнча эсептелет.

$$\frac{C_{\text{KtOH}}}{C_{\text{KtAn}}} = \frac{[\text{KtOH}]}{[\text{Kt}^+]} = \frac{[\text{OH}^-]}{K_{\text{KtOH}}} = \frac{10^{-(14-\text{pH})}}{10^{-\text{pK}}} = 10^{\text{pK} + \text{pH} - 14}$$

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр

1. Кислота-негиздик титрлөө кандай реакцияга негизделген? Ацидиметрия, алкаиметрия. Кислота-негиздик титрлөөнүн тендештик константасы. Кислота-негиздик титрлөөнүн индикаторлору. Кислота-негиздик титрлөө жана анын анализи.

2. Жумушчу эритме деп эмнени атайбыз? (стандарттык, титрленген)? Нейтралдаштыруу методунда жумушчу эритмелердин кандай концентрациялары колдонулат?

3. Титр, нормалдуулук, аныкталуучу заттын титри дегенди кандайча түшүнсө болот? Мисал келтиргиле?

4. Титрлөөнүн жыйынтыгын эсептөөчү формулаларды жазгыла?

5. Эритмедеги күкүрт кислотасын нейтралдаштыруу үчүн титрлөөгө титри 0,0038г/мл болгон NaOHтын эритмесинен 25мл сарпталган. Эритмеде канча грамм H_2SO_4 бар?

Жообу: 0,1164г

6. Барий гидроксидинин эритмесин титрлегенде туз кислотасынын 0,115н эритмесинен 23мл жумшалган. Эритмедеги $Ba(OH)_2$ тын массалык үлүшүн эсептегиле?

Жообу: 226,6мг

7. 4,25г техникалык бураны 250мл сууда эриткен. Бул эритмеден 25мл алып, туз кислотасынын 0,105н эритмеси менен титрлегенде 20мл HCl сарпталды. Үлгүдөгү буранын проценттик санын эсептегиле?

Жообу: 94,12%

8. Сода менен натрий жегичинин аралашмасынан 1,56г алып, көлөмү 500мл өлчөгүч колбада эриткен. Эритмеден 2,5мл алып, фенолфталеиндин катышуусунда титрлегенде HClдун 0,11н эритмесинен 21мл сарпталды, ал эми метилоранждын катышуусунда 22,5мл жумшалды.

Аралашмадагы Na_2CO_3 түн үлүшүн эсептегиле.

Жообу 22,42%

9. Анализге мрамордон 0,25г үлгү алып аны 30мл 0,35н HCl до эриткен.

HClдун реакциядан ашкан калдыгын титрлөө үчүн NaOHтын 0,298н эритмесинен 20мл жумшалган. Мрамордогу кошунду заттардын проценттик санын эсептегиле.

Жообу 9,021%

21.9. Кислота - негиздик титрлөө боюнча лабораториялык иштер

21.9.1. Туз кислотасынын жумушчу эритмесин даярдоо жана анын нормалдуулугун натрийдин тетрабораты боюнча аныктоо

Реагенттер

Туз кислотасы HCl, концентрацияланган эритмеси
Натрийдин тетрабораты $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Метилоранж 0,1% суу эритмеси

Иштин жүрүшү

250мл 0,1н натрийдин тетраборатын даярдоо

Буранын эквиваленттик массасын табабыз.

$$\mathcal{E}_6 = \frac{M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{381,4}{2} = 190,7$$

Анализге керектелүүчү буранын үлгүсү төмөнкү формула менен эсептелет. $m_6 = N \cdot \mathcal{E}_6 \cdot V_{\text{л}} = 0,1 \cdot 190,7 \cdot 0,25 = 4,7675\text{г}$

Жумушчу эритмелердин нормалдуулугу жана титри

$$T_6 = \frac{\gamma_{\text{лг}}}{\text{колом}}, \text{ г/мл} \quad N_6 = \frac{T_6 \cdot 1000}{\mathcal{E}_6}$$

250мл 0,1н туз кислотасынын эритмесин даярдоо

$$m_{\text{HCl}} = N \cdot \mathcal{E}_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{л}} = 0,1 \cdot 36,5 \cdot 0,25 = 0,912\text{г}$$

Туз кислотасынын тыгыздыгын ареометр менен ченеп жана ага туура келген

% концентрациясын таблицадан карайбыз. Ал $\rho = 1,179\%$ = 36% барабар.

Кислотанын көлөмүн эсептейбиз

$$V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{HCl}}}{\% \text{HCl} \cdot \rho} = \frac{0,912}{0,36 \cdot 1,179} = 2,1\text{мл}$$

Кислотанын эсептелген көлөмүн ченеп алып аны суу менен 250мл чейин суюлтуп, аралаштырат.

21.9.2. Туз кислотасынын эритмесинин нормалдуулугун бура боюнча титрлеп аныктоо

Бюретканы HCl дун жумушчу эритмеси менен толтурат. Конус түрүндөгү колбага 10мл тетрабораттын эритмесин пипетка менен алып ага 1-2 тамчы метилоранжды кошот. Эритмени бюреткадагы кислота менен индикатордун түсү сарыдан кызгылт сарыга өткөнгө чейин титрлейт. Титрлөөнү үч жолу кайталайт жана орточо арифметикалык маанисин алат.

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2 \quad N_2 = N_1 \cdot V_1 / V_2$$

$V_1 \cdot N_1$ – буранын эритмесинин көлөмү, нормалдуулугу

$V_2 \cdot N_2$ – HCl дуку

21.9.3. Суунун карбонаттык шорлуулугун аныктоо

Реагенттер

Туз кислотасы HCl, 0,1н эритме

Метилоранж, 0,1% суу эритмеси

Иштин жүрүшү

Конус түрүндөгү колбага 100мл анализденүүчү сууну пипетка менен алып ага 2-3тамчы метилоранжды кошуп туз кислотасынын жумушчу эритмеси менен титрлейт. Индикатордун түсү сарыдан кызгылт-сарыга өткөндө титрлөөнү токтотот. Титрлөөнүн орточо жыйынтыгы боюнча суунун карбонаттык катуулугун эсептейт.

$$C_{ш} = \frac{V_2 \cdot N_2}{V_1} \cdot 1000$$

V_2, N_2 - туз кислотасынын көлөмү нормалдуулугу

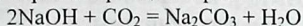
V_1 – анализденүүчү суунун көлөмү

21.9.4. Биргелешкен эритмедеги NaOH менен

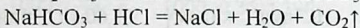
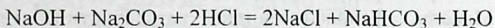
Na_2CO_3 тү аныктоо

Натрийдин гидроксиди абадан көмүр кычкыл газын

соруп алуу менен бир аз натрийдин карбонатын пайда кылат.



Ошондуктан эритмедеги алардын аралашмасынан NaOHтын жана Na₂CO₃түн санын аныктайт. Мындай эритмени туз кислотасы менен титрлегенде реакция эки стадияда жүрөт.



Реакциянын биринчи стадиясы (pH = 8,31) фенолфталеиндин түсүнүн өзгөрүшү менен аяктайт. Экинчиси (pH = 3,84) метилоранждын түсүн өзгөртүү менен щелочь толугу менен, ал эми Na₂CO₃түн жарымы титрленет. Метилоранждын катышуусунда натрийдин карбонатынын экинчи жарымы титрленет.

Реагенттер

Туз кислотасы HCl, 0,1н эритме

Индикаторлор: метилоранж, 0,1% суу эритмеси, фенолфталеиндин 0,1%, 90% этанолдогу эритмеси

Иштин жүрүшү

Анализденүүчү эритмеден конус түрүндөгү колбага пипетка менен 10мл алып ага 5 тамчы фенолфталеинди кошот. Эритме мала кызыл түскө айланат. Эритмени туз кислотасы менен мала кызыл түсү жоголгонго чейин титрлейт. Туз кислотасынын сарпталган көлөмүн бюретка боюнча жазып алышат. Ошол эле эритмеге 1-2 тамчы метилоранжды кошуп титрлөөнү улантат. Эритменин түсү сарыдан кызгылт-сарыга өткөндө титрлөөнү токтотот. HClдун кеткен көлөмүн жазышат. Титрлөөнү үч жолу кайталайт. Титрлөөнүн орточо жыйынтыгы боюнча NaOHтын

жана Na_2CO_3 түн эритмедеги санын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m(\text{NaOH}), \text{г} = (\text{VN})_{\text{HCl}} \cdot \text{Э}_{\text{NaOH}} \cdot n \cdot 10^{-3}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3), \text{г} = (\text{VN})_{\text{HCl}} \cdot \text{Э}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot n \cdot 10^{-3}$$

$(\text{VN})_{\text{HCl}}$ – туз кислотасынын көлөмү, нормалдуулугу

$$\text{Э}_{\text{NaOH}} = 40$$

$$\text{Э}_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 53$$

n- титрлөө үчүн алынган изилденүүчү заттын көлөмү

Мисалы, фенолфталеиндин катышуусунда титрлөөгө сарпталган HCl дун көлөмү 11,60мл болуп, ал эми метилоранждын катышуусунда кеткен HCl дун көлөмү 12,30мл. NaOH ка, Na_2CO_3 кө сарпталган HCl дун көлөмүн тапкыла?

Чыгарылышы

Na_2CO_3 түн жарымына сарпталган көлөмдү табабыз

$$12,30 - 11,60 = 0,70 \text{мл}$$

Na_2CO_3 түн баардыгына кеткен көлөмү

$$0,70 \cdot 2 = 1,40 \text{мл}$$

NaOH ка сарпталган көлөмү

$$12,30 - 1,40 = 10,90 \text{мл}$$

Щелочтун жумушчу эритмесин даярдоо

Алгач 0,1н щелочтун эритмесин даярдайт. Ошондой эле аныктоочу заттын (козу кулак кислотасы) эритмесин даярдайт. Щелочтун эритмесинин титрин козу кулак кислотасы боюнча аныктайт.

Реагенттер

Натрийдин гидроксиди NaOH 30-40% эритме

Туз кислотасы HCl эритме

Козу кулак кислотасы $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Индикатор фенолфталеин 0,1%, 90% этанолдогу эритмеси

NaOHтын концентрацияланган эритмесинен 250мл 0,1н эритмесин даярдоо

Щелочтун концентрацияланган эритмесинен $\rho=1,390\text{г/мл}$ жана таблица боюнча 36% NaOH бар. 250мл 0,1н NaOHтын эритмесин даярдоого керектелинүүчү көлөмү төмөнкү формула боюнча эсептелет.

$$V = \frac{N \cdot \text{Э}_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{мл}}}{1000 \cdot C\% \cdot \rho} = \frac{0,1 \cdot 40 \cdot 250}{1000 \cdot 0,36 \cdot 1,390} = 2,0\text{мл}$$

100мл 0,1н козу кулак кислотасынын эритмесин даярдоо

Козу кулак кислотасынын үлгүсүн эсептейбиз

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}), \text{г} = N \cdot \text{Э}_{\text{к.к.}} \cdot V(\text{мл}) = 0,1 \cdot 63 \cdot 0,1 = 0,63\text{г}$$

$$\text{Э}_{\text{к.к.}} = \frac{M(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{2} = 63,04$$

0,63г үлгүнү таразага тартат, 100мл өлчөөчү колбага эритет жана көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет.

Даярдалган эритменин титрин жана нормалдуулугун эсептейт.

$$T_{\text{к.к.}} = \frac{\gamma_{\text{лг}}}{\text{КОЛОМ}}, \text{г/мл}; \quad N_{\text{к.к.}} = \frac{T_{\text{к.к.}} \cdot 1000}{\text{Э}_{\text{к.к.}}}$$

21.9.5. NaOHтын эритмесинин нормалдуулугун козу кулак кислотасы боюнча аныктоо

Конус түрүндөгү колбага пипетка менен 10мл козу кулак кислотасынын эритмесинен алып ага 1-2 тамчы фенолфталеинди кошуп аны щелочтун эритмеси менен титрлейт. Эритменин түсү мала кызылга өткөндө титрлөөнү токтотот. Үч жолку титрлөөнүн орточо жыйынтыгы боюнча щелочтун нормалдуу концентрациясы эсептелет.

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2 \quad N_2 = V_1 \cdot N_1 / V_2$$

$V_1 N_1$ – козу кулак кислотасыныкы

$V_2 N_2$ – щелочтуку

21.9.6. Аммонийдин тузундагы аммиакты аныктоо

Реагенттер

Туз кислотасы HCl, 0,1н эритме

Натрийдин гидроксиди NaOH, 0,1н эритме

Метилоранж, 0,1% суудагы эритмеси

Иштин жүрүшү

Изилденүүчү заттын (NH₄Cl) үлгүсүн 250мл колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткирет. Даярдалган эритмеден стаканга 25мл алып ага 50мл 0,1н NaOH тын эритмесин кошуп суу мончосунда аммиактын жыты кетпейинче ысытат (лакмус кагазы боюнча). Эритмени муздатат жана 1-2 тамчы метилоранжды кошуу менен туз кислотасынын жумушчу эритмеси менен эритменин түсү сарыдан кызгылт сарыга өткөнгө чейин титрлейт. Титрлөөнүн орточо жыйынтыгы боюнча аммиактын массалык үлүшүн процент боюнча эсептейт.

$$m(\text{NH}_3), \% = \frac{(VN_{\text{NaOH}} - VN_{\text{HCl}})}{g} \cdot \mathcal{E}_{\text{NH}_3} \cdot n \cdot 100 \cdot 10^{-3}$$

VN_{NaOH} – көлөмү, нормалдуулугу

VN_{HCl} – HClдуку

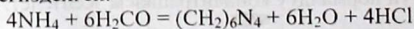
$\mathcal{E}_{\text{NH}_3} = 17$ - аммиактын эквиваленти

g – изилденүүчү заттын үлгүсү

n – титрлөө үчүн алынган изилденүүчү заттын көлөмү

21.9.7. Орун алмаштырып титрлөө методу боюнча аммонийдин тузун аныктоо

Орун алмаштыруу методу (формальдегид) төмөнкү реакцияга негизделген.



Реакциянын негизинде аммоний тузуна эквиваленттүү болгон сандагы туз кислотасы пайда болот. Бул кислотаны фенолфталеиндин катышуусунда NaOHтун эритмеси менен титрлейт. Ошондой эле реакциядан пайда болгон уротропин $pH > 7$ чөйрөнү камсыздайт.

Реагенттер

Натрийдин гидроксиди NaOH, 0,1н эритме

Формальдегид CH_2O , 20% эритме

Фенолфталеиндин 0,1%, 90% этанолдогу эритмеси

Иштин жүрүшү

Конус түрүндөгү колбага пипетка менен 10мл алып ага 5мл формальдегиддин эритмесин бюретка аркылуу кошуп 1-2 мүнөткө коет. Андан кийин титрленүүчү эритмеге 2-3 тамчы фенолфталеинди кошуп натрийдин гидроксиди менен эритменин түсү мала кызыл болмоюнча титрлейт.

Эскертүү: Кумурска кислотасындагы формальсанына карата түзөтүүнү киргизүү керек!

Ошондуктан титрлөөчү колбага бюретка аркылуу 10мл формальдегидди алып аны фенолфталеиндин катышуусунда натрийдин гидроксидинин эритмеси менен титрлейт. NaOHтын көлөмүн экиге бөлөт жана изилденүүчү эритмеге кеткен көлөмдөн алып баштайт.

Аммоний тузунун массасын төмөнкү формула боюнча эсептейт

$$m(NH_4Cl), г = [(V-V^1) \cdot N]_{NaOH} \cdot \bar{N} NH_4Cl \cdot n \cdot 10^{-3}$$

$[(V-V^1) \cdot N]_{NaOH} - (V^1) -$ түзөтүлгөн көлөм

$\bar{N} NH_4Cl$ - эквиваленти

n – титрленүүчү эритменин көлөмү

21.9.8. Концентрациясы белгисиз эритмедеги

NaOHтын санын аныктоо

NaOHтын 1н эритмесинен бир нече мл 250 мл колбага куюп көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет.

Титрленүүчү колбага даярдалган эритмеден 25 мл алып метилоранждын катышуусунда (1-2 тамчы) туз кислотасы менен титрлейт. Титрлөөнүн орточо жыйынтыгы боюнча өлчөөчү колбадагы (250мл) натрийдин гидроксидинин санын эсептейт.

$$T_{\text{HCl/NaOH}} = \frac{(N_{\text{HCl}} \cdot \mathcal{E}_{\text{NaOH}})}{1000}; \quad m_{\text{NaOH}} = T_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \frac{V_{\text{колба}}}{V_{\text{NaOH}}};$$

Нормалдуулук боюнча эсептөө

$$N_{\text{NaOH}} = \frac{(N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}})}{V_{\text{NaOH}}}; \quad m_{\text{NaOH}} = \frac{N_{\text{NaOH}} \cdot \mathcal{E}_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{колба}}}{1000};$$

21.9.9. Техникалык шарап (винная кислота) кислотасын үлгү методу боюнча аныктоо

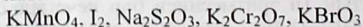
Анализ үчүн шарап кислотасынан 3 үлгү алынат. Алардын көлөмү 250мл барабар болгон үч конус түрүндөгү колбаларга салып болжолдогон көлөмдөгү эриткичке эритет. Эритмеге 5-8 тамчы фенолфталеинди кошуп натрийдин гидроксидинин эритмеси менен титрлейт. Эритменин түсү мала кызылга өткөндө титрлөөнү токтотот.

$$\mathcal{E}_{\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_6} = \frac{M}{2} = \frac{150,09}{2} = 75,045(z)$$

$$M_{\text{ш.к}} = \frac{N_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot \mathcal{E}_{\text{H}_2\text{C}_4\text{O}_6} \cdot 100}{1000 \cdot g}$$

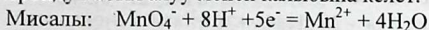
22-глава. Кычкылдантып - калыбына келтирип титрлөө методдору (редоксометрия)

Титриметриялык титрлөөнүн бул методу кычкылдануу жана калыбына келүү реакциясына негизделген. Колдонулуучу титрантка карата алар төмөнкүлөргө бөлүнөт: перманганатометрия, иодометрия, хроматометрия, броматометрия ж.б. Жумушчу эритме катарында төмөнкү заттар колдонулат:



22.1. Кычкылдануу потенциалы жана кычкылдануу калыбына келүү реакциясынын багыты

Титрлөө учурунда кычкылдануу-калыбына келүү реакциясы жүрөт. Реакция учурунда кычкылдануучу ион электронду кабыл алуу менен калыбына келет.



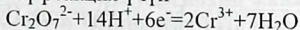
кычкылданган калыбына келген
формасы формасы

Кычкылдануу - калыбына келүү потенциалы кычкылдандыргычтын жана калыбына келтиргичтин негизги мүнөздөөчүсү катарында колдонулат. Ал Нерстин теңдемеси боюнча эсептелет.

$$E_{\text{кыч/кал}} = E^0_{\text{кыч/кал}} + \frac{RT}{nF} \lg \frac{[\text{кыч}]}{[\text{кал}]};$$

$$E_{\text{кыч/кал}} = E^0_{\text{кыч/кал}} + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{кыч}][\text{H}^+]^m}{[\text{кал}]};$$

Мисалы, төмөнкү реакция үчүн



$$E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = 1,33 + \frac{0,059}{6} \lg \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2};$$

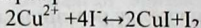
Жуптун стандарттык потенциалы канчалык чоң болсо ал ошончолук күчтүү кычкылдандыргыч боло алат. Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын багыты төмөнкү эрежеге баш ийет: реакция кычкылдануу потенциалынын чонунан кичинесине карай жүрөт.

а) Концентрациянын таасири.

Реакция кезинде кычкылданган-калыбына келген жуптун иондорунун концентрациясынын өзгөрүшү алардын потенциалынын өзгөрүшүнө алып келет.

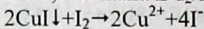
Мисалы, жез менен иоддун иондорунун өз ара

аракеттенишин карап көрөлү



Кычкылдануу-калыбына келүү потенциалдарын салыштыруу менен реакция артын карай жүрөт деген жыйынтыкка келүүгө болот.

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}} = 0,15\text{В} \text{ жана } E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,54\text{В}$$



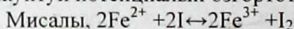
$$E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} > E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}}$$

Реакция кезинде $\text{CuI} \downarrow$ чөкмө пайда болгондугуна байланыштуу $[\text{Cu}^{+}]$ концентрациясы өтө аз.

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{CuI}_2} = 0,86\text{В} \text{ жана } E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,54\text{В}$$

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{CuI}_2} > E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-}$$

Ошондуктан реакция түз багытта жүрөт. Эгерде реакцияга кирген иондордун бирөөсү комплекстик бирикмени пайда кылууга катышса, анда ал кычкылданган калыбына келген жуптун потенциалын өзгөртөт.



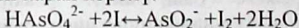
$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = E^0 + \frac{0,059}{1} \lg \left[\frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \right]$$

F^- -ионду кошкондо Fe^{3+} комплексти $[\text{FeF}_4]^{3+}$ пайда кылат жана $[\text{Fe}^{3+}]$ концентрациясы өтө азаят, ошондой эле $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ потенциалы да азаят.

б) Реакциянын чөйрөсүнүн таасири.

Чөйрөнүн рНнын өзгөрүшү потенциалдын чоңдугуна ошондой эле реакциянын багытына да таасир этет.

Суутектин ионунун концентрациясынын реакцияга тийгизген таасирин карап көрөлү.



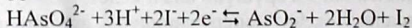
а)

$$[\text{H}^+] = 1$$

$$E^0_{\text{HAsO}_4^{2-}/\text{AsO}_2^-} = 0,56\text{В} > E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,54\text{В}$$

Реакция түз багытта жүрөт.

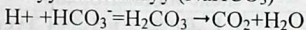
б) $[\text{H}^+] = 10^{-8}$



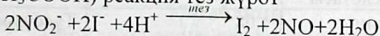
$$E_{\text{HAsO}_4^{2-}/\text{AsO}_2^-} = 0,56 +$$

$$\frac{0,058}{2} \lg \frac{[HAsO_4^{2-}] [10^{-8}]^3}{[AsO_2^-]} = 0,11B < 0,56B$$

$[HAsO_4^{2-}] = [AsO_2^-]$ реакция артын карай жүрөт анткени иоддун потенциалы арсенит ионго караганда чоң. Жуптун стандарттык потенциалдары бири-бирине жакын болгон учурда гана аларга суутектин иондорунун концентрациясын таасир этүү менен реакцияны карама-каршы жакка жылдырууга болот. Анализ жүргүзүү учурунда төмөнкү эрежени эске алуу керек : эгерде реакция учурунда суутектин иону керектелинсе аны кычкыл чөйрөдө жүргүзүү ыңгайлуу, ал эми суутектин иону пайда болсо ага аны өзүнө кошуп алуучу заттарды кошуу ылайыктуу ($NaHCO_3$)



$KNO_2 + KI \rightarrow$ бул реакция кычкыл чөйрөнү түзмөйүнчө жүрбөйт. Төмөнкү кислоталардын катышуусунда (H_2SO_4, HCl, CH_3COOH) реакция тез жүрөт

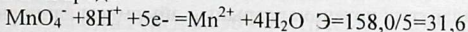


22.2. Калыбына келтиргичтин жана

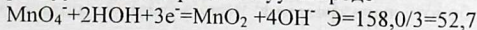
кычкылдандыргычтын эквиваленти Индикаторлор

Калыбына келтиргичтер жана кычкылдандыргычтар бири - бири менен эквиваленттик санда өз ара аракеттенишет. Алардын эквивалентин табыш үчүн молекулалык массасын реакциянын теңдемесиндеги электрондун санына бөлөт. Мисалы, $KMnO_4$ ($M=158,0$) колдонулган чөйрөгө карата ар кандайча калыбына келет.

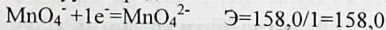
Кычкыл чөйрөдө



Нейтралдуу жана начар щелочтуу чөйрөдө



Күчтүү щелочтуу чөйрөдө



Нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөгө караганда MnO_4^-

түн кычкылдануу потенциалы кычкыл чөйрөдө бир кыйла жогору, ал 1,51/В барабар. Кычкыл чөйрөдө перманганат менен титрлөө учурунда индикатор колдонулбайт анткени реагенттин өзү түстүү жана сезгич индикатор катары колдонулат. KMnO_4 түн ашыкча тамчысы эритмени мала кызыл түскө айлантат. Кычкылдандыргыч жана калыбына келтиргич менен мүнөздүү реакцияга кирүүчү индикаторлор да колдонулат. Мисалы, SCN^- , Fe^{3+} менен канга окшош кызыл, ал эми крахмал иод менен көк түстү пайда кылышат. Ошондой эле потенциалга карата түсүн өзгөртүүчү индикаторлор редокс-индикаторлор деп аталат. (5-таблица)

16- таблица

Редокс-индикаторлор

Индикатор	$E^0, \text{В}$	pH	Түсүнүн өзгөрүшү
Дифениламин	0,76	0	Түссүз- сыя
Дифениламино-азосульфон кислотасы	0,84	7	Түссүз-кызыл сыя
N-фенилантранил кислотасы	1,08	1	Түссүз-кызыл сыя
Ферроин(темирге)	1,06	1M H_2SO_4	Кызыл-көк

Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын теңдештик константасы төмөнкү формула боюнча эсептелет.

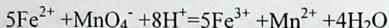
$$\lg K = \frac{(E^0_{\text{кыч}} - E^0_{\text{кал}}) \cdot n}{0,058}$$

$E^0_{\text{кыч}}, E^0_{\text{кал}}$ – стандарттык потенциалдары
 n - электрондун саны

Стандарттык потенциалдарынын айырмасы канчалык чоң болсо ошончолук теңдештиктин константасынын мааниси жогору болот жана реакция толугу менен аягына чейин жүрөт.

22.3. Титрлөөнүн графигин түзүү

Мисалга төмөнкү реакцияны алып карайлы



Титрлөөнүн кайсы учурунда болбосун эритмеде заттын кычкылданган жана калыбына келген формалары дайыма кездешет. Алардын потенциалдары төмөнкү формулалар боюнча эсептелет.

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 + \frac{0,059}{1} \lg \left[\frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}^{2+}} \right]; \quad (1)$$

$$E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1,51 + \frac{0,059}{5} \lg \left[\frac{\text{MnO}_4^- [\text{H}^+]^8}{\text{Mn}^{2+}} \right]; \quad (2)$$

Эквивалент чекитине чейин (1) андан кийин (2) формуланы колдонуу ыңгайлуу. Эквивалент чекитинде потенциалдарды эсептөө төмөнкү формула боюнча жүргүзүлөт.

$$E = \frac{vE^0_{\text{кыч}} + aE^0_{\text{кал}}}{a + v} = \frac{0,77 + 5 \cdot 1,5}{6};$$

а, в - электрондун саны

17-таблица

Ийри титрлөөнүн чекиттерин эсептөө

КМnO ₄ мл	(ашыкча) FeSO ₄	(ашыкча) КМnO ₄	[Fe ³⁺]/[Fe ²⁺]	[MnO ₄]/[Mn ²⁺]	Эсептөө	Е,В
50	-	50	50/50=1	-	E=0,77	0,77
91	-	9	91/9=100	-	E=0,77+0,58lg10	0,828
99	-	1	99/1=100	-	E=0,77+0,058lg10 ²	0,886
99,9	-	0,1	1000	-	E=0,77+0,058lg10 ³	0,944
100,0	-	-	-	-	E=0,77+5·1,51/5+1	1,387
100,1	0,1	-	-	0,1/100,1=10 ⁻³	E=1,51+0,058/5lg10 ⁻³	1,475
101,0	1,0	-	-	1/101=10 ⁻²	E=1,51+0,058/5lg10 ⁻²	1,487
110,0	10,0	-	-	10/110=10 ⁻¹	E=1,51+0,058/5lg10 ⁻¹	1,498
200,0	100,0	-	-	1	E=1,51	1,51

Мисалы,

1. 100 мл 0,1н FeSO₄ кө 50 мл 0,1н KMnO₄ кошулду

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{50}{50} = 0,77$$

$$V_{\text{KMnO}_4, \text{мл}} = [\text{Fe}^{3+}], [\text{Fe}^{2+}] = 100 - V_{\text{KMnO}_4, \text{мл}}$$

2. 100 мл FeSO₄ кө 99,9 мл KMnO₄ кошулду

Fe²⁺ - 0,1 мл калды, 99,9 мл Fe³⁺ пайда болду

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = 0,77 + 0,058 \lg \frac{99,9}{0,1} = 0,944 \text{ В}$$

3. Секириктин аягында б.а. 100,1мл MnO_4^- кошулду

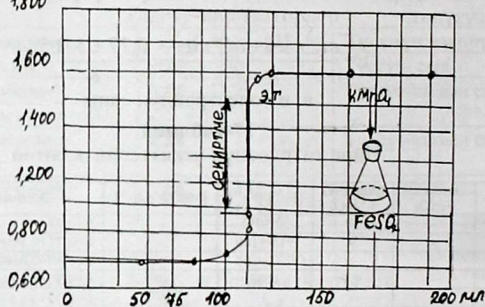
$$\frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]} = \frac{0,1}{100}; [H^+] = 1$$

$$E_{MnO_4^-/Mn^{2+}} = 1,51 + \frac{0,058}{5} \lg \frac{0,1[1]^8}{100} = 1,4758$$

Секириктин потенциалы = $1,475 - 0,944 = 0,531 \text{ В}$

Алынган сан маанилери боюнча ийри титрлөөнүн графиги тургузулат (39-сүрөт).

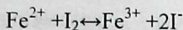
ЕмВ 1,800



40- сүрөт. Темирдин тузунун эритмесин калийдин перманганаты менен титрлөө

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр

1. Кычкылданган жана калыбына келген жуптун иондорунун концентрациясынын өзгөрүшү алардын потенциалдарына кандайча таасир этет? Стандарттык кычкылдануу - калыбына келүү потенциалын эске алуу менен төмөнкү реакция кайсы багытта жүрөт жана темирди(3) иодометриялык жол менен аныктаса болобу?



2. Кычкылдануу-калыбына келүү потенциалы суутектин ионунун концентрациясынан кандайча көз каранды?

Мисалы $[\text{IO}_3^-] = [\text{I}^-]$; а) $[\text{H}^+] = 0,1$ моль/л

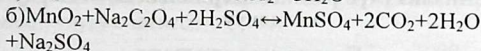
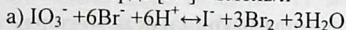
б) $[\text{H}^+] = 10^{-7}$ моль/л

Кычкылдануу-калыбына келүү потенциалын (E^0) эсептегиле.

Жообу: а) 1,02 б) 0,67В

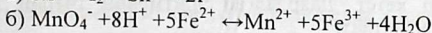
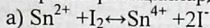
3. Реакцияга кирген заттардын стандарттык потенциалдарынын кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын теңдештик константасынын ортосундагы байланышы кандайча?

Төмөнкү реакциялардын теңдештик константасын эсептегиле. Эгерде $[\text{H}^+] = 1$ моль/л



Эсептөөнүн негизинде реакция кайсы багытта жүрөрүн көрсөткүлө.

4. Төмөнкү реакциялар үчүн теңдештик константасынын формуласын чыгаргыла жана сан маанилерин койгула. Көрсөтүлгөн реакциялардын кайсынысы толугураак жүрөт?



Жообу: а) $K = 2,8 \cdot 10^{13}$

б) $K = 6,3 \cdot 10^{63}$

5. 0,1н FeSO_4 түн эритмесин 0,1н KMnO_4 эритмеси менен титрлөөнүн эквивалент чекитиндеги кычкылдануу-калыбына келүү потенциалын эсептегиле ($\text{pH} = 0$)

6. Редоксометрияда кандай индикаторлор колдонулат? Индикатордун түсүн өзгөртүүсү кандай химиялык процеске байланыштуу?

7. Кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын ылдамдыгы кайсы факторлордон көз каранды?

8. Перманганатометрияда жана иодометрияда колдонулуучу жумушчу эритмелер кайсылар?

9. 5,200 г $K_2Cr_2O_7$ бир литр эритмеде эритилген

а) титрин б) нормалдуу, молярдуу концентрациясын жана в) иод боюнча титрин эсептегиле.

Жообу: а) 0,0052 г/мл

б) 0,1060, 0,01769 в) 0,01346 г/мл I_2

10. Темир боюнча титри 0,002792 г/мл барабар болгон $K_2Cr_2O_7$ ден бир литр эритме даярдаш үчүн андан канча грамм алуу керек?

Жообу: 2,452г

11. Кенден 0,2133 г навесканы алып аны туз кислотасында эритип андагы темирди Fe^{2+} чейин калыбына келтирилди. Пайда болгон эритмени титрлегенде 0,117 н $KMnO_4$ төн 17,20 мл сарпталды. Темирдин кендеги проценттик санын тапкыла?

Жообу: 50,4%

22.4. Анализ үчүн редоксометриялык методдорду колдонуу

Перманганатометрия

Калий перманганатынын жумушчу эритмесин даярдоо

Калий перманганатынын жумушчу эритмесин үлгү боюнча даярдоого мүмкүн эмес, анткени анын курамында аралашма заттар бар (MnO_2). Ошондой эле калыбына келтиргичтердин (NH_3 , органикалык заттар) таасири астында жеңил ажырап кетет. Даярдалган эритменин титрин 7-10 күндөн кийин аныктайт.

Реагенттер

Калий перманганаты $KMnO_4$

Күкүрт кислотасы H_2SO_4 , 2н эритме

Козу кулак кислотасы $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$

Иштин жүрүшү

500мл 0,02 н калий перманганатынын эритмесин даярдоо

Техникалык таразага 0,32г $KMnO_4$ тү тартат. 500 мл сууну өлчөөчү идиш менен алып, анын белгилүү көлөмүн стаканга куюп аны кайнаганга чейин ысытат. Үлгүнү стаканга аздан салып ысык сууга аралаштырып эритет.

Кристаллдын үстүндөгү суюктукту убагы менен башка идишке куюп турат жана стаканга жаңы ысык сууну алмаштырат. Ошентип муздатылган, даярдалган эритмени карангылатылган айнек идишке куют жана 7-10 күнгө коет.

250 мл 0,02 н козу кулак кислотасынын стандарттык эритмесин даярдоо

$$\text{Э}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 126,06/2 = 63,03$$

250 мл 0,02 н козу кулак кислотасынын эритмесин даярдоо үчүн керектелинүүчү үлгүсү төмөнкү формула боюнча эсептелет.

$$m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}), \text{ г} = N \cdot \text{Э} \cdot V, \text{ л} = 0,02 \cdot 63,03 \cdot 0,25 = 0,315 \text{ г}$$

Эсептелинген үлгүнү таразага тартып аны 250мл өлчөөчү колбага эритет жана көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Даярдалган эритменин титрин жана нормалдуулугун эсептейт.

$$T_{\text{к.к.}} = \frac{\text{үлгү}}{\text{колом}}, \text{ г/мл} \quad N_{\text{к.к.}} = \frac{T_{\text{к.к.}} \cdot 1000}{\text{Э}_{\text{к.к.}}}$$

KMnO₄ түн эритмесинин нормалдуу

концентрациясын козу кулак кислотасы боюнча аныктоо

Титрленүүчү колбага 10-15мл 2 н күкүрт кислотасынын эритмесин куюп аны 80-85⁰С чейин ысытат. Ысытылган эритмеге пипетка менен 10 мл козу кулак кислотасын кошот. KMnO₄ түн эритмеси менен бюретканы толтуруп жана деңгээлин нөлгө келтирет. Ысык эритмени KMnO₄ менен эритменин түсү мала кызыл түскө өткөнгө чейин титрлейт (30 секундка чейин эритменин түсү өзгөрүлбөшү керек). Титрлөөнү үч жолу кайталайт орточо жыйынтыгы боюнча KMnO₄ түн нормалдуу концентрациясын эсептейт.

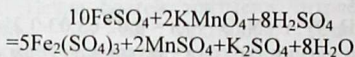
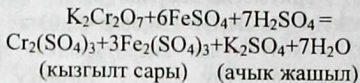
$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2 \quad N_2 = N_1 \cdot V_1 / V_2$$

V₁N₁- козу кулак кислотасынын көлөмү жана нормалдуу концентрациясы

V₂N₂-KMnO₄ түн көлөмү жана нормалдуулугу

22.4.1. $K_2Cr_2O_7$ деги хромду калийдин перманганаты менен кыйыр титрлеп аныктоо

Калийдин бихроматынын эритмесине Мордун тузунун эритмесинин ашыкча санын кошот жана реакциядан калган калдыгын калийдин перманганатынын жумушчу эритмеси менен титрлейт.



Реагенттер

Калийдин перманганаты $KMnO_4$, 0,02 н эритме

Мордун тузу $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$, 0,02н эритме

Күкүрт кислотасы 2н эритме

Мордун тузунун эритмесинин нормалдуу концентрациясын аныктоо

Пипетка менен 10,0мл Мордун тузунун эритмесинен титрлөөчү колбага куят жана ага 8-10 мл 2н H_2SO_4 төн кошот. Эритмени калий перманганатынын жумушчу эритмеси менен мала кызыл түскө өткөнгө чейин титрлейт (эритменин түсү 1-2 мүнөткө чейин жоголбошу керек). Эритмени үч жолу титрлейт. Орточо жыйынтыгы боюнча $FeSO_4$ түн нормалдуулугун эсептейт.

$$V_1 N_1 = V_2 N_2 \quad N_2 = N_1 V_1 / V_2$$
$$V_1 N_1 - KMnO_4; \quad V_2 N_2 - FeSO_4$$

22.4.2. $K_2Cr_2O_7$ -деги хромду аныктоо

Конус түрүндөгү титрлөөчү колбага 10 мл анализденүүчү эритмени пипетка менен алып ага 25 мл Мордун тузунун

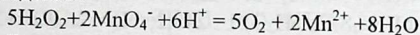
эритмесин жана 10мл 2н H_2SO_4 кошот. Эритмени $KMnO_4$ түн жумушчу эритмеси менен мала кызыл түскө чейин титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча эритмедеги хромдун санын эсептейт.

$$m(Cr), г = [(VN)FeSO_4 - (VN)KMnO_4] \cdot Э_{Cr} \cdot 10^{-3};$$

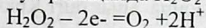
$$Э_{Cr} = 52,01/3 = 17$$

22.4.3. Суутектин пероксидин аныктоо

Суутектин пероксидин аныктоо төмөнкү реакцияга негизделген



Бул реакцияда H_2O_2 калыбына келтиргичтик касиетке ээ.



$$Э_{H_2O_2} = M/ne^- = 34,02/2 = 17,01$$

Реагенттер

Калийдин перманганаты $KMnO_4$, 0,02н эритме

Күкүрт кислотасы, 2н эритме

Иштин жүрүшү

Анализденүүчү эритмеден 10,0мл титрлөөчү колбага алып, ага 5мл 2н H_2SO_4 кошот жана аны калийдин перманганатынын жумушчу эритмеси менен мала кызыл түскө чейин титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча H_2O_2 нин санын эсептейт.

$$m(H_2O_2), г = (VN)KMnO_4 \cdot Э_{H_2O_2} \cdot n \cdot 10^{-3}$$

n-титрлөө үчүн алынган анализденүүчү эритменин көлөмү

Иодометрия

Иодометриялык анализ төмөнкү реакцияга негизделген



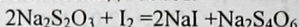
$E^0_{I_2/2I^-} = 0,54 В$ - иоддун кычкылдандыруу потенциалы

Потенциалы иоддукунан кичине болгон калыбына келтиргичтер I_2 де кычкылданат. Потенциалы иоддукунан чоң болгон кычкылдандыргычтар I_2 менен калыбына келет.

Ошондуктан иодометриянын жардамы менен калыбына келтиргичтерди жана кычкылдандыргычтарды аныктайт.

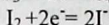
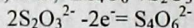
Калыбына келтиргичтерди аныктоо

Йод менен тиосульфаттын аракеттенишүүсүнөн натрийдин тетраионаты пайда болот.



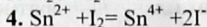
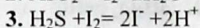
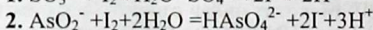
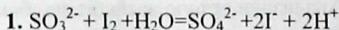
Реакция тез жана түз багытта жүрөт, анткени

$$E_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,54 \text{ В}; E_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 0,08 \text{ В}$$



$$E_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})/1 = 248,2; E_{\text{I}_2} = 126,9/1 = 126,9$$

Эквивалент чекитин крахмал боюнча аныктайт. Крахмал йод менен көк түстөгү абсорбциялык комплексти пайда кылат. Крахмалдын эритмесин титрлөөнүн аягында кошот, башкача айтканда титрленүүчү эритмеде иоддун ионунун азайышы менен эритме бозомук саргыч түскө айланат. Йоддун нормалдуу концентрациясын ошондой эле титрлөөгө кеткен тиосульфаттын көлөмүн билүү менен $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ түн титрин жана нормалдуулугун эсептейт. Тескерисинче тиосульфат боюнча иоддун N, T аныктоого болот. Йоддун жардамы менен төмөнкү калыбына келтиргичтерди аныктаса болот.



Кычкылдандыргычтарды аныктоо

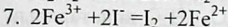
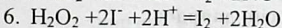
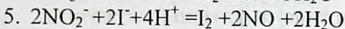
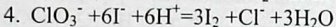
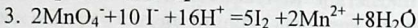
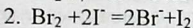
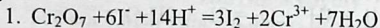
Кычкылдандыргычтарды аныктоо үчүн KI менен титрлейт. Бирок, мындай титрлөө менен эквивалент чекитин аныктоо мүмкүн эмес, анткени иоддун бөлүнүп чыгышы толук жүрбөйт. Ошондуктан алмаштырып титрлөө методун колдонушат.

а) $KI + \text{кислота} + \text{кычкылдандыргыч} = I_2$

(ашыкча)

б) $2Na_2S_2O_3 + I_2 = 2NaI + Na_2S_4O_6$

Кычкылдандыргыч KI дон эквиваленттик сандагы I_2 бөлүп чыгарат жана аны тиосульфат менен титрлейт. Кычкылдандыргычтарды аныктоо реакцияларын сунуштайбыз:

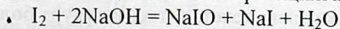


Иодометриялык титрлөөнү жүргүзүүнүн шарттары

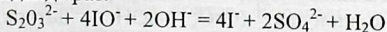
$E_{I_2/2I} = 0,54V$ Иоддун кычкылдандыруу потенциалы өтө чоң эмес, ошондуктан көпчүлүк иодометриялык реакциялар кайталанма келет жана ал реакциялар толугу менен аягына чейин жүрүш үчүн төмөнкү шарттарды түзүү талап кылынат.

1. Температура жогорулаган сайын крахмалдын индикатор катары сезгичтиги азаят, ошондой эле I_2 учма зат ошондуктан титрлөөнү муздатуу менен жүргүзүү ыңгайлуу.

2. Титрлөөнү күчтүү щелочтуу чөйрөдө жүргүзүү мүмкүн эмес анткени ал щелочь менен реакцияга кирет.

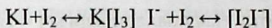


Гипоиодит ион (IO^-) иодко караганда күчтүү кычкылдандыргыч жана ал тиосульфатты бир аз сульфатка чейин кычкылдандырат.



Эритмедеги $[OH^-]$ иондору канчалык көп болсо ошончолук сандагы тиосульфат сульфатка айланат. Эритменин $pH=9$ ашпашы керек.

3. KI ашыкча саны бөлүнүп чыккан иодду (I_2) эритет.

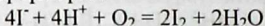


Ошондой эле KI иод (I⁻) менен кычкылдандыргычтын реакциясын тездетет.

4. Иодду титрлөөгө белгилүү убакыттан кийин киришет.

(Иоддун бөлүнүп чыгышы убакытты талап кылат)

5. Эритмеге тийген жарык нуру кошумча реакциянын жүрүшүнө мүмкүнчүлүк түзөт.



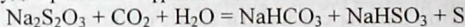
Анализденүүчү эритмени 5 мүнөткө караңгы жерге коюу керек.

Натрийдин тиосульфатынын жумушчу эритмесин даярдоо

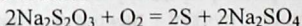
Натрийдин тиосульфаты Na₂S₂O₃·5H₂O кристаллдык зат. Убакыт өткөн сайын кристаллдык суу жоголот. Белгилүү убакыттан кийин туздун курамы анын химиялык формуласына туура келбей калат. Тиосульфаттын эритмесинин

концентрациясы сактаган учурда төмөнкү факторлордун таасири астында өзгөрүүгө дуушар болот.

а) Сууда эриген көмүртектин кош кычкылы

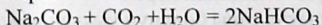


б) Абадагы кычкылтек



в) Микроорганизмдер (тиобактериялар) эритменин түсүн булангырлыкка алып келет, анткени күкүрт бөлүнүп чыгат.

Жогоруда көрсөтүлгөн факторлорду азайтуу иретинде Na₂S₂O₃ түн эритмесин кайнатылган сууга эритет, көмүр кычкыл газынан (CO₂) сакташ үчүн кальций хлоридинин түтүгүн колдонушат (CaO, NaOH – натрондук акиташ). Ошондой эле тиосульфаттын эритмесине азыраак сандагы Na₂CO₃ тү кошот, анткени CO₂ алгач натрийдин корбанаты менен реакцияга кирет.



Тиобактериядан сакташ үчүн эритмеге антисептик кошот. Бир литр эритмеге 10 мг сымаптын иодиди же хлороформ же фенолду кошот. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ түн эритмесин болжолдогон үлгү боюнча даярдайт. Даярдалган эритмени караңгы жерге 7-10 күнгө коет.

Иштин жүрүшү

500 мл 0,02 н тиосульфаттын эритмесин даярдоо

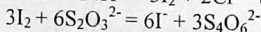
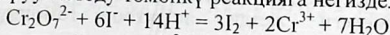
500 мл 0,02 н тиосульфаттын эритмесин даярдоо үчүн керектелинүүчү үлгүнү төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}), \text{г} = N \cdot \text{Э}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V, \text{л} = 0,02 \cdot 248,2 \cdot 0,5 = 2,5 \text{г}$$

Эсептелинген үлгүнү техникалык таразага тартат, кайнатып муздатылган дистирленген сууга эритет. Эритмеге 0.1 г Na_2CO_3 тү кошот. Көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритмени караңгыланган айнек идишине куюп кийинки сабакка чейин калтырат.

250 мл 0,02н калий дихроматынын стандарттык эритмесин даярдоо

Алмаштыруу методу төмөнкү реакцияга негизделген



$$\text{Э } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \frac{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{6} = 49,03$$

Дихроматтын үлгүсү

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7), \text{г} = N \cdot \text{Э}(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V, \text{л} = 0,02 \cdot 49,03 \cdot 0,25 = 0,2453 \text{ г}$$

Эсептелинген үлгүнү аналитикалык таразага тартат жана 250 мл колбага салып сууга эритет. Көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Даярдалган эритменин титрин нормалдуулугун төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$T_{K_2Cr_2O_7} = \frac{\text{үлгү}}{\text{КОЛОМ}}, \text{ г/мл}; N_{K_2Cr_2O_7} = \frac{T_{K_2Cr_2O_7} \cdot 1000}{\mathcal{E}_{K_2Cr_2O_7}}$$

Тиосульфаттын нормалдуу концентрациясын калийдин дихроматынын стандарттык эритмеси аркылуу аныктоо

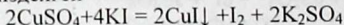
Конус түрүндөгү колбага өлчөөчү идиш (мензурка) менен 10 мл 10% KI дун эритмесин жана 10мл 2н H₂SO₄ куят. Ушул эле аралашмага пипетка менен 10 мл K₂Cr₂O₇ин стандарттык эритмесин кошуп, колбанын оозун саат айнеги менен жабат жана аны караңгы жерге 5 мүнөткө коет. Андан кийин бул аралашманы 50 мл дистирленген суу менен суюлтат. Анализденүүчү эритмени тиосульфаттын эритмеси менен бозомук сары түскө чейин титрлейт жана ага 3 мл крахмалдын эритмесин кошуп бозомук жашыл түскө чейин титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча тиосульфаттын нормалдуу концентрациясын эсептейт.

$$V_1 N_1 = V_2 N_2 \quad N_2 = N_1 V_1 / V_2;$$

$$V_1 N_1 - K_2Cr_2O_7; \quad V_2 N_2 - Na_2S_2O_3$$

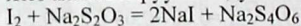
22.4.4. Эритмедеги жездин санын аныктоо

Эритмедеги жезди аныктоо төмөнкү реакцияга негизделген



$E_{Cu^{2+}/Cu^+} = 0,15$ В, $E_{Cu^{2+}/CuI} = 0,86$ В - кычкылдандыргыч касиетке ээ

Жез алмаштыруу методу боюнча аныкталат



Реагенттер

Күкүрт кислотасы H₂SO₄, 2 н эритме

Калийдин иодида KI, 10% эритме

Натрийдин тиосульфаты Na₂S₂O₃ · 5H₂O, 0, 02н эритме

Крахмал (жаңы даярдалган) 1% эритме

Иштин жүрүшү

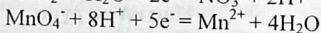
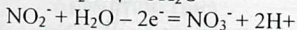
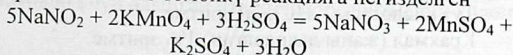
Титрленүүчү колбага 10 мл 2 н күкүрт кислотасынын эритмесин жана 10 мл 10% KI дун эритмесин ошондой эле 10 мл анализденүүчү эритмени ченеп алат. Колбанын оозун саат айнеги менен жаап 5 мүнөткө караңгы жерге коет. Андан кийин эритмени 50 мл дистирленген суу менен суллотат жана аны тиосульфаттын эритмеси менен бозомук сары түскө чейин титрлейт. Ушул эле эритмеге 3 мл крахмалды кошуп бозомук жашыл түскө чейин титрлейт. Анализдин жыйынтыгы боюнча изилденүүчү сынамыктагы жездин санын эсептейт.

$$m(\text{Cu}), \text{ г} = VN \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{ЭCu} \cdot n \cdot 10^{-3}$$

n – титрлөө үчүн алынган анализденүүчү заттын көлөмү

22.4.5. Эритмедеги нитриттердин санын аныктоо

Нитритти аныктоо төмөнкү реакцияга негизделген



$$\text{ЭNaNO}_2 = M(\text{NaNO}_2)/2 = 69,0/2 = 34,50$$

Реагенттер

Калийдин перманганаты KMnO_4 , 0,02 н эритме

Калийдин иодида KI катуу зат

Натрийдин тиосульфаты $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,02н эритме

Крахмал (жаңы даярдалган) 1% эритме

Иштин жүрүшү

Титрленүүчү колбага пипетка менен 25 мл KMnO_4 тү, 10 мл 2 н H_2SO_4 (мензурка), 10 мл анализденүүчү эритмени (NaNO_2) алат. Колбанын оозун тыгын менен жаап 10 мүнөткө калтырат. Реакция толук жүрүшү үчүн колбаны убагы менен аралаштырып туруу керек. Андан кийин эритмеге 2 г KI ду

кошуп аралаштырат. Колбанын оозун саат айнеги менен жаап 5 мүнөт караңгы жерге коет. Эритмеге 100мл дистирленген сууну куюп суюлтат жана тиосульфаттын эритмеси менен бозомук сары түскө, крахмал менен бозомук жашыл түскө чейин титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча нитриттин санын эсептейт.

$$m(\text{NaNO}_2), \text{г} = V\text{N KMnO}_4 - V\text{N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{ЭNaNO}_2 \cdot n \cdot 10^{-3}$$

n – титрлөө үчүн алынган анализденүүчү заттын көлөмү

22.4.6. Аралашмадагы темирди (III) жана жезди (II) аныктоо

Регенттер

Натрийдин тиосульфаты $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,02н эритме

Натрийдин пирофосфаты $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, 5% эритме

Калийдин иодиди KI , 10% эритме

Туз кислотасы HCl , 2н эритме

Крахмал (жаңы даярдалган) 1% эритме

Иштин жүрүшү

Жезди аныктоо.

Титрленүүчү колбага мензурка менен 10 мл 2 н HCl дун эритмесин, 10 мл 10% KI эритмесин алат, ага 10 мл анализденүүчү эритмени кошот. Колбанын оозун саат айнеги менен жаап 5 мүнөт караңгы жерге коет. Бөлүнүп чыккан иодду 50 мл дистирленген суу менен суюлтат жана тиосульфаттын эритмеси менен бозомук сары түскө, крахмал менен эритме ак түскө айлангыча титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча изилденүүчү эритмедеги жездин санын эсептейт.

$$m(\text{Cu}), \text{г} = V \cdot N\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{ЭCu} \cdot n \cdot \text{ЭCu} = 63,55$$

n – титрлөө үчүн алынган изилденүүчү эритменин көлөмү.

22.4.7. Темир менен жездин суммаланган санын аныктоо

Көлөмү 150 мл болгон титрленүүчү колбага 10.0 мл анализденүүчү эритмени, 2 мл HCl, 10 мл KI дун эритмесин алат жана караңгы жерге 5 мүнөт коет. Андан кийин изилденүүчү эритмени тиосульфаттын эритмеси менен бозомук сары, 2 мл крахмалды кошуп эритме ак түскө өткөнчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча эритмедеги темирдин санын эсептейт.

$$m(\text{Fe})_{\text{г}} = (V_2 - V_1) N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{ЭFe} \cdot n \cdot 10^{-3}$$

V_1 – жезди аныктоого кеткен $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ түн көлөмү

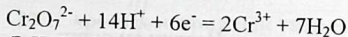
V_2 - темир менен жезди аныктоого кеткен $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ түн көлөмү

$$\text{ЭFe} = 55,85$$

n – титрлөө үчүн алынган изилденүүчү эритменин көлөмү

Хроматометрия

Хроматометрия методу калийдин дихроматын кычкылдандыргыч катары колдонууга негизделген $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ин калыбына келүү процесси жүрөт



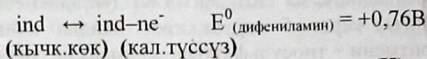
$$\text{Э } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)/6 = 49,03$$

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ин кычкылдандыргыч потенциалы = 1,36В

Дихромат менен кычкылдандыруу кычкыл чөйрөдө жүргүзүлөт.

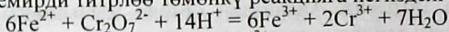
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ни суу эритмесинен кристаллдаштыруунун натыйжасында химиялык таза түрүндө алууга болот. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ин эритмесин жабык идиште көпкө сактаса бузулбайт. Калийдин дихроматы хлорид - ионду кычкылдандырбайт. Ошондуктан калыбына келтиргичтерди туз кислотасынын чөйрөсүндө титрлөөгө болот. Хроматометриялык титрлөөдө

индикатор катары дифениламин колдонулат. Эквивалент чекитинде эритме дифениламиндин катышуусунда көк түскө айланат.

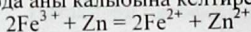


22.4.8. Эритмедеги темирди(II) аныктоо

Темирди титрлөө төмөнкү реакцияга негизделген



Титрлөө учурунда эритмеде Fe^{3+} түн иону көбөйүү менен дифениламин кычкылданат. Натыйжада дифениламин эритмени эквивалент чекитине жете электе көк түскө айлантат. Ошондуктан эритмеге фосфор кислотасын кошот. Ал Fe^{3+} тү турактуу комплекске айлантат $[(\text{Fe}(\text{PO}_4)_2)]^{3-}$. Эритмеде дайыма Fe^{3+} иону кездешет. Алгач, титрлөөдөн мурда аны калыбына келтирет.



Реагенттер

Калийдин дихроматы $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 0.02 н эритме

Күкүрт кислотасы H_2SO_4 , 2 н эритме

Фосфор кислотасы H_3PO_4 , концентрацияланган ($\rho=1,70\text{г/см}^3$)

Индикатор дифениламин 1% эритме, күкүрт кислотасынын концентрацияланган эритмесинде

Иштин жүрүшү

Титрленүүчү колбага 10мл анализденүүчү эритмени, 1-2 тамчы дифениламинди, 3 мл фосфор кислотасын жана 5 мл 2н күкүрт кислотасын алат. Пайда болгон аралашманы дифениламиндин катышуусунда дихроматтын стандарттык эритмеси менен көк түскө айлангыча титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча изилденүүчү эритмедеги темирдин массасын эсептейт.

$$m(\text{Fe}), \text{г} = \text{VN} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot \text{ЭFe} \cdot n \cdot 10^{-3}; \quad \text{ЭFe} = 55,85$$

n – титрлөө үчүн алынган изилденүүчү эритменин көлөмү

23-глава. ЧӨКМӨ ЧӨКТҮРҮП ТИТРЛӨӨ МЕТОДДОРУ

Чөкмө чөктүрүп титрлөө методу – аныкталуучу затты, ионду чөкмөгө айландырууга негизделген. Жумушчу эритменин сарпталган көлөмү боюнча анализденүүчү заттын массасын эсептейт. Бул методдо начар эрүүчү заттарды пайда кылуучу реакцияларды колдонушат. Мындай реакциялар төмөнкү талаптарга жооп берүүсү зарыл:

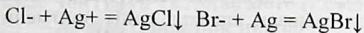
- 1) Өтө начар эриген чөкмөнүн пайда болуусу;
- 2) Индикатордун жардамы менен эквивалент чекитинин жеңил аныкталуусу;
- 3) Адсорбция кубулушунун титрлөөнүн жыйынтыгына тийгизген терс таасиринин аз болуусу.

Колдонулуучу титрантка карата бул метод төмөнкүлөргө бөлүнөт: күмүштүн нитратынын эритмесин колдонгон метод **аргентометрия** деп аталат жана ал нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдө Cl^- жана Br^- иондорун аныктайт.

Тиоцианометрияда тиоционат аммонийдин NH_4SCN же калийдин KSCN эритмесин колдонууга негизделген. Бул методдун жардамы менен кычкыл жана күчтүү щелочтуу чөйрөдө Cl^- , Br^- иондорун аныктайт. **Меркурометрия**да титрант катары сымаптын тузунун эритмеси колдонулат жана Cl^- , I^- иондорун аныктайт.

23.1. Аргентометриялык титрлөө

Аргентометриялык титрлөө начар эрүүчү галогендерди пайда кылууга негизделген.



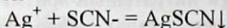
Хлорду аргентометриялык жол менен аныктоо

Мордун методу боюнча жүргүзүлөт. Анализденүүчү заттын эритмесин калий хроматынын (индикатор) катышуусунда күмүштүн нитраты менен титрлейт. K_2CrO_4 күмүштүн нитраты менен Ag_2CrO_4 чөкмөсүн пайда кылат. Эригичтиги $\text{Ag}_2\text{CrO}_4 = 0,65 \cdot 10^{-4}$ моль/л, ал эми $\text{AgCl} = 1,25 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Демек, K_2CrO_4 түн катышуусунда күмүш нитраты

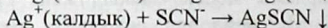
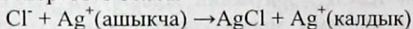
менен титрлегенде Cl^- иондору толук чөккөндөн кийин гана күмүш хроматынын кызыл чөкмөсү пайда болот. Аргентометриялык титрлөө нейтралдуу жана щелочтуу чөйрөдө жүргүзүлөт ($\text{pH} = 7-10$). Кычкыл чөйрөдө күмүштүн хроматы эрип кетет. Күчтүү щелочтуу чөйрөдө күмүштүн нитраты Ag_2O ну пайда кылуу менен ажырап кетет. Анализденүүчү эритмеде калий хроматы менен чөкмө пайда кылуучу иондор болбошу керек (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+}). Аммонийдин катиону бар (NH_4^+) эритмени анализдөө мүмкүн эмес анткени ал аммиак комплексин $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ пайда кылат.

23.2. Тиоцианометриялык титрлөө

Тиоцианометриялык титрлөө - күмүштүн ионун чөктүрүүгө негизделген



Галогендерди тиоцианометриялык жол менен аныктоо Фольгарддын методу менен жүргүзүлөт жана аны төмөнкү схема боюнча көрсөтсө болот.



Башкача айтканда, Cl^- иону бар эритмени күмүштүн нитратынын эритмесинин ашыкча саны менен титрлейт. AgNO_3 түн калдыгын тиоцианаттын эритмеси менен титрлеп, анализдин жыйынтыгын эсептейт. Индикатор катары $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ колдонулат. Титрлөө учурунда SCN^- - AgSCN чөкмөсүн пайда кылат жана Fe^{3+} менен реакцияга кирбейт. Бирок эквивалент чекитинен кийин NH_4SCN (же KSCN) дын азыраак ашыкча саны эритмени канга окшош кызыл түскө айлантат $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_2]^+$. Демек, эквивалент чекити аныкталат. Тиоцианометриялык титрлөө аргентометриялыкка караганда көп колдонулат. Кислоталардын катышуусу Фольгарддын методунун титрлөөсүнө тоскоолдук кылбайт, тескерисинче так жыйынтык алууга мүмкүнчүлүк түзөт. Анткени темирдин (3) тузунун гидролизин болтурбайт. Бул метод Cl^- ионду щелочтуу жана кычкыл чөйрөдө аныктай алат. Ошондой эле

эритмедеги Ba^{2+} , Pb^{2+} , Bi^{3+} иондор хлорду аныктоого тоскоолдук кылбайт. Эгерде анализденүүчү эритмеде сымаптын тузу же кычкылдандыргыч болгон болсо, анда бул методду колдонуу мүмкүн эмес. Анткени кычкылдандыргыч SCN^- ионду ажыратат, ал эми сымаптын катиону аны чөктүрөт.

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр.

1. Мордун методунун мазмуну. Колдонуу шарттары кандай?

2. Калий хроматын индикатор катарында колдонуу эмнеге негизделген?

3. Фольгарддын методунун мазмуну жана анын өзгөчөлүктөрү. Кандай индикатор колдонулат.

4. Сильвиниттин 0,9320 г үлгүсүн сууга эритип аны 25 мл колбага куюп көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизди. Даярдалган эритмеден 25 мл алып күмүш нитратынын 0,0514 н эритмеси менен титрлегенде 21,3 мл сарпталды. Сильвиниттеги натрий хлоридинин массалык үлүшүн % эсептегиле?

Жообу: 87,6%

5. Жаратылыш хлоридинен 0,740 г үлгүсүн 250 мл колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизди. Эритмеден 250 мл алып андан Cl^- ионду чөктүрүш үчүн ага 40мл 0,9540 н $AgNO_3$ тү кошту. $AgNO_3$ түн калдыгын титрлөө үчүн 1,05 н NH_4SCN дин эритмесинен 19,95мл сарпталды. Жаратылыш хлоридиндеги хлордун массалык үлүшүн % эсептегиле.

Жообу: 42,7%

23.3. Чөктүрүп титрлөө методу боюнча лабораториялык иштер

Натрий хлоридинин стандарттык эритмесин даярдоо

0,1 литр 0,02 н $NaCl$ дун эритмесин даярдоо үчүн керектелинүүчү үлгүнү төмөнкү формула боюнча эсептелет.

$$m_{NaCl} = N \cdot V_1 \text{ л} = 0,02 \cdot 58,45 \cdot 0,1 = 0,1169\text{г}$$

Эсептелинген үлгүнү таразага таргат жана аны 100 мл колбага эритип көлөмүн белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Даярдалган эритменин титрин жана

нормалдуулугун эсептейт. Эгерде NaCl дун таразаланган бөлүгү 0,1226 г болсо,

$$T_{\text{NaCl}} = 0,1226 / 1000 = 0,001226 \text{ г/мл}$$

$$N_{\text{NaCl}} = T \cdot 1000 / \Xi = 0,001226 \cdot 1000 / 58,45 = 0,02097$$

100 мл 0,02 н күмүш нитратынын эритмесин даярдоо

$\Xi_{\text{AgNO}_3} = 169,9 \text{ г/моль}$; 100 мл 0,02н AgNO_3 тү даярдоо үчүн керектелинуүчү үлгү же

$$m_{\text{AgNO}_3} = 169,9 \cdot 0,02 \cdot 0,1 \text{ л} = 0,3398 \text{ г}$$

Эритмени үлгү боюнча даярдоо мүмкүн эмес, анткени анын курамында аралашма заттар бар. Ошондуктан эритмени даярдоо үчүн болжол менен 0,34 – 0,35 г күмүш нитратын таразага тартат жана 100 мл колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритмени карангыланган айнек идишке сактайт. Жарык нурунун таасири астында эритмеден эркин түрүндө күмүш бөлүнүп чыгат.

Күмүш нитратынын эритмесинин нормалдуу концентрациясын, титрин натрийдин хлориди боюнча аныктоо

Титрленүүчү колбага 10мл натрийдин хлоридинин эритмесин алып, ага 3 тамчы калий хроматынын каныккан эритмесинен кошуп, күмүш нитратынын эритмесин бюреткадан тамчылатуу менен пайда болгон чөкмө кызыл түскө өткөнчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча күмүш нитратынын нормалдуулугун, титрин эсептейт.

Эгерде, 10 мл 0,02097 н натрийдин хлоридин титрлөөгө 10,26 мл күмүш нитраты сарпталды дейли. Анда

$$N_{\text{AgNO}_3} \cdot V_{\text{AgNO}_3} = N_{\text{NaCl}} \cdot V_{\text{NaCl}} \quad N_{\text{AgNO}_3} = 0,02097 \cdot 10 / 10,26 = 0,02043$$

$$T_{\text{AgNO}_3/\text{Cl}^-} = 35,46 \cdot 0,02043 / 1000 = 0,0007244 \text{ г/мл}$$

23.3.1. Техникалык натрийдин хлоридиндеги Cl⁻ ионду Мордун методу боюнча аныктоо

Cl⁻ ионду аныктоо үчүн 250 мл 0,1 н эритмесине даярдоо талап кылынды дейли. Ал үчүн керектелинуүчү үлгүнү эсептейбиз

$$m_{\text{NaCl}} = 0,1 \cdot 58,45 \cdot 0,25 = 1,4612 \text{ г}$$

NaCl дун таразаланган бөлүгү 1,4790 г болду. Аны 250 мл колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизебиз. Даярдалган эритмеден 25мл алып ага 1мл 5% калий хроматынын эритмесин кошуп бюреткадан күмүш нитратын тамчылатып, пайда болгон чөкмөнүн түсү кызыл түскө өткөнчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча 0,1026 н күмүш нитратынын эритмесинен 24,20мл сарпталды. Үлгүдөгү хлорду процент боюнча табабыз.

$$N_{\text{NaCl}} = 0,1026 \cdot 24,20/25,00 = 0,09931$$

$$T = 35,5 \cdot 0,09931/1000 = 0,003525 \text{ г/мл}$$

$$m = 0,003525 \cdot 250 = 0,8810 \text{ г Cl}$$

$$1,4790 \text{ г NaCl} \quad \underline{\quad\quad} \quad 0,8810 \text{ г Cl}$$

$$100 \text{ г NaCl} \quad \underline{\quad\quad} \quad X \text{ г Cl}$$

$$X = 100 \cdot 0,8810 / 1,4790 = 59,57\%$$

Хлордун теориялык санын эсептейбиз.

$$58,44 \text{ г NaCl} \quad \underline{\quad\quad} \quad 100\%$$

$$35,45 \text{ г Cl} \quad \underline{\quad\quad} \quad X \%$$

$$X = 35,45 \cdot 100 / 58,44 = 60,74\%$$

$$60,74 - 58,44 = 1,17\%$$

Демек, техникалык натрийдин хлоридинде 59,57% хлор жана 1,17% аралашма заттар бар.

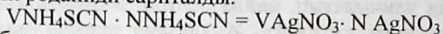
23.3.2. Натрийдин бромидиндеги Br⁻ ионду Фольгарддын методу боюнча аныктоо

250 мл 0,1 н NaBr даярдоо үчүн керектелинуүчү үлгүнү эсептейбиз.

$$m_{\text{NaBr}} = 0,1 \cdot 102,9 \cdot 0,25 = 2,571 \text{ г} \quad E_{\text{NaBr}} = 102,9$$

Эсептелинген үлгүнү таразага тартат жана аны 250 мл

колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткирет. Эки бюретканы даярдайт. Бирөнү күмүштүн нитраты, экинчисин аммонийдин роданиди менен толтурат. Пипетка менен 25мл натрийдин бромидин алып ага 40мл күмүштүн нитратын (ашыкча) куят. Пайда болгон чөкмөнү чыпкалабастан ага 5мл $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ нун каныккан эритмесин кошуп күмүш нитратынын калдыгын аммонийдин роданиди менен канга окшош кызыл түскө чейин титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча Br^- иондун массалык үлүшүн эсептейт. Мисалы, изилденүүчү эритмеге 40 мл 0,1014 н күмүш нитраты кошулду дейли. Күмүштүн нитратынын калдыгын титрлөөгө 16,5 мл 0,09785 н аммонийдин роданиди сарпталды.



бул теңдемеден 16,5 мл 0,09785н аммонийдин роданидине 0,1014 н AgNO_3 төн канча мл сарпталды?

$$V\text{AgNO}_3 \cdot 0,1014 = 16,5 \cdot 0,09785 = 15,92 \text{ мл}$$

Айрыма боюнча Br^- чөктүрүү үчүн канча мл 0,1014 Н күмүш нитраты кетти?

$$40 - 15,92 = 24,08 \text{ мл}$$

$$N\text{NaBr} = \frac{0,1014 \cdot 24,08}{25} = 0,09766; T =$$

$$\frac{79,92 \cdot 0,09766}{1000} = 0,007803 \text{ г/мл}$$

$$m = 0,007803 \cdot 250 = 1,950 \text{ г}$$

$$2,571 \text{ г NaBr} \text{ ----- } 1,950 \text{ г Br}$$

$$100 \text{ г NaBr} \text{ ----- } X \text{ г Br}$$

$$X = \frac{1,950 \cdot 100}{2,571} = 75,84 \%$$

Бромдун теориялык саанын эсептейбиз

$$102,92 \text{ г NaBr} \text{ ----- } 100 \%$$

$$79,92 \text{ г} \text{ ----- } X \%$$

$$X = \frac{79,92 \cdot 100}{102,92} = 77,67\%$$

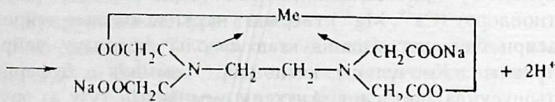
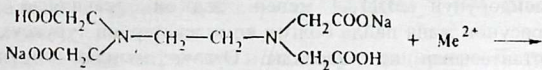
$$77,67 - 75,84 = 1,83 \%$$

Демек NaBr де 75,84 % Br жана 1,83% аралашма заттар бар.

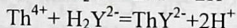
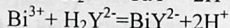
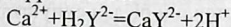
24-глава. КОМПЛЕКСТИК БИРИКМЕНИ ПАЙДА КЫЛЫП ТИТРЛӨӨ МЕТОДДОРУ

Аминополикарбон кислоталары жана алардын туундулары металлдар менен турактуу комплекстерди пайда кылат жана алар комплексондор деп аталат.

Комплекстик кошулманы пайда кылууга негизделген метод комплексонометриялык титрлөө деп аталат. Белгилүү комплексондорго төмөнкүлөр кирет: нитрилотриуксус кислотасы же комплексон I, этилендиаминтетрауксус кислотасы же комплексон II. Эригичтиги начар болгондуктан кислотадан жумушчу эритме даярдоого мүмкүн эмес. Этилендиаминтетрауксус кислотасынын натрий тузу – ЭДТА (трилон Б) иш жүзүндө кеңири колдонулат. ЭДТА нын металлдын катиону менен өз ара аракеттениши төмөнкү схема боюнча жүрөт.



Кычкылдануу даражасы ар кандай ар башка катиондордун ЭДТА менен болгон реакциясын төмөнкү тендеме боюнча көрсөтүүгө болот.



Катиондордун заряды канчага барабар болбосун пайда болгон комплекстин катышы 1:1 барабар. Ошондуктан комплексонометрияда ЭДТА нын жана аныкталуучу металлдын ионунун эквиваленти алардын молекулалык массаларына барабар. Мисалы, ЭДТА менен титрлөө

учурунда $Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Zr^{4+}, Fe^{2+}$ эквиваленттик массаларын эсептегиле.

Чыгарылышы

Жогоруда айтылгандай иондорунун зарядына карабастан металлдардын ЭДТА менен аракеттениши 1:1 катышта жүрөт. Ошондуктан, иондун эквиваленти анын молекулалык массасынын жарымына барабар.

$$\begin{aligned} \text{Э}Al^{3+} &= 26,98 / 2 = 13,49 \quad \text{Э}Ca^{2+} = 40,08/2=20,04 \quad \text{Э}Mg^{2+} = \\ &= 24,32/2=12,16 \end{aligned}$$

$$\text{Э}Zr^{4+} = 91,22/2=45,61 \quad \text{Э}Fe^{2+} = 55,85/2= 27,93$$

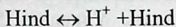
Комплексон (ЭДТА) химиялык анализде кеңири колдонулууда. Анткени, ал бардык d- элементтердин жана щелочтуу жер металлдардын катиондору менен да ички комплекстик кошулмаларды пайда кылат. Металлдардын катиондорунун ЭДТА менен жүргөн реакциясы рН чөйрөсүнөн жана пайда болгон комплекстердин туруксуздук константасынан көз каранды. Өзгөчө мындай көрүнүш тукуктулугу аз болгон комплекстерди пайда кылган катиондорду (Ca^{2+}, Mg^{2+}) титрлөө учурунда кычкыл чөйрөнүн таасири байкалат. Ошондуктан аларды щелочтуу чөйрөдө титрлейт. Көпчүлүк катиондор аммиак буферинин катышусунда тиртленет. Анткени аммиактын тузу аз эрүүчү гидроксиддердин чөкмөсүн пайда кылууга жолтоо болот. ЭДТА нын d- элементтер менен пайда болгон комплекстери өтө туруктуу келет. ЭДТА нын айрым катиондор менен пайда кылган комплекстердин рК ын сунуштайбыз.

$$\begin{aligned} Fe^{3+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Sr^{2+} \\ \text{рК } 25,1 \quad 18,8 \quad 18,6 \quad 16,5 \quad 16,4 \quad 16,1 \quad 10,7 \quad 8,7 \quad 8,6 \end{aligned}$$

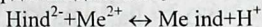
Мисалы, темирди Fe^{3+} ($K_T=10^{-25}$) кычкыл чөйрөдө титрлеп аныктаса болот.

Титрлөөнүн эквивалент чекитин металл – индикатордун жардамы менен аныктайт. Алар металлдардын иондору менен

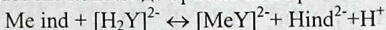
түстүү комплекстерди пайда кылат. Бул бирикмелер ЭДТА менен пайда болгон комплекстерге караганда туруксуз келет. Анализденүүчү эритмени ЭДТА менен титрлегенде индикатор пайда кылган комплекстер бузулат жана индикатор түсүн өзгөртүү менен эркин түрүндө бөлүнүп чыгат. Көбүнчө хромоген жана мурексид индикаторлору колдонулат.



pH=7-11 индикатор көк түстө. Төмөнкү металлдардын иондору (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}) кызыл түстөгү комплекстерди пайда кылат.



ЭДТА ны кошкондо эритме көк түскө айланат



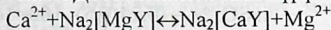
Индикаторду кургак түрүндө натрий хлориди менен аралашма түрүндө колдонушат. Катышы 1:100 (массасы боюнча).

Комплекстик титрлөөнүн методдору төмөнкүлөргө бөлүнөт:

а) түз б) кыйыр (калдыкты титрлөө)

в) орун алмаштырып титрлөө

Мисалы, Mg^{2+} туруксуз комплексти пайда кылат, ошондуктан Ca^{2+} аны ЭДТА комплексинен сүрүп чыгарат



Түз титрлөө

ЭДТА нын жумушчу эритмесин концентрациясы 1 литрде 24г болгон $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($M=482,91$), эритмеси менен аныкталган. Ушул эритменин 10 млне 10,3 мл ЭДТА сарпталган. ЭДТА нын нормалдуу концентрациясын эсептегиле.

Чыгарылышы

$$T(\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 24/1000 \text{ мг/мл}$$

$$N(\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = T \cdot 1000 / \text{Э}$$

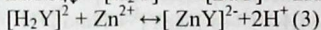
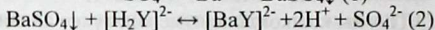
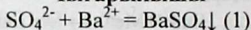
$$N(\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 24 \cdot 1000 / 1000 \cdot 241,46 = 0,09939$$

$$V_1 N_1 = V_2 N_2 \text{ боюнча } N(\text{ЭДТА}) = 0,09650$$

Калдыкты титрлөө

Сульфат ионду аныктоо үчүн 1,50г үлгүнү 200мл сууга эритет. Пайда болгон эритмеден 20мл алып $BaCl_2$ таасир этүү менен $BaSO_4$ чөкмөсү алынды. Андан кийин чөкмөнү 50мл 0,01 н ЭДТА нын эритмеси менен иштетилди. Аммиак эритмесиндеги ЭДТА нын ашыкча санына 25мл 0,01 н $ZnSO_4$ түн эритмеси сарпталды. Үлгүдөгү SO_4^{2-} иондун массалык үлүшүн процент боюнча эсептегиле.

Чыгарылышы



Берилди: $N(ЭДТА) = 0,01M = 0,02$ н $V(ЭДТА) = 50$ мл

$N(ZnSO_4) = 0,01M = 0,02$ н $V(ZnSO_4) = 25$ мл

$$n = 200/20 = 10$$

Чыгарылышы

$$m(SO_4^{2-})_2 = VN(ЭДТА) - VN(ZnSO_4) \cdot \Theta(SO_4^{2-}) \cdot n$$

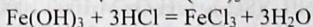
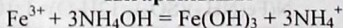
$$m(SO_4^{2-})_2 = (50 \cdot 0,02 - 25 \cdot 0,02) \cdot 48 \cdot 10 = 0,24г$$

$$mSO_4 \% = (0,24/1,5) \cdot 100 = 16\%$$

Орун алмаштырып титрлөө

Иштетилген суудагы темирди аныктоо үчүн андан 200 мл алып Fe^{3+} чейин кычкылдандырды, NH_4OH менен чөктүрдү жана чөкмөнү эритмеден бөлүп алып HCl эритти. Эритмедеги Fe^{3+} титрлегенге 0,0050м ЭДТА нын эритмесинен 5,14мл сарпталды. Суудагы темирдин жалпы концентрациясы (мл/г) эсептегиле.

Чыгарылышы



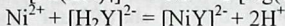
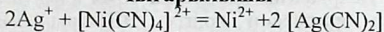
$$M(\text{ЭДТА})=0,0050\text{м} \quad V(\text{ЭДТА})=5,14\text{мл} \quad n=1000/200=5$$

$$m(\text{Fe})=(C_m \cdot V)(\text{ЭДТА}) \cdot n = 0,0050 \cdot 5,14 \cdot 5 = 0,1285\text{мг/л}$$

25мл сынамыктагы күмүштүн ионун цианиддик комплекске айландырды жана ал эритмеге $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ ашыкча санын кошту. Бөлүнүп чыккан никелдин ионун титрлөөгө 0,0240 М ЭДТА нын эритмесинен 43,70мл сарпталды. Сынамыктагы күмүштүн концентрациясын (г/л) эсептегиле.

$$(M_{\text{Ag}}=108)$$

Чыгарылышы



$$m(\text{Ag})_1^2 = VM(\text{ЭДТА}) M_{\text{Ag}} \cdot n \quad n=1000/25=40$$

$$m(\text{Ag})_1^2 = 43,7 \cdot 0,0240 \cdot 108 \cdot 40 = 4,5308\text{г}$$

ЭДТАнын жумушчу эритмесин үлгү боюнча даярдоого болот $\text{Na}_2\text{H}_2\text{V} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($M=342,16$). Эритменин титрин аныктоочу зат катарында төмөнкүлөр колдонулат: CaCO_3 , Zn , Mg , Ni , Pb , Cu - туздары.

Текшерүү суроолору жана көнүгүүлөр

1. ЭДТАнын структуралык формуласын жана металлдардын эки, үч заряддуу катиондору менен болгон комплекстерин жазгыла.

2. Комплексонометрияда колдонулчу жумушчу эритмелерди жана алардын концентрациясын аныктоочу заттарды атагыла.

3. Комплексонометриялык түз, кыйыр жана орун алмаштырып титрлөөнүн мазмуну эмнеде?

4. Металлиндикатор жөнүндө түшүнүк бергиле. Эриохромдун эритмедеги тендештик реакциясын жазгыла.

5. Эритмедеги SO_4 ионун ЭДТА менен кантип аныктайт?

6. Кальцийдин ионун ЭДТА менен титрлөө үчүн кандай шарттар талап кылынат?

7. Кальций боюнча ЭДТАнын эритмесинин титри $T=0,000560$ г/мл. Эритменин молярдуу жана нормалдуу концентрациясын эсептегиле. Жообу: 0,001; 0,002

8. Стронций боюнча титри 0,00080г/мл барабар болгон 200мл эритмени даярдоо үчүн ЭДТАдан кандай үлгү алуу керек? Жообу: 0,6791

9. Суунун жалпы шорлуулугун аныктоо үчүн 40мл сууну титрлөөгө 0,03 н ЭДТАнын эритмесинен 5,10мл сарпталды. Суунун шорлуулугун (мг/л) кальцийдин карбонаты боюнча тапкыла. Жообу: 191,4

10. $NiCl_2$ нин изилденүүчү эритмесин 250мл чейин суюлтту. Даярдалган эритмеден 25мл алып ага 15мл 0,03 н ЭДТАнын эритмесин кошту. ЭДТАнын ашыкча санын титрлөөгө 5,60мл 0,03 н магнийдин сульфаты сарпталды. Никелдин эритмедеги массасын (мг) эсептегиле.

Жообу: 82,77

11. Магний хлоридинин 0,310г 250мл колбага эритип көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизилди. Даярдалган эритмеден 25мл титрлөөгө 0,05 н ЭДТАнын эритмесинен 10,35мл сарпталды. Изилденүүчү эритмедеги $MgCl_2$ нин массалык үлүшүн % эсептегиле.

Жообу: 79,49%

24.1. Комплексометриялык титрлөөнү анализ үчүн колдонуу ЭДТАнын жумушчу эритмесин даярдоо

Реагенттер

Цинктин сульфаты $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$

ЭДТА, 0,02 М эритме

Аммиак буфери, $pH=10$ (67г NH_4Cl жана 570мл 25% NH_4OH 1л эритмеде)

Индикатор эриохром черный Т (1/1000) натрийдин хлоридинде

Иштин жүрүшү 250мл 0,02 н цинктин сульфатынын эритмесин даярдоо

Анализге керектелинүүчү үлгүнү эсептейбиз.

$m(ZnSO_4)_{Cm} \cdot M \cdot V_{\text{пл}} = 0,02 \cdot 287,56 \cdot 0,25 = 1,44$ г

Эсептелинген үлгүнү таразага тартат, 250мл колбага

эритет жана көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет. Эритменин молярдуу концентрациясын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$M(\text{ZnSO}_4) = m(\text{ZnSO}_4) / V \cdot M$$

250мл 0,02 М ЭДТАнын эритмесин даярдоо
ЭДТАнын үлгүсүн эсептейбиз

$$m(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = C_m \cdot M \cdot V_{\text{пл}} = 0,02 \cdot 372,2 \cdot 0,25 = 1,86\text{г}$$

Үлгүнү таразага тартат, 250мл колбага эритет жана көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет. ЭДТАнын эритмесинин молярдуулугун эсептейт.

$$M(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}) / V \cdot M$$

ЭДТАнын эритмесинин молярдуу концентрациясын цинктин тузунун стандарттык эритмеси боюнча аныктоо

Титрленүүчү колбага 10мл ZnSO_4 эритмесин, 10мл аммиак буферин, 50мл дистирленген сууну жана 10мл эриохромду алат. Пайда болгон аралашманы ЭДТАнын эритмеси менен кызыл көк түстөн таза көк түскө өткүчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча ЭДТАнын молярдуу концентрациясын эсептейт.

$$V_1 M_1 = V_2 M_2 \quad M_2 = V_1 M_1 / V_2$$

$$V_1 M_1 - \text{ZnSO}_4 \quad V_2 M_2 - \text{ЭДТА}$$

24.1.1. Суунун жалпы шорлуулугун аныктоо

Реагенттер

ЭДТА, 0,02 М эритме
Аммиак буфери, рН=10
NaOH, 2 М эритме
Эриохром индикатору

Иштин жүрүшү

Титрленүүчү колбага 100мл изилденүүчү сууну, 5мл аммиак буферин жана 20-30мг эриохромду алат.

Аралашманы ЭДТАнын эритмеси менен кызылдан көк түскө өткүчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча суунун жалпы шордуулугун эсептейт.

$$C_{ш} = V_2 N_2 \cdot 1000 / V_1 \text{ мг-экв/л}$$

$V_2 N_2$ – ЭДТА V_1 – суунун титрлөөгө алынган көлөмү

Эгерде сууда жездин, цинктин, марганецтин иондору болсо, алар анализге тоскоол кылат. Алардын анализге тийгизген таасирин жою үчүн анализденүүчү сууга 1-2мл 0,2 м натрийдин сульфидин жана 5 тамчы 1% гидроксиламиндин эритмесин кошуу менен анализди улантат.

24.1.2. Аралашмадагы магнийдин жана кальцийдин суммаланган санын аныктоо

Титрленүүчү колбага 10мл изилденүүчү эритмени, 5мл аммиак буферин, 15мл дистирленген сууну жана 20-30мг эриохромду алат. Аралашманы ЭДТАнын эритмеси менен кызылдан көк түскө өткүчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгын алат.

Кальцийди аныктоо

Титрленүүчү колбага 10мл изилденүүчү эритмени, 2,5мл 2н NaOH алат. Эритмени суу менен 25мл чейин суюлтат жана ага 20-30мг мурексидди кошот. Аралашманы ЭДТАнын эритмеси менен кызылдан көк түскө өткүчө титрлейт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча кальцийдин жана магнийдин массасын эсептейт.

$$m(\text{Ca}) = N V_2 (\text{ЭДТА} \cdot \text{Э}(\text{Ca}^{2+}) \cdot n$$

$$m(\text{Mg}) = [N(V_1 - V_2)] (\text{ЭДТА}) \cdot \text{Э}(\text{Mg}^{2+}) \cdot n$$

V_1 – кальцийдин жана магнийдин сумасын титрлөөгө кеткен ЭДТАнын көлөмү

N – ЭДТАнын нормалдуу концентрациясы

V_2 – кальцийди титрлөөгө кеткен ЭДТАнын көлөмү

$(V_1 - V_2)$ - магнийди титрлөөгө кеткен ЭДТАнын көлөмү

$$\text{Э}_{\text{Ca}^{2+}} = 40,08$$

$$\text{Э}_{\text{Mg}^{2+}} = 24,3$$

n - титрлөө үчүн алынган анализденүүчү заттын көлөмү

24.1.3. Никелди аныктоо

Реагенттер

ЭДТА, 0,02 М эритме

Аммиак, NH_3 , 25% эритме

Мурексид индикатору

Иштин жүрүшү

15мг никели бар анализденүүчү эритмени 100мл колбага куюп көлөмүн суу менен белгисине жеткизет. Титрленүүчү колбага 10мл изилденүүчү эритмени, 5мл 25% аммиактын эритмесин жана мурексид индикаторун кошот. Эритме сары түскө айланат. Титрленүүчү эритмени 100-120мл чейин суу менен суюлтат. ЭДТАнын эритмеси менен сарыдан кызгылт сарыга чейин титрлейт. Эквивалент чекитинде эритме көк сыя түскө өтөт. Анализдин орточо жыйынтыгы боюнча никелдин массасын эсептейт.

$$m(\text{Ni}^{2+}) = NV(\text{ЭДТА}) \cdot \text{Э}(\text{Ni}^{2+}) \cdot n \quad \text{Э}_{\text{Ni}^{2+}} = 58,69$$

n - титрлөө үчүн алынган изилденүүчү эритменин көлөмү

25-глава. АНАЛИЗДИН ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫК МЕТОДДОРУ. (ИНСТРУМЕНТАЛДЫК АНАЛИЗ)

Инструменталдык анализ – заттардын физикалык, физико – химиялык касиеттери аппаратуралардын жардамы менен изилденет.

Анализдин физико-химиялык методдору тандалмалуулугу, сезгичтиги, тактыгы, жана аналитикалык аныктоолордун тез аткарылышы менен айырмаланат.

Заттардын касиеттерине карата физико – химиялык методдор төмөнкүлөргө бөлүнөт:

I. Анализдин оптикалык методдору

1. Фотометрия - (колориметрия, спектрофотометрия) түстүү эритмелердин сибирип алган нурдун санын өлчөөгө негизделген; **турбидиметрия** – суспензиянын бөлүкчөлөрүнүн жутуп алган нурдун санын өлчөйт, **нефелометрия**-суспензиянын бөлүкчөлөрүнүн чачыраткан нурдун санын өлчөйт.

2. Рефрактометрия - изилденүүчү заттын салыштырмалуу сынуу көрсөткүчүн өлчөөгө негизделген.

3. Поляриметрия - поляризацияланган нурдун тегиздигинин айланышын изилдөөгө негизделген.

4. Спектралдык-изилденүүчү заттын спектрин изилдөөгө негизделген.

5. Люминесценттик – жарык энергиясынын таасири астында заттын чыгарган нурунун интенсивдүүлүгүн өлчөөгө негизделген.

II. Анализдин электрохимиялык методдору.

1. Электроанализ - электр тогунун таасири астында заттын электродко бөлүнүп чыгышын өлчөөгө негизделген.

2. Потенциометрия - изилденүүчү заттын эритмесине салынган эки электроддун ортосунда пайда болгон потенциалдардын айырмасын өлчөөгө негизделген.

3. Кондуктометрия - эритменин электр өткөрүмдүүлүгүн

өлчөөгө негизделген.

4. Кулонометрия - эритме аркылуу өткөн токтун санын өлчөөгө негизделген.

5. Вольтамперометрия - сырттан берилген потенциалга карата ячейкадагы токту көз карандылыгын өлчөөгө негизделген.

III. Анализдин башка методдору

Заттардын көпчүлүк касиеттери аларды аралашмадан бөлүп алууда ийгиликтүү колдонулууда. Ал методдорго төмөнкүлөр кирет: экстракция, ион алмашуу, хроматография, диализ жана электрофорез.

1. Экстракция - изилденүүчү заттын бири-бирине аралашпаган эки суюктуктагы ар кандай эригичтигине негизделген.

2. Ион алмашуу - катиониттер же аниониттер менен аныкталуучу ионду сиңирип алуусуна негизделген.

3. Хроматография - бөлүнүүчү компоненттердин адсорбентке ар кандай адсорбцияланышына негизделген.

Анализдин оптикалык методдору.

Изилденүүчү заттын оптикалык диапазонундагы электромагниттик толкундар менен натыйжалуу аракеттенишүүсүнө негизделген. Оптикалык диапазондогу электромагниттик толкундардын толкун узундугу $\lambda = 100 - 100\ 000$ нм-ге барабар. Оптикалык диапазон үчкө бөлүнөт: ультрафиолет нурлары УФ (100-380 нм), көзгө көрүнгөн нурлар (380-760 нм), инфра кызыл нурлары ИК (760-100 000 нм).

25.1. Рефрактометрия.

Рефрактометрия заттардын салыштырмалуу сынуу көрсөткүчүн өлчөөгө негизделген. Жарык нурунун абадагы ылдамдыгынын чөйрөдөгү ылдамдыгына болгон катышы салыштырмалуу сынуу көрсөткүчү деп аталат.

$$n = C_b / C_c$$

n - салыштырмалуу сынуу көрсөткүчү

C_b - жарык нурунун абадагы ылдамдыгы

C_c - жарык нурунун чөйрөдөгү ылдамдыгы

Жарык нуру электромагниттик толкун катары чөйрө аркылуу өткөндө заттын атомдору жана молекулалары менен аракеттенишип өзүнүн ылдамдыгын өзгөртөт. Жарык нуру боштукта эң жогорку ылдамдыкка ээ ($C_0 = 3 \cdot 10^8$ м/сек.). Абадагы жарык нурунун ылдамдыгы начар, анткени анын тыгыздыгы боштукка салыштырмалуу бир нече эсе чоң. Абанын абсолюттук сынуу көрсөткүчү төмөнкү формула менен туюнтулат:

$$N_b = C_0 / C_b = 1,00027$$

N_b - Абанын абсолюттук сынуу көрсөткүчү

C_0 - жарык нурунун боштуктагы ылдамдыгы

C_b - жарык нурунун абадагы ылдамдыгы

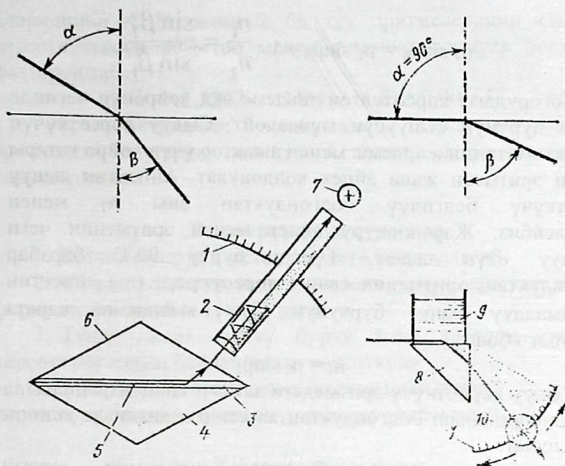
Абсолюттук N жана салыштырмалуу n төмөнкү көз карандылык боюнча байланышат:

$$N = 1,00027n \text{ же } N = n$$

жана ал сынуу көрсөткүчү деп аталат.

Сынуу көрсөткүчү жарык нурунун толкун узундугуна жараша өзгөрөт, анткени ал чөйрөдөгү заттын түзүлүшүнө байланыштуу. Сынуу көрсөткүчү төмөнкү факторлордон көз каранды: заттын жаратылышынан, тыгыздыгынан, концентрациясынан ошондой эле эриткичтин табиятынан жана температурадан.

Жарык нуру абадан башка чөйрөгө өткөндө анын ылдамдыгы жана багыты өзгөрөт (40-сүрөт, а, б, в, г). Бул учурда сынуу көрсөткүчү түшүү бурчу α жана сынуу бурчу β менен байланышат.



40-сүрөт (а,б,в,г)

Рефрактометриялык өлчөөлөрдүн принциптери.

Сынуу көрсөткүчүнүн түшүү бурчу α - жана сынуу бурчу β менен болгон байланышы төмөнкү теңдеме боюнча туюнтулат.

$$n = C_b / C_c = \sin \alpha / \sin \beta \quad (1)$$

Ар бир чөйрөнүн сынуу көрсөткүчү турактуу мааниге ээ. Ошондуктан эле α - жана β - синус бурчтарынын катышы да турактуу. Эки чөйрөнүн чегинде жарык нурунун түшүү бурчу $\sin 90^\circ = 1$ болгондуктан теңдеме төмөнкү түргө келет:

$$n_c = 1 / \sin \beta; n_c \sin \beta = 1$$

Эгерде чөйрө катары абадан башка кандайдыр бир затты колдонгондо, анда ал теңдеме өзүнүн сынуу көрсөткүчү жана чектүү бурчу боюнча жазылат:

$$n_1 \sin \beta_1 = n_2 \sin \beta_2 = 1 \quad \frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \beta_2}{\sin \beta_1}$$

Жогорудагы көрсөтүлгөн теңдеме эки чөйрөнүн чегинде жарык нурунун сынуусун мүнөздөйт. Сынуу көрсөткүчүн рефрактометрдин жардамы менен аныктоо үчүн чөйрө катары заттын эритмеси жана айнек колдонулат. Айнектин сынуу көрсөткүчү белгилүү болгондуктан аны n_2 менен белгилейбиз. Жарык нуру айнек менен эритменин чеги аркылуу өтүп сынат. Түшүү бурчу 90° С барабар болгондуктан, эритменин сынуу көрсөткүчүн (n_1) айнектин максималдуу сынуу бурчунун (β_2) маанисине карата аныктоого болот.

$$n_1 = n_2 \sin \beta_2$$

Сынуу көрсөткүчү эритмедеги заттын концентрациясына түз пропорциялаш болгондуктан ал сандык анализде кеңири колдонулат.

Сынуу көрсөткүчү боюнча эритмедеги заттын концентрациясын эсептөөнүн жолдору төмөнкүлөр:

1. өлчөөчү график боюнча – өлчөөчү график концентрациясы белгилүү эритменин сынуу көрсөткүчтөрү боюнча тургузулат. Концентрациясы белгисиз эритменин сынуу көрсөткүчүн аныктайт жана график боюнча анын концентрациясын табат.

2. Рефрактометриялык фактор боюнча – эгерде рефрактометриялык фактор белгилүү болсо, анда эритменин концентрациясын төмөнкү формула боюнча эсептеп алууга болот:

$$C = (n_p - n_o) / F$$

n_p – эритменин сынуу көрсөткүчү

n_o – эриткичтин сынуу көрсөткүчү

F – рефрактометриялык фактор

F – факторду сынуу көрсөткүчтөрүнүн таблицасы боюнча жана эксперимент жүргүзүү менен аныктайт. Мисалы, натрий

хлоридинин 4 % жана 2 % түү эритмелеринин сынуу көрсөткүчтөрүн аныктоо менен төмөнкү формула боюнча факторун табат:

$$F = (1,3397 - 1,3364) / (4-2) = 0,00165$$

Рефрактометриялык анализдин жардамы менен эритмедеги заттарды аныктоого болот: дары заттарды, спирттерди ж.б.

Текшерүү үчүн суроолор

1. Рефрактометрия методу эмнеге негизделген?
2. Салыштырмалуу сынуу көрсөткүчүнүн мазмуну жана формуласы кандайча туюнтулат?
3. Түшүү жана сынуу бурчу жана алардын сынуу көрсөткүчү менен байланышын көрсөткүлө.
4. Эритмедеги заттын концентрациясын сынуу көрсөткүчү боюнча эсептөөнүн жолдору кайсылар?

Лабораториялык иш

25.1.1. Натрий хлоридинин эритмесинин концентрациясын сынуу көрсөткүчү боюнча аныктоо.

Иштин жүрүшү:

Натрий хлоридинен 2, 4, 6, 8, 10 % түү эритмелерин даярдайт (50мл). Даярдалган эритмелердин жана эриткичтин (суунун) сынуу көрсөткүчүн аныктайт. Сынуу көрсөткүчтөрүнүн сан маанилери боюнча өлчөөчү график тургузулат. Изилденүүчү эритменин сынуу көрсөткүчүн аныктайт жана график боюнча анын концентрациясын табат.

26-глава. АНАЛИЗДИН ФОТОМЕТРИЯЛЫК МЕТОДДОРУ

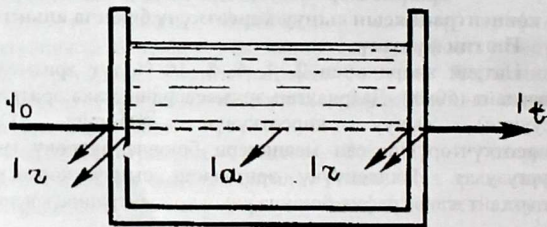
Анализдин фотометриялык методу – колориметриялык, фотоколориметриялык жана спектрофотометриялык болуп бөлүнөт.

Колориметрия жана фотоколориметрия методу - түстүү эритме аркылуу өткөн нурдун жутулушуна негизделген.

Спектрофотометрия методу – түссүз жана түстүү эритме аркылуу өткөн нурдун жутулушуна негизделген.

26.1. Колориметриянын негизги закону. (Бугер – Ламберт – Бер)

Жарык нурунун эритмедеги заттын концентрациясына карата жутулуу көз карандылыгы Бугер-Ламберт-Бердин закону боюнча аныкталат. Интенсивдүүлүгү (I_0) болгон жарык нуру эритмеси бар кюветага келип түшкөндө анын бир бөлүгү чагылат (I_q), экинчиси жутулат (I_a), үчүнчүсү эритме аркылуу өтөт (I_t) (41-сүрөт).



Бул чоңдуктардын ортосундагы математикалык көз карандылык төмөнкүгө барабар.

$$I_0 = I_q + I_a + I_t$$

Бир өлчөмдөгү кюветаны дайыма колдонгон учурда чагылган нурдун (I_q) интенсивдүүлүгү турактуу мааниге ээ болгондуктан аны эске албай коюуга болот:

$$I_0 = I_\alpha + I_t$$

I_α -эритмедеги атомдордун жана молекулалардын санынан көз каранды, ошондой эле аны түздөн түз аныктоо мүмкүн эмес. Аны төмөнкү айырмачылык боюнча билүүгө болот:

$$I_\alpha = I_0 - I_t$$

Эритмедеги иондор же молекулалар канчалык көп болсо, ал аркылуу өткөн нурдун интенсивдүүлүгү ошончолук аз болот, эритме аркылуу өткөн нурдун интенсивдүүлүгүнүн начарлашы изилденүүчү заттын жаратылышынан, концентрациясынан жана эритменин катмарынын калыңдыгынан көз каранды. Жарык нурунун жутулушу менен түстүү эритменин катмарынын калыңдыгынын байланышын Н.Бугер жана И.Ламберт аныктаган жана анын мазмуну төмөндөгүдөй айтылат: «Түстүү чөйрөдөгү жарык нурунун салыштырмалуу жутулушу алгачкы нурдун интенсивдүүлүгүнөн көз каранды эмес жана калыңдыгы бирдей болгон эритменин ар бир катмары монохромацияланган нурдун бир гана бөлүгүн сиңирип алат».

Бул закон төмөндөгүдөй туюнтулат:

$$I_t = I_0 \cdot e^{-kl} \quad (1)$$

I_t - эритме аркылуу өткөн нурдун интенсивдүүлүгү

I_0 - эритмеге келип түшкөн нурдун интенсивдүүлүгү

e – натуралдык логарифманын негизи

l – эритменин катмарынын калыңдыгы

k – жутуу коэффициентти

Эритменин катмарынын калыңдыгы канчалык көбөйсө, ал аркылуу өткөн жарык нурунун интенсивдүүлүгү ошончолук азаят. Жутуу коэффициентинин сан маанисин түшүнүш үчүн эритме аркылуу өткөн нурдун интенсивдүүлүгү 10 эсе азайды дейли

$$\frac{I_0}{I_t} = \frac{1}{10}; \frac{1}{10} = 10^{-1}; 10^{-kl} = 10^{-1} \text{ жана } kl=1$$

$$\text{Мындан } K = \frac{1}{l} \quad (2)$$

Эритменин жарык нурун жутуп алуу мүмкүнчүлүгү жутуу коэффициентинин мааниси боюнча мүнөздөлөт. Жутуу коэффициенти эритменин жаратылышынан жана түшкөн нурдун толкун узундугунан көз каранды. Демек, Бугер-Ламберттин закону монокромацияланган нурга колдонулат. Эритменин жарык нурун жутуп алуусун изилдөө менен Бер жутуу коэффициенти эритмедеги заттын концентрациясына түз пропорциялаш экендигин аныктаган.

$$K = \epsilon C \quad (3)$$

C – заттын концентрациясы

ϵ - концентрациядан көз каранды болбогон коэффициент

Бугер – Ламберт концентрациясы турактуу болгон эритменин катмарынын калыңдыгынын өзгөрүшү менен ал аркылуу өткөн нурдун жутулушунун өзгөрүшүн карайт. Ал эми Бер эритменин катмарынын калыңдыгы турактуу кезинде анын концентрациясынын өзгөрүшү менен нурдун жутулушунун өзгөрүшүн аныктайт (1) жана (3) формулаларды бириктирүү менен колориметриянын негизги законунун формуласын алабыз (Бугер-Ламберт-Бер)

$$I_t = I_0 \cdot 10^{-\epsilon C l} \quad (4)$$

Эгерде концентрацияны (C) грамм-моль/литр, катмардын калыңдыгын сантиметр менен туюнтсак анда (ϵ) коэффициент жутуунун молярдык коэффициенти деп аталат жана ал түшкөн нурдун толкун узундугунан, эриген заттын табиятынан, температурасынан көз каранды. Жогорку теңдеменин (4) оң жана сол жагын (I_0) бөлүп төмөнкү формуланы алабыз:

$$\frac{I_t}{I_0} = 10^{-\epsilon c l} \quad (5)$$

$\frac{I_t}{I_0}$ бул катыш эритменин **нурду өткөрүүсү** же **тунуктук** деп аталат жана ал T менен белгиленет.

$$T = \frac{I_t}{I_0} = 10^{-\epsilon c l} \quad (6)$$

$l = 1 \text{ см}$ барабар болгондо T - **нурду өткөрүүнүн коэффициенти** деп аталат жана ал процент менен туюнтулат.

Тескерисинче $\frac{I_0}{I_t}$ катышы **жутуу** же **оптикалык тыгыздык** деп аталат.

$$D = \lg \frac{I_0}{I_t} = \epsilon c l \quad (7)$$

Алынган теңдеме боюнча төмөндөгүдүй жыйынтыкка келүүгө болот: Изилденүүчү түстүү эритменин катмарынын калыңдыгы жана концентрациясы анын оптикалык тыгыздыгына түз пропорциялаш.

26.2. Жарык нурунун жутуу законуна таасир этүүчү факторлор.

Айрым факторлордун (физикалык, химиялык) таасири астында Бугер-Ламберт-Бердин закону сакталбайт. Мисалы, жарык нуру толугу менен монохромацияланбаганда, анализденүүчү заттын эритмесинде башка иондордун болуусу, эритмени суюлтуу учурунда заттын гидролизге учуроосу жана рН чөйрөсүнүн өзгөрүшү жарык нурунун жутулуу закон ченемдүүлүгүнүн бузулушуна алып келет.

Колориметрия.

Абсорбциялык анализдин эң жөнөкөй методу колориметрия деп аталат жана аны В.М.Севергин 1795-жылы сунуштаган. Бул метод анализденүүчү жана стандарттык эритмелердин түстөрүн салыштырууга негизделген. Белгилүү толкун узундугуктагы жарык нурун жутуп алуу эритмелердин түсүнө байланыштуу. Монохромацияланган нурдун толкун узундугу нанометр менен ченелет: $1\text{nm} = 10^{-7}\text{см}$ ге барабар. Эритмедеги заттын же иондун концентрациясы канчалык көп болсо, эритме ошончолук түстүү келет. Эгерде стандарттык жана изилденүүчү эритмелердин түстөрү бирдей болсо, анда алардагы заттардын саны да бирдей болот деп айтууга болот.

26.3. Колориметриянын методдору.

Салыштыруу методу.

Эгерде концентрациялары ар кандай болгон бир эле заттын түстүү эки эритмеси болсо, анда алардын ар биринин жутуусу төмөнкүгө барабар болот:

$$D_1 = \epsilon C_1 l_1 \text{ жана } D_2 = \epsilon C_2 l_2 \quad (1)$$

Бул эки эритменин концентрациясы ар кандай болгонуна карабастан алардын катмарынын калыңдыгын өзгөртүү менен оптикалык теңдештикке алып келүүгө болот. Башкача айтканда эки эритме аркылуу өткөн жарык нурунун интенсивдүүлүгү бирдей:

$$D_1 = D_2 \text{ же } \epsilon C_1 l_1 = \epsilon C_2 l_2 \quad (2)$$

Жутуу коэффициенти (ϵ) турактуу мааниге ээ, анда $c_1 l_1 = c_2 l_2$

$$\text{же } \frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2}{C_1} \quad (3)$$

Түстөрү окшош болгон эки эритменин концентрациясынын анын катмарынын калыңдыгына болгон көбөйтүндүсүнүн мааниси бирдей. Бул метод концентрациялары Бугер-Ламберт-Бердин законуна туура

келген эритмелерге гана колдонулат.

Стандарттык эритмелерди колдонуу методу.

Бул методду колдонуу учурунда колориметриянын негизги законунун шартын талап кылбайт. Изилденүүчү эритме стандарттык эритмелер менен салыштырылат. Стандарттык эритмелердин концентрациялары бири-биринен 10-15 % ден кем эмес мааниде айрымаланышы керек. Эгерде изилденүүчү эритменин түсү стандарттык эритменин түсүнө туура келсе, анда алардын концентрациялары бирдей болот. Айрым учурда изилденүүчү эритменин түсү эки стандарттык эритменин ортосуна туура келген учурда анын концентрациясын орточо арифметикалык чондук катары эсептеп алууга болот.

Колориметриялык титрлөө методу.

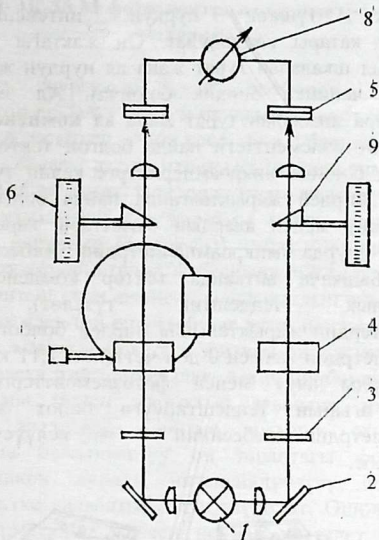
Бул методдо аныкталуучу иондун саны белгилүү болгон эритмени даярдайт. Изилденүүчү ионду аныктоо үчүн көлөмдөрү бирдей болгон эки пробиркада жүргүзүлөт. Изилденүүчү эритмени биринчи пробиркага куюп жана аны түстүү эритмеге айландыруу үчүн ага туура келген реагентти кошот. Мисалы, эгерде изилденүүчү эритмеде Fe^{3+} иону бар болсо, анда ага азот кислотасын жана аммонийдин роданидин кошот. Экинчи пробиркага дистирленген сууну куюп, ага ошондой эле сандагы азот кислотасын жана аммонийдин роданидин кошуп, концентрациясы белгилүү болгон (Fe^{3+}) эритме менен түсү изилденүүчү эритмеге туура келгенче титрлейт. Титрлегенге сарп болгон эритменин көлөмү боюнча анализденүүчү иондун санын эсептейт. Колориметриялык методду өтө тактыкты талап кылбаган анализ үчүн колдонулат. Мисалы, биохимияда кандын составындагы гемоглобинди анализдейт, фармацияда дарыдагы аралашма заттарды (темирди, оор металлдарды), суюктуктардын түстөрүн жана рН чөйрөсүн аныктайт.

26.4. Фотометрия

Колориметриялык анализде жарык нурунун агындарын салыштыруу куралданбаган көз менен жүргүзүлөт. Ал эми фотоэлектроколориметрияда, спектрофотометрияда жарык нурунун агындарын салыштыруу фотоэлектроколориметр жана спектрофотометр приборлору аркылуу жүргүзүлөт. өзгөчө таза заттардагы аралашмаларды (10^{-4} - 10^{-7}) аныктоодо, жаратылыш материалдарынын анализинде жана айлана-чөйрөнүн тазалыгын, ошондой эле технологиялык процесстердин жүрүшүн көзөмөлдөөдө жогоруда көрсөтүлгөн приборлор кеңири колдонулат.

Фотоэлектроколориметрия.

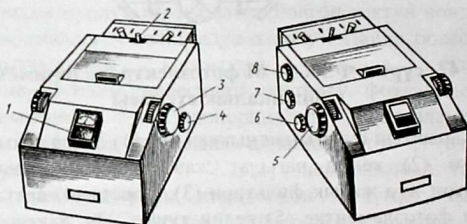
Фотоэлектроколориметрияда жарык нурунун жутулушу фотоэлементтин жардамы менен аныкталат. **Фотоэлемент** — бети жарым өткөргүч (селен, күмүштүн сульфиди) менен капталган металлдык пластинкадан турат. Жарык нуру фотоэлементке келип түшөт жана электр тогун пайда кылат. Келип түшкөн нурдун агыны пайда болгон токтун чоңдугуна түз пропорциялаш (Столетовдун закону). Пайда болгон ток микроамперметрдин көрсөтүүсү боюнча катталат. Микроамперметрдин жебесинин четтөөсү фотоэлементтин жарыктанышына түз пропорциялаш. Фотоэлементтин жарыкты электр энергиясына айландыруусу фотоэффект кубулушуна байланыштуу. Жарык энергиясынын таасири астында электрондордун атомдордон бөлүнүп чыгышы **фотоэффект** деп аталат. Фотоэлектроколориметрлер колдонулган фотоэлементтин санына карата бир жана эки нурдуу болуп бөлүнөт.



42- сүрөт. ФЭК-56 М фотоэлектроколориметринин оптикалык схемасы

Жарыктын булагынан чыккан нур (1) линза аркылуу өтүп күзгүгө (2) келип чагылат жана экиге бөлүнөт. Экиге бөлүнгөн нур жарык фильтери (3), кювета (4) аркылуу өтүү менен фотоэлементке (5) келип түшөт. Оң жактагы нурдун агынына жайланышкан кыймылдуу диафрагма (7) эсептөөчү барабан (8) менен бирге айланат. Кыймылдуу диафрагманы айлантканда анын аянты өзгөрөт. Ошол эле учурда оң тараптагы фотоэлементке түшкөн нурдун интенсивдүүлүгү да өзгөрөт. Сол тараптагы нурдун агынына жайланышкан кыймылдуу диафрагма жана эсептөөчү барабан сол жактагы

фотоэлементке түшкөн нурдун интенсивдүүлүгүн начарлатуучу катары колдонулат. Оң жактагы эсептөөчү барабан кызыл шкаладан турат жана ал нурдун жутулушун өлчөйт (0-3 чейинки бирдик боюнча). Ал эми нурду өткөрүүчү кара шкаладан турат жана ал **компенсациялык** деп аталат. Фотоэлементтеги пайда болгон токтор карама-каршы багыт боюнча микроамперметрге келип түшөт. Эки фотоэлемент бирдей жарыкталганда пайда болгон токтор бирдей болгону менен алардын багыттары карама-каршы келет. Бул учурда микроамперметрдин жебеси 0 дөн четтебейт. Башкача айтканда токтор компенсацияланат (фотометриялык тендештик түзүлөт). Эгерде фотоэлементтердин жарыкталышы бирдей болбогон учурда микроамперметрдин жебеси 0 дөн четтелет. 7,11 кыймылдуу диафрагмаларды ачуу менен фотоэлементтерге түшкөн нурлардын агынын тендештирүүгө болот жана аны микроамперметрдин жебесинин 0 гө келүүсү боюнча байкоого болот.



43-сүрөт. ФЭК-56М фотоэлектроколориметринин сырткы көрүнүшү.

ФЭК-56 М фотоэлектроколориметрде иштөө методикасы

Анализ жүргүзүш үчүн приборду (42-сүрөт, а, б) стабилизатор аркылуу токтун булагына кошот жана аны 20-30 мүнөткө ысытыш үчүн коёт. Бул убакытта прибордун электрдик схемасы толугу менен ысыйт жана анын стабилдүү иштөөсүнө шарт түзөт. Приборду нөлгө келтирүү үчүн анын буроочу туткасынын (2) жардамы менен жарык нурунун агынынын пардасын (шторкасы) жабат. Экинчи тетиги (7) менен микроамперметрдин жебесин нөлгө келтирет. Прибор аркылуу иштеш үчүн анализге ылайыкталып алынган кювета жана жарык фильтри ошондой эле анын пардасы ачык болуу керек. Сол жактагы кюветага эриткич оң жагында эритмеси бар эки кювета жайгаштырылат. Алгач прибордун тетигинин (4) жардамы менен жарыктын агынына эритмеси бар кюветаны жылдырат. Эритме аркылуу өткөн нурдун жутулушуна байланыштуу оң тараптагы фотоэлементке келип түшкөн нурдун интенсивдүүлүгү сол жактагы фотоэлементке салыштырмалуу аз болот. Ошол эле учурда микроамперметрдин жебеси нөлдөн четтелет, анткени ал жутулган нурга прапорцияналдуу (түстүү компоненттин концентрациясы) сол жактагы диафрагманын барабанын (5) айландыруу менен жарык нурунун эки агынын тендештирет. Бул учурда микроамперметрдин жебеси нөлгө келет. Андан кийин бурагычтын (4) жардамы менен эритмеси бар кюветаны эриткичтүү кюветага алмаштырат. Фотометриялык тендештик бузулушу менен микроамперметрдин жебеси кайрадан нөлдөн четтелет. Барабанды (3) айландыруу менен микроамперметрдин жебесин нөлгө тууралайт. Барабандын (3) Кызыл шкаласы боюнча нурдун жутулушун (оптикалык тыгыздыгын) аныктайт.

Фотоэлектрколориметрияда иштөө шарттары.

Жарык фильтрлерин тандоо.

Өлчөөнүн тактыгын жогорулатуу үчүн түстүү жарык фильтрлерин колдонушат. Жарык фильтрлер эритмеде жутулбаган нурларды сиңирип алат. Жарык фильтрлерин тажрыйба жүргүзүү менен тандалып алынат. Башкача айтканда стандарттык эритме аркылуу жарык нурун сегиз жарык фильтри аркылуу өткөрүп, алардын адсорбцияланышын аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат (А-адсорбцияланышы, λ -толкун узундугу). Максималдуу адсорбция кайсы жарык фильтрине туура келсе, ал ошол жүргүзүлүүчү анализге колдонулат. Жарык фильтрлерин таблицаны колдонуу боюнча тандап алса да болот.

18-таблица.

Жарык фильтрлерин тандоо.

Эритменин түстөрү	Жарык фильтрлеринин түстөрү	Толкун узундугу, нм
сыя	жашыл сары	400-450
көк	сары	450-480
жашыл-көк	кызыл-сары	480-490
көк-жашыл	кызыл	490-500
жашыл	пурпур	500-560
сары-жашыл	сыя	560-575
сары	көк	575-590
кызыл	көк-жашыл	590-625
пурпур	жашыл	625-750

Кюветаларды тандоо.

Кюветалар өлчөмдөрү жана көлөмдөрү боюнча айырмаланат:

Өлчөмдөрү, мм: 50,30, 20, 10, 5, 3, 1.

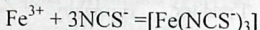
Көлөмдөрү, см³: 0, 50-20,0.

Эгерде эритме өтө түстүү болсо, анда өлчөмдөрү кичирээк кювета (10-30мм), ал эми эритменин түсү начар болсо, тескерисинче өлчөмдөрү чоңураак кюветалар колдонулат (30-50мм). Анализге колдонулуучу кюветалардын ички жана тышкы бети таза болуу керек. Концентрациясы эң жогорку болгон стандарттык эритмелердин абсорбциялуулугу бирден ашпаган мааниге туура келген кюветаларды пайдалануу талапка ылайык келет.

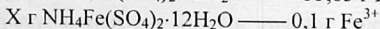
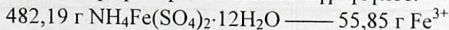
26.4.1. Изилденүүчү эритмедеги темирди (III) фотоэлектроколориметрдин (ФЭК-56 М)

жардамы менен аныктоо.

Темирдин катиону тиоцианат иону менен анын концентрациясына карата интенсивдүүлүгү боюнча айырмаланган канга окшош кызыл түстөгү бир канча комплекстерди пайда кылат:



Стандарттык эритмелерди даярдаш үчүн алгач эталондуу эритмени даярдоо талап кылынат. Ушул эритмеден 5-8 стандарттык эритмелерди даярдайт. Эталондуу эритмени химиялык жактан таза болгон темир тузунан (NH₄Fe(SO₄)₂·12H₂O)- даярдайт. Эгерде бир литр эритмеде 0,1г темирдин (III) иону болсо, аныктоонун жыйынтыгы туура болору тажрыйба жүзүндө аныкталган. Үлгүнүн эсептелиши төмөнкү прапорция боюнча жүргүзүлөт:



$$X = \frac{0,1 \cdot 482,19}{55,85} = 0,8634 \text{ г}$$

$$m = (\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 0,8634 \text{ г}$$

эсептелинген үлгүнү дистирленген сууга эритет жана ага 5 мл күкүрт кислотасын ($\rho=1,84\text{г/см}^3$) кошот. Үлгүнүн эритмесин өлчөөчү колбага куюп, көлөмүн бир литрге чейин жеткизет. Даярдалган эталондуу эритменин титрин төмөнкү формула боюнча эсептейт:

$$T = m/v ; T = 0,1/1000 \text{ г/см}^3 = 100/1000 = \text{мг/см}^3 = 0,1\text{мг/см}^3$$

Көлөмү 50 мл барабар болгон 6 колба алып, анын биринчисинен баштап, 0,5:1:2:3:4:5 мл темирдин эталондуу эритмесинен 10 мл-дик пипетка менен куят. Ошондой эле ар бир колбага 1 мл ден (1:1) суюлтулган азот кислотасын жана 5 мл ден 10 % түү аммонийдин роданидинин эритмесин куят. Ошондой эле дистирленген суу менен ар бир колбаны белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат. Даярдалган эритмелердин оптикалык тыгыздыгын көк түстүү жарык фильтрин колдонуу менен аныктайт (3-4 жолу). Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат. Абсцисса огуна – с (концентрацияны), ординатага –D (оптикалык тыгыздыгын) жайгаштырат. График тургузуу үчүн стандарттык эритмелердин титрин эсептейт.

$$T_{\text{ст}} = 0,1 \cdot 0,5 / 50 = 0,001 \text{ мг/см}^3$$

0,1 – эталондуу эритменин титри

0,5 – эталондуу эритменин көлөмү

50 – өлчөөчү колбанын көлөмү

Ошондой эле экинчи, үчүнчү, төртүнчү, бешинчи, алтынчы стандарттык эритмелердин титри төмөнкүгө барабар: 0,002; 0,004; 0,006; 0,008; 0,01 мг/см³.

**Стандарттык эритмелердин абсорбциялуулугун
өлчөө.**

	1 см ³ эритмедеги Fe ³⁺ саны, мг/см ³	Абсорбциялуулугу					Орточо мааниси
		1	2	3	4	5	
	0,001						
	0,002						
	0,004						
	0,006						
	0,008						
	0,01						

Изилденүүчү эритменин концентрациясы стандарттык эритменин концентрациясына жакын болушу керек. Башкача айтканда 50 мл эритмеде 0,05-0,5 мг Fe³⁺ болуу керек. Ошондуктан изилденүүчү эритмеден белгилүү сандагы эритмени алып, аны өлчөөчү колбага куюп, ага 1 см³ (1:1) азот кислотасын, 5 мл 10 % түү аммонийдин роданидин кошот жана көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет (50 мл). изилденүүчү эритменин абсорбциялуулугун аныктайт. Алынган маалыматтарды таблицка түшүрөт (20-таблица)

**26.4.2.Изилденүүчү эритменин титрин
фотоэлектрколориметрде аныктоо**

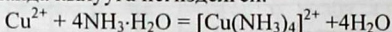
Абсорбциялуулугу					Орточо мааниси	Изилденүүчү эритменин титри, мг/см ³
1	2	3	4	5		

Изилденүүчү эритменин титрин график боюнча табуу үчүн анын абсорбциялуулугун ордината огу боюнча чекитти

табат. Ал чекиттен графиктин сызыгынын кесилишине чейин түз сызык жүргүзөт. Кесилиштен абсцисс огуна перпендикуляр түшүрүлүт жана изилденүүчү эритменин титрин график боюнча табат. Изилденүүчү эритменин титри боюнча анын молярдуу концентрациясын же массалык үлүшүн эсептейт.

26.4.3. Жездин сульфатынын эритмесиндеги жезди фотоэлектрколориметрде аныктоо

Жездин сульфатындагы жезди аныктоо аммиак комплексин пайда кылууга негизделген.



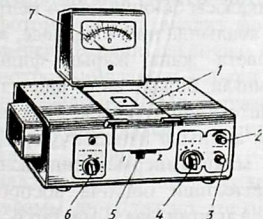
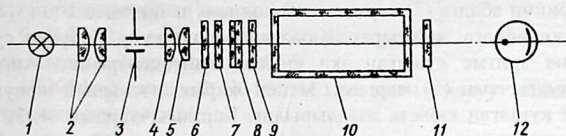
Пайда болгон комплекстик ион көк түстүү келет. Стандарттык эритмелерди даярдоо үчүн алгач этанолдуу эритмени даярдоо талап кылынат. Ошондуктан 3,9270 г жездин сульфатын $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ аналитикалык таразага тартып сууга эритет жана бир литрлик өлчөөчү колбага куят. Ошол эле эритмеге 5 мл күкүрт кислотасын ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$) кошот жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритменин 1 см^3 эритмесинде 1 мг Cu^{2+} иону бар. График тургузуу үчүн стандарттык эритмелерди даярдайт. Алгач концентрациясы эң жогорку болгон эритмени даярдайт. Бул үчүн 50 мл колбага пипетканын жардамы менен 25 мл эталондуу эритмени алат жана ага 10 мл (1:3) суюлтулган аммиактын эритмесин кошуп, көлөмүн дистирленген суу менен колбанын белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритмени конус түрүндөгү колбага куят. Ушундай эле жол менен калган стандарттык эритмелерди даярдайт. Эталондуу эритмеден пипетканын жардамы менен 20, 15, 10, 5, 2,5 см^3 жана ага 10 см^3 аммиактын (1:3) суюлтулган эритмесин кошуп, көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритмелердин абсорбциялуулугун фотоэлектрколориметрдин жардамы менен аныктайт жана

алынган маалыматтар боюнча график тургузулат. ушундай эле шартта изилденүүчү эритменин абсорбциялуулугун аныктоо менен график боюнча жездин титрин же концентрациясын табат.

26.5. Фотоэлектроколориметр-КФК-2

Бул прибордун жардамы менен эритмелердин абсорбциялуулугун, өткөрүү коэффициенти толкун узундугунун кеңири диапазонунда (315-980нм) аныктайт. Ал он бир жарык фильтри менен жабдылган. Изилденүүчү заттын эритмесинин концентрациясын график боюнча аныктайт.

Оптикалык схемасы (44-сүрөт).



45-Сүрөт. Фотоколориметр

КФК-2нин сырткы көрүнүшү.

Жарыктын булагынан чыккан нур (1), конденсорлор (2), диафрагма (3), кайрадан конденсор (4,5) өтөт. Спектрдин көзгө көрүнгөн аралыгында (400-490 нм) иштеш үчүн

жылуулук коргоочу жарык фильтрин (6) жарык нурунун агынына коёт. 400-500 нм аралыгында жарык нурунун агынын азайтуу үчүн нейтралдуу филтреди (7) коёт. Жарык нуру кювета аркылуу өтүп, фотоэлементке келип түшөт. Пайда болгон ток микроамперметр менен катталат.

КФК-2 колориметрде иштөө методикасы.

Прибордун стабилдүү иштеши үчүн токтуң булагына кошуп, 15 мүнөт ысытат. Кювета коюлган бөлүктүн жапкычын (1) ачат (6-сүрөт). Ошол эле учурда фотоэлементке баруучу нурдун агыны парда (шторка) менен жабылат. Бурагычтын (6) жардамы менен туура келген жарык фильтрин келтирет. Приборду минималдуу сезгичтикке алып келиш үчүн «сезгичтик» кармагычтын (4) жардамы менен биринчи абалга (2) кармагычты колдонуп, так эмес 100 (3) эң четки абалга жылдырат. Кюветалар коюлуучу бөлүккө суу жана эритме куюлган эки кювета жайгаштырылат. Алгач кармагычтын (5) жардамы менен жарык агынынын жолуна суу куюлган кювета жылдырылат. Кармагычтардын (4, 3, 2) жардамы менен микроамперметрдин жебесин (7) абсорбциялуулуктун шкаласы боюнча нөлгө келтирет. Эгерде сезгичтик (4) биринчи абалында нөлгө келбесе, аны 2 же 3 кө келтирет. Эгерде кювета жана жарык фильтри экинчи сезгичтик боюнча алынган болсо, анда анализ баштан аяк ошол сезгичтикте иштетилиши керек. Кармагычтын (5) жардамы менен жарык агынына изилденүүчү түстүү эритме коюлат. Бул учурда микроамперметрдин жебеси нөлдөн четтелет. Жебенин четтелиши боюнча абсорбциялуулукту өлчөп алат (4-5 жолу). Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат. График боюнча изилденүүчү эритменин титрин же концентрациясын аныктайт.

Текшерүү үчүн суроолор жана көңүгүүлөр

1. фотометриялык анализдин мазмуну эмнеде?

2. абсорбциялуулук деген эмне жана ал кайсыдан көз каранды?

3. кандай эритмелерди эталондуу, стандарттуу жана изилденүүчү эритме деп айтат?

4. өлчөөчү график деп кандайча түшүнөт жана анын кандай мааниси бар?

5. ФЭК-56 М фотоэлектроколориметринин оптикалык схемасын түзгүлө жана анын иштөө принциби кандай?

6. ФЭК-56 М фотоэлектроколориметринин иштөө методикасын айтып бергиле?

7. титри $2,00 \text{ мг/см}^3$ барабар болгон $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ үлгүсүнүн массасын эсептегиле.

8. Cu^{2+} , Fe^{3+} катиондорунун түстүү комплекстерди пайда кылган реакцияларын жазгыла.

9. КФК-2 фотоэлектроколориметринин оптикалык схемасы жана иштөө принциби?

10. КФК-2 нин ФЭК-56 М салыштырмалуу кандай артыкчылыктары бар?

26.6. Абсорбциялык спектрофотометриялык анализ.

Спектрофотометриялык анализ фотометриялык сыяктуу эле Бугер-Ламберт-Бердин законуна негизделген. Башкача айтканда монохромацияланган нурдун эритмеде жутулушун өлчөөгө негизделген. Монохромацияланган нурдун артыкчылыгы аналитикалык аныктоолордун тактыгын жогорулатууга алып келет. Ошондой эле монохромацияланган нурду колдонуу менен рН чөйрөсү жана эритменин курамы анча таасир эте албаган спектрдин бир бөлүгүн тандап алууга болот. Спектрофотометриялык аныктоолордо нурдун максималдуу жутулуусуна алып келүүчү комплекстерди пайда кылуучу реакциялар колдонулат. Ошондуктан спектрофотометриялык аныктоолор эки баскычтан турат: химиялык реакцияны жүргүзүү, нурдун жутулушун өлчөө. Көпчүлүк спектрофотометрлер эритменин абсорбциялуулугун ошондой эле өткөрүү коэффициентин

өлчөйт. Ошондуктан аныкталуучу заттын концентрациясын эсептөө үчүн төмөнкү методдорду колдонушат. Изилденүүчү заттын концентрациясын өлчөөчү график боюнча табат. Эгерде изилденүүчү эритмеде Бугер-Ламберт-Бердин законуна туура келсе, анда эки гана эритме даярдалат: эталондуу (C_3), изилденүүчү (C_x). өлчөөнүн жыйынтыгы боюнча аныкталуучу заттын концентрациясын төмөнкү теңдеме боюнча эсептейт:

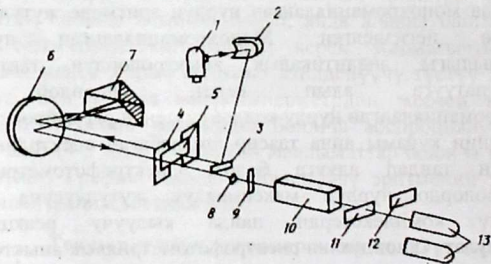
$$C_x = A_x C_3 / A_3;$$

A_x , A_3 – изилденүүчү жана эталондуу эритмелердин абсорбциялуулугу.

Абсорбциялык фотометриялык методдор эритмелердеги теңдештикти, протолиз реакциясын, комплекстик бирикмелердин курамын жана туруктуулук константасын изилдөө үчүн колдонулат.

Спектрофотометр Сф-26

Спектрофотометр СФ-26 катуу жана суюк заттардын абсорбциялуулугун жана өткөрүү коэффициентин аныктайт. Бул прибор монохроматордун кюветалар коюлуучу бөлүктөн, жарык чыгаруучу булактан жана стабилизатордон турат (44-сүрөт).

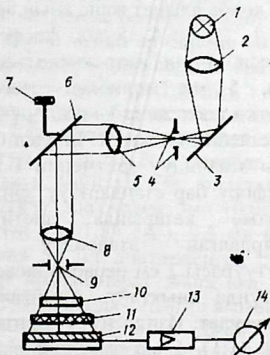


46-сүрөт Спектрофотометр Сф-26

Жарыктын булагынан чыккан нур (1), конденсор (2), айлантуучу күзгү (3), кирүүчү көзөнөк (4), кварц пластинкасы (5), күзгү (6), призма (7), линза (8), жарык фильтри (9), кювета (10) аркылуу өтүп, фотоэлементке келип түшөт. Изилденүүчү эритменин абсорбциялуулугун өлчөө үчүн алгач монохромацияланган нурдун багытына стандарттык (эриткич) жана изилденүүчү эритмени жайгаштырат. Бул учурда прибордун жебесинин четтелиши боюнча абсорбциялуулукту шкала боюнча эсептейт.

Спектрофотометр «Спекол-10»

Бул спектрофотометр айнек оптикалуу бир нурдуу прибор жана анын жардамы менен чыныгы жана коллоиддик эритмелердин абсорбциялуулугун, өткөрүү коэффициентин 340-350 нм аралыгында аныктайт. Монохроматор катары дифракциялык торчо колдонулат. Прибордун иштөө принцибин анын оптикалык схемасы (45-сүрөт) боюнча байкаса болот.



47-сүрөт Спектрофотометр «Спекол-10»

Жарык булагынан чыккан нур (1), конденсор (2), күзгү (3), монохроматорго кирүүчү көзөнөк (4), коллиматор (5), дифракциялык торчо (6), линза (8), монохроматордон чыгуучу көзөнөк (9), кармагычтын (7) жардамы менен дифракциялык торчону- айлантат жана монохромацияланган нур алынат. Монохромацияланган нур линза (10), изилденүүчү эритмеси бар кювета (11) аркылуу өтүп, фотоэлементке (12) келип түшөт. Пайда болгон ток күчөтүүчүдөн (13) өтүп, миллиамперметрде (14) катталат.

26.6.1. Фосфорду молибденованадатафосфор кислотасы түрүндө спектрофотометриялык аныктоо.

Фосфорду молибденованадатафосфор кислота түрүндү спектрофотометриялык жол менен аныктоо анын сары түстү пайда кылуусуна негизделген. Бул кошулманын максималдуу жутуусу 315 нм барабар. Стандарттык эритме катарында 1 мл эритмеде 0,1 мг фосфору бар калий дигидрофосфаты колдонулат. Өлчөөчү график тургузуш үчүн көлөмү 50 мл барабар болгон беш колба алынат жана анын ар бирине 20 мл дистирленген суу, 1, 2, 3, 4, 5 мл фосфордун тузунун стандарттык эритмеси, 1 мл азот кислотасы (1:1), 5 мл аммоний ванадаты, 5 мл молибден реагентин кошот. Колбаларды 5 мүнөткө коёт жана көлөмдөрүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Бирден бешке чейинки 50 мл колбалардагы эталондуу эритменин 1 мл-де 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 мг фосфору бар стандарттуу эритме даярдалат. Салыштыруу эритме катарында дистирленген суу колдонулат. Даярдалган эталондуу эритмелердин абсорбциялуулугун туурасы 2 см барабар кюветада жана 315 нм толкун узундугунда аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат. Изилденүүчү эритмеден 20 мл, 1 мл азот кислотасын (1:1), 5 мл аммоний ванадатын, 5 мл молибден реагентин кошуп, 50 мл дик колбага куюп, көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет жана

аралаштырат. Даярдалган эритменин абсорбциялуулугун 315 нм барабар болгон толкун узундугунда аныктайт. Изилденүүчү эритмедеги фосфордун санын график боюнча табат. Фотометриялык өлчөөнү 3-4 жолу кайталайт жана орточо арифметикалык сан маанисин алат.

26.6.2. Марганецти перманганат түрүндө спектрофотометриялык аныктоо

Бул метод марганецти (II) күмүш нитратынын (катализатор) катышуусунда аммоний персульфаты менен кызгылт-көк түстөгү перманганат ионго чейин кычкылдандырууга негизделген.

Изилденүүчү эритмеде калыбына келтиргичтердин (хлор иону) болуусу марганецтин (II) кычкылдануусуна тоскоолдук кылат.

Эталондуу эритмеге керек кылуу үчүн алгач калий перманганатынан 0,1н эритме даярдайт. Ушул эритмеден 9,1 мл алып, аны 100 мл өлчөөчү колбага куят жана суу менен белгисине чейин жеткизет. 1 мл-де 0,1 мг марганеци бар стандарттык эритме пайда болот. Көлөмү 50 мл-ге барабар болгон өлчөөчү колба менен ар бирине 10, 12, 14, 16, 18, 20 эталондуу (стандарттуу) калий перманганатынын эритмесине 1 мл-ден күкүрт кислотасын ($\rho=1,84\text{г/см}^3$) куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат. Даярдалган стандарттык эритмелердин абсорбциялуулугун туурасы 2см барабар болгон кюветада жана 526нм толкун узундугунда аныктайт. 50мл өлчөөчү колбага изилденүүчү эритмеден 5мл (0,05-1,0 мг Mn), 1мл күкүрт кислотасын ($\rho=1,84\text{г/см}^3$), 0,5 мл фосфор кислотасы ($\rho=1,7\text{г/см}^3$) жана 30 мл дистирленген сууну куят. Пайда болгон эритмени аралаштырат жана ага 1мл 0,1% күмүш нитратын, 5мл 25% жаңы даярдалган аммоний персульфатын кошот. Алынган аралашманы $t=70-80^{\circ}\text{C}$ суу мончосунда эритменин түсү турактуу кызгылт-көк түскө келмейинче ысытат. Эритмени муздатат жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Эритмени 10-15 мүнөткө коёт жана анын абсорбциялуулугун 525 нм толкун узундугунда аныктайт. Салыштыруучу эритме катарында

дистерленген суу колдонулат. Изилденүүчү эритмедеги марганецтин санын өлчөөчү график боюнча табат.

26.6.3. Алюминийди оксихинолят түрүндө спектрофотометриялык аныктоо.

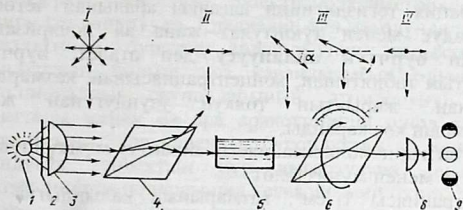
Алюминийдин катиону 8-оксихинолин менен сууда эрибеген оксихинолятты пайда кылат. Ал төрт хлордуу көмүртектен эрийт жана эритмени сары түскө айлантат. Изилденүүчү эритмеде органикалык эриткичтерде жакшы эриген оксихиноляттарды пайда кылуучу катиондор (Fe^{3+} , Ti^{4+}) алюминийди аныктоого тоскоол болот. Көлөмү бир литрге барабар болгон колбага 1,000 г металл түрүндөгү алюминийди салып 8 мл туз кислотасында ($\rho=1,12 \text{ г/см}^3$) эритет жана жалпы көлөмдү дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Ушул даярдалган эритмеден 10 мл алып, 100 мл-дик колбага куюп, көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат. Бир мл-де 0,1мг алюминийи бар эталондуу эритме пайда болот. Бөлүүчү куйгучка 20 мл дистирленген сууну 0,5 мл алюминийдин эталондуу эритмесин, бир тамчы 1н туз кислотасын, 0,5 мл 5 % түү 8-оксихинолиндин уксус кислотасындагы эритмесин куят жана аралаштырат. Ошол эле куйгучка 1 мл 2 н натрийдин ацетатын кошот жана аралаштыруу менен дагы 2 мл натрийдин ацетатын кошот. Мындан ары экстракциялоо процесси башталат. Бөлүүчү куйгучтагы эритмеге 5-7 мл төрт хлордуу көмүртекти кошуп, 1-2 мүнөт чайкайт жана органикалык эриткичтин катмарын 25 мл-дик колбага куюп алат. Бул процессти дагы эки жолу кайталайт жана ошол эле 25 мл-дик колбага органикалык катмарды бөлүп алат. Калган көлөмдү колбанын белгисине чейин төрт хлордуу көмүртек менен жеткизет. Ушул эритменин абсорбциялуулугун туурасы 1 см барабар болгон кюветада 390 нм толкун узундугунда аныктайт. 25 мл изилденүүчү эритмеде 10-200 мг алюминий болушу мүмкүн. Изилденүүчү эритмедеги алюминийдин концентрациясы төмөнкү тендеме боюнча эсептелет:

$$C_x = A_x C_3 / A_3$$

27-глава. ПОЛЯРИМЕТРИЯ

Поляриметрия методу оптикалык айланууну аныктоого негизделген. Оптикалык активдүү заттардын эритмелеринин жарык поляризациясынын тегиздигин айлантуусу **оптикалык айлануу** деп аталат.

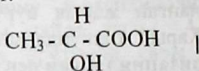
Поляризацияланган жарык нуру оптикалык айланууга дуушар болот. Жарык толкундарынын бир эле тездиктеги термелиши **поляризацияланган** деп айтылат. (46-сүрөт)



48 - Сүрөт. Тегерек поляриметрдин схемасы.

Поляризацияланган жарыктын толкунун тегиздиктеги термелиши **поляризация тегиздиги** деп аталат. Оптикалык жагынан бирдей болбогон кристалл аркылуу жарык нуру өткөндө поляризацияланган жарык пайда болот. Жарык толкундары мындай кристаллдардын ар кайсы тегиздигинде ар кандай сынат. Эгерде жарык толкунунун тегиздиктеги термелүүсү кристаллдын оптикалык касиетине туура келсе, анда ал нур аз санда сынат. Ушунун натыйжасында кристаллда эки поляризацияланган нурдун пайда болуусу байкалат жана алардын поляризацияланган тегиздиги бири-бирине перпендикулярдуу келет. Николянын призмасы (9-сүрөт) аркылуу өткөн нурлардын бирөөсү призмадан өтөт, экинчиси толугу менен ички чагылууга дуушар болот. Призма аркылуу өткөн нур толугу менен поляризацияланган жана анын поляризациялык тегиздиги оптикалык активдүү заттардын эритмесинде айланат. Оптикалык активдүү заттар поляризациялык тегиздикти оң (D) жана сол (L) жакка айлантуучу болуп бөлүнөт. Ассиметриялык көмүртектин

атому бар органикалык кошулмалар гана оптикалык касиетке ээ. Башкача айтканда көмүртектин атому ар кандай төрт функционалдык группа менен байланышса ал ассиметриялык боло алат. Мисалы, сүт кислотасынын түзүлүшүн карап көрөлү, мында көмүртек төрт башка атомдук группалар менен байланышып турат.



Поляризация тегиздигинин алгачкы абалынан четөөсү бурчтук градус менен туюнтулат жана ал поляризация тегиздигинин **бурчтук айлануусу** деп аталат. Бурчтук айлануу заттын табиятынан, концентрациясынан, катмардын калыңдыгынан, жарыктын толкун узундугунан жана температуурадан көз каранды.

Заттын тегиздик поляризациясын айлантуу мүмкүнчүлүгү өздүк айлануу менен мүнөздөлөт.

Концентрациясы $1\text{г}/\text{см}^3$, катмарынын калыңдыгы 1дм барабар болгон эритме аркылуу өткөн поляризацияланган жарык нуру поляризация тегиздигин оң же сол жака айландыруусу **өздүк айлануу** деп аталат. Өздүк айлануу $[\alpha]_D^{20}$ белгиленет. Мында D- натрий лампасынын спектри, t_0 - эритменин температурасы. Өздүк айланууну суюктуктар жана эритмелер үчүн төмөнкү теңдемелер боюнча аныктоого болот.

$$\text{Суюктуктар үчүн: } [\alpha]_D^{20} = \alpha / (lp)$$

$$\text{Эритмелер үчүн: } [\alpha]_D^{20} = \alpha \cdot 100 / (lC)$$

-бурчтук айлануу (градус); l- суюктуктун катмарынын калыңдыгы (дм); C-эритменин процентик концентрациясы; p - суюктуктун тыгыздыгы.

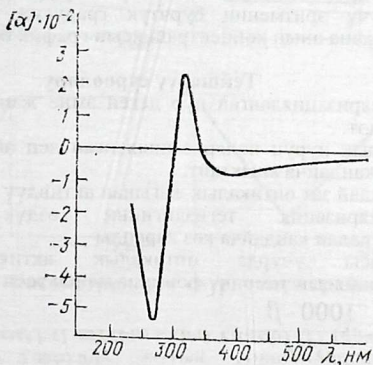
Тегерек поляриметрдин оптикалык схемасы (9-сүрөт) боюнча жарык булагынан чыккан нур (1), жарык фильтри (2), конденсор (3), поляризатор (4), эритмелүү кювета (5), анализатор (6) аркылуу өтөт. Анализатор(6), эсептөөчү шкала (7), менен байланышкан. Анализаторду айлантуу менен окулярдын (8) талаасынын (9) жарыктанышын теңдештирет

жана шкала боюнча анализатордун айлануу бурчун өлчөйт.

Поляриметриянын жардамы менен оптикалык активдүү заттардын концентрациясын аныктайт (углеводдордун). Эгерде өздүк айлануу белгилүү болсо, эритмедеги заттардын концентрациясы төмөнкү формула боюнча эсептелет:

$$C = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha]_D^{20} \cdot l}$$

Акыркы жылдары спектрополяриметриялык анализ кеңири колдонулууда. Анализдин бул методунда поляризация тегиздигинин бурчтук айлануусунун жарыктын толкун узундугунан болгон көз карандылыгын өлчөйт. Заттын функционалдык группаларынын, атомдорунун жарыктын кванттары менен өз ара аракеттениши ошол кванттардын энергиясынан көз каранды. Ошондуктан ар кандай толкун узундукта жарыктын нур чыгаруусуна карата заттын эритмесиндеги поляризация тегиздигинин бурчтук айлануусу өзгөрөт. Бул кубулуш оптикалык айлануунун дисперсиясы деп аталат. (47-сүрөт)



49-сүрөт. Оптикалык айлануунун ийри дисперсиясы

Эгерде кошулмаларда оптикалык активдүү хромофордук группалар бар болсо анда оптикалык айлануунун дисперсиясынын графигинде максимумдар жана минимумдар пайда болот. Ал кубулуш Коттон эффектиси деп аталат жана ал заттын түзүлүшүн мүнөздөйт.

Лабораторялык иш

27.1. Эритмедеги шекердин концентрациясын аныктоо.

Изилденүүчү заттын үлгүсүнөн 10, 20, 30 г таразага тартып жана дистирленген сууга эритет. 100 мл-дик өлчөөчү колбага куюп, көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Поляриметрди токтун булагына кошот жана аны максималдуу жарыкка коёт. Ошондой эле анализатордун жардамы менен оптикалык талааларды тендештирүү менен приборду нөлгө келтирет.

Поляриметриялык түтүктү эки жолу шекердин 10 % эритмеси менен жууйт жана аны ушул эле эритме менен толтурат. Эритмелүү түтүктү приборго орнотот жана оптикалык талааларды тендештирет. Анализатордун шкаласы боюнча бурчтук градусту өлчөп алат. Ушундай эле жол менен эритменин башка концентрацияларын анализдейт. Алынган маалыматтар боюнча өлчөөчү график тургузулат. Изилденүүчү эритменин бурчтук градусун поляриметрде аныктайт жана анын концентрациясын график боюнча табат.

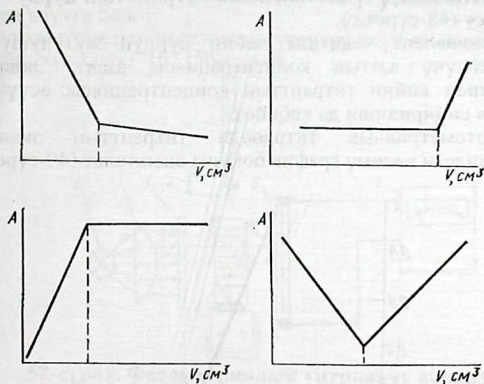
Текшерүү суроолору.

1. поляризацияланган нур деген эмне жана аны кантип алууга болот.
2. жарык нурун поляризацияланган деп айтууга болобу жана аны кандайча аныктайт.
3. кандай зат оптикалык жагынан активдүү боло алат.
4. поляризация тегиздигинин өздүк айлануусу температурадан кандайча көз каранды
5. кайсы учурда оптикалык активдүү заттын концентрациясын төмөнкү формула менен эсептөөгө болот.

$$C = \frac{1000 \cdot \beta}{\alpha \cdot l}$$

27.2. Фотометриялык аныктоолор

Фотометриялык жана спектрофотометриялык титрлөө титриметриялык анализде эквивалент чекити фотометриялык ыкмасы менен аныктоого негизделген. Фотометриялык титрлөөнү колдонуу үчүн реакцияга кирген компоненттердин бирөөсү оптикалык касиетке ээ болуу керек. Мисалы, аныкталуучу зат, титрант же реакциядан пайда болгон зат. Анткени титрлөө учурунда жогоруда көрсөтүлгөн заттардын концентрациясынын өзгөрүүсү менен алардын нурду сиңирип алуусу башкача болот. Титрлөөнүн жыйынтыгы боюнча ийри титрлөөнүн графиги тургузулат. Графиктеги бүктөлмөлөр эквивалент чекити деп аталат. Реакцияга кирген компоненттердин нурду сиңирип алуусуна карата оптикалык тыгыздыктын өзгөрүшү ар кандай болушу мүмкүн. Фотометриялык ийри титрлөөнүн дайыма кездешүүчү учурлары төмөнкүлөр (48-сүрөт):



50-сүрөт. Фотометриялык титрлөөнүн графигери.

1. Изилденүүчү заттын нурду сиңирүүсү (48-сүрөт, а)

Титрлөө учурунда заттын концентрациясы жана эритменин жарык нурун сиңирип алуусу да эквивалент

чекитине чейин азаят. Андан ары анчалык көп өзгөрбөйт. Ийри титрлөөнүн эки сызыгынын кесилиши (бүктөлмөсү) дайыма эквивалент чекитин көрсөтөт.

2. Титранттын нурду сиңирүүсү (48-сүрөт, б)

Титрант жана аныкталуучу зат өз ара аракеттенишүүсүнүн натыйжасында эритмеде титрант жок болгондугуна байланыштуу нурдун сиңирилиши өзгөрүлбөйт. Эквивалент чекитине жеткенден кийин эритмеде титранттын ашыкча саны пайда болот жана жарык нурунун жутулушу да көбөйөт.

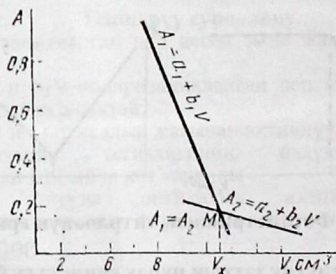
3. Реакциядан пайда болгон заттын нурду жутуусу (48-сүрөт, в)

Титрлөө учурунда пайда болгон заттын концентрациясы өсүү менен анын нурду жутуусу да көбөйөт. Эквивалент чекитинен кийин нурдун жутулушу турактуу кала берет. Анткени заттын пайда болуусу токтолот.

4. Изилденүүчү заттын жана титранттын нурду жутуусу (48-сүрөт, г)

Эквивалент чекитине чейин нурдун жутулушу жана изилденүүчү заттын концентрациясы азаят. Эквивалент чекитинен кийин титранттын концентрациясы өсүү менен нурдун сиңирилиши да көбөйөт.

Фотометриялык титрлөөдө титранттын эквивалент чекитиндеги көлөмү график боюнча аныкталат (49-сүрөт)



51-сүрөт. Фотометриялык титрлөөнүн графигинин теңдемеси

же тендемелер боюнча эсептесе болот.

$$A_1 = a_1 + v_1 v$$

A_1 -эритменин жутуусу

$$A_2 = a_2 + v_2 v$$

v -титранттын эквивалент чекитине чейин кошулган көлөмү.

A_2 -эритменин жутуусу

v -титранттын эквивалент чекитинен кийинки кошулган көлөмү.

a_1, v_1, a_2, v_2 тендеменин коэффициенттери

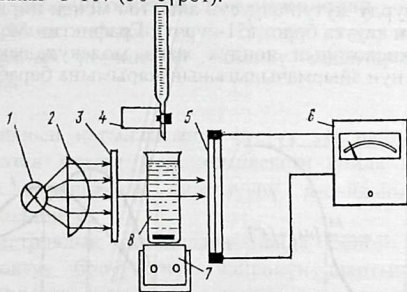
Тендемени чыгаруу менен көлөмдү табат

$$A_1 = A_2; a_1 + v_1 v = a_2 + v_2 v;$$

$$v = \frac{a_1 - a_2}{v_1 - v_2};$$

Көлөмдү билүү менен эритменин концентрациясын эсептеп алууга болот.

Фотометриялык титрлөөнү жүргүзүү үчүн атайын прибор иштелип чыккан -Т-107 (50-сүрөт).

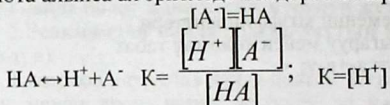


52-сүрөт. Фотометриялык титрлөөчү аспаптын оптикалык схемасы.

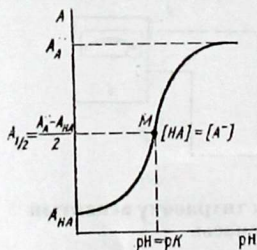
Жарык булагынан чыккан нур (1), конденсор (2), жарык фильтри (3), эритмелүү кювета (8) аркылуу өтүп фотоэлементке (5) келип түшөт. Пайда болгон ток өлчөөчү прибордо (6) катталат. Кюветадагы эритме магниттик аралаштыргыч (7) менен аралаштырылат. Эритмени титрлөө

прибордун автоматташтырылган бөлүгү (4) менен жүргүзүлөт.

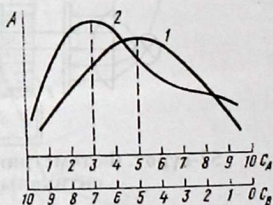
Фотометриялык методду колдонуп кислоталардын, негиздердин иондошуу ошондой эле түстүү комплекстик бирикмелердин туруксуздук константасын аныктайт. Кислоталардын иондошуу константасын график жолу менен аныктоо жарык нурунун рН чөйрөсүнө карата жутулушун изилдөөсүнө негизделген. Эгерде изилденүүчү зат катарында кислота алынса ал эритмеде иондорго ажырайт.



Эритмеде $[\text{H}^+]$ иондорунун ашыкча саны болгондуктан кычкыл чөйрөдө кислота ионго ажырабайт. Ал эми щелочтуу чөйрөдө кислота толугу менен иондук формада кездешет. Бир эле кислотанын молекула жана ион түрүндөгү формасы нурду жутуусу боюнча айырмаланат. Эгерде концентрациясы белгилүү болгон кислотанын эритмесинин рН чөйрөсүнө карата нурду жутуп алуусун аныктоо менен ийри титрлөөнүн графигин алууга болот (51-сүрөт). Графиктин М, чекитиндеги жутуу кислотанын иондук жана молекулалык формадагы жутуусунун айырмачылыгынын жарымына барабар.



53-сүрөт. Кислотанын рК көрсөткүчүн фотометриялык жолу менен аныктоо



54-сүрөт. Изомолярдык графиктин жардамы менен комплекстик кошулмалардын пайда болушун аныктоо.

$$A_{\text{HA}} : A_{1/2} = (A_{\text{A}} - A_{\text{HA}}) / 2$$

Бул чекитте кислотанын эки формасынын концентрациясы бири-бирине барабар.

$$[A^-] = [HA] \text{ жана } \text{pK} = \text{pH}$$

Ошондой эле фотометриялык метод комплекстик бирикмелердин курамын изилдөөгө мүмкүнчүлүк берет. Комплекстик бирикмелердин курамын аныкташ үчүн изомолярдык методду колдонуп А жана В компоненттеринен молярдык концентрациялары жана көлөмдөрү бирдей болгон бир нече эритмелерди даярдайт. Эки компоненттин эритмелерин төмөнкү катышта аралаштырат: 1/9; 2/8; 3/7; ... 9/1 жана графигин тургузат (52-сүрөт). График боюнча караганда максималдуу жутуу 5:5 катышта туура келет, 5:5=1:1 же [AB] ошондой 3:7=1:2 же [A₁B₂]

27.3. Фотометриялык реакциялар

Фотометрияда колдонулуучу түстүү кошулмаларды алуучу химиялык реакциялар төмөнкү талаптарга жооп берүүсү зарыл:

1. Реакциянын натыйжасында түстүү зат пайда болуу керек. Максатка жетиш үчүн комплексти пайда кылуучу хромофордук группаларды киргизүүнү, π-байланыштарды көбөйтүүнү колдонуу.

2. Фотометриялык реакциядан пайда болгон заттын курамы турактуу болуу үчүн чөйрөнүн шартын түзүү, реагенттин ашыкча санын алуу, реакцияны жүргүзүү үчүн оптималдуу убакытты иштеп чыгуу.

3. Фотометриялык реакциядан алынган заттын түсүнүн интенсивдүүлүгү жогору жана анын молярдык жутуусу 5000-10000 нмден кем болбошу керек. Бул учурда реакциянын сезгичтиги камсыз болот.

4. Бардык фотометриялык өлчөөлөр бирдей шартта жүргүзүлөт (рН, температура, эритмелердин көлөмдөрү)

5. Фотометриялык реакциялар мүмкүн болушунча аныкталуучу компонент менен гана реакцияга кирүүсү жана тандалмалуу болуусу талапка ылайык келет.

27.4. Атомдук спектралдык анализ

Атомдук спектралдык анализде заттардын атомдорунун ультрафиолет жана көзгө көрүнгөн нурларды өзүнө сиңиргенин же чыгаруусун өлчөйт. Изилденүүчү затты эритме же кургак түрүндө жогорку температурадагы жалынга киргизкенде молекуланын кандайдыр бир бөлүгү атомдорго ажырайт. Бул метод экиге бөлүнөт эмиссиялык жана атомдук абсорбциялык анализ.

Эмиссиялык спектралдык анализ

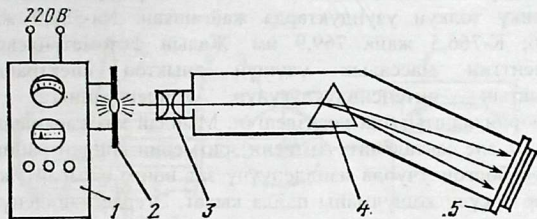
Эмиссиялык спектралдык анализ атомдор чыгарган нурдун интенсивдүүлүгүн өлчөөгө негизделген. Атомдор жогорку температуранын таасири астында ($2000-5000^{\circ}\text{C}$) дүүлүккөн абалга келет жана (10^{-8} сек) энергиясы белгилүү болгон жарык нурун чыгарат. Бул учурда атом алгачкы абалына келет. Чыккан нурдун толкун узундугу жана жыштыгы ар бир атомго мүнөздүү келет жана ал Планктын формуласы боюнча жазылат.

$$\nu = (E_1 - E_2)/h = c/\lambda; \quad \lambda = ch/(E_2 - E_1),$$

E_1 -дүүлүккөн атомдун энергиясы; E_2 -атомдун негизги абалындагы энергиясы; h -Планктын турактуусу; ν - толкундун жыштыгы; λ -толкун узундугу; c -жарыктын ылдамдыгы.

Зат жогорку температурадагы жалында энергиясы белгилүү квантты бөлүп чыгарат. Ушунун натыйжасында спектрде бир канча спектралдык мүнөздүү сызыктар пайда болот. Мисалы; натрийге туура келген спектралдык сызыктар төмөнкү толкун узундуктарда жайланышкан: 259,3; 208,4; 285,3; 330,3; 449,7; 456,8 нм. Ушул сызыктар боюнча

изилденүүчү эритмеде натрийдин бар экендигин ошондой эле алардын интенсивдүүлүгү боюнча анын санын аныктоого болот. Эмиссиялык спектрограф (53-сүрөт)



55-сүрөт. Эмиссиялык спектрографтын оптикалык схемасы.

Жарык булагынан (1), электроддордон (2) турат. Эгерде электроддорго изилденүүчү эритменин үлгүсүн жалынга киргизкенде учкун разряды же электрдик жаа пайда болот. Андан чыккан нур конденсор (3) аркылуу өтөт жана призмада (4) (же дифракциялык торчодо) спектрге айланат. Пайда болгон спектр фотопластинкага (5) же фотоэлементке келип түшөт. Фотопластинкага түшкөн спектралдык сызыктарды спектропроектор же өлчөөчү микроскоп менен аныктайт. Эмиссиялык спектралдык анализдин сезгичтиги $1 \cdot 10^{-10}$ г барабар жана анын жардамы менен минералдарды, тоо тектерин, кендерди, металлдарды, куймаларды анализдейт. Ошондуктан ал төмөнкү тармактарда кеңири колдонулууда: геологияда, металлургияда, машина курууда жана океанологияда.

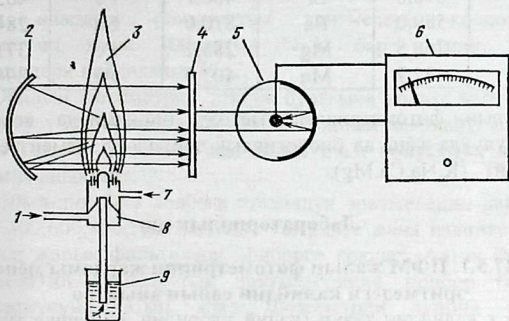
27.5. Жалын фотометриясы

Жалын фотометриясы төмөнкү температуралык жалында атомдордун термикалык дүүлүгүүсүнө негизделген. Пайда болгон нур чыгаруу фотоэлементтин жардамы менен

катталат. Алынган спектралдык сызыктар жакынкы деңгээлде жайгашкан электрондор дүүлүгүп негизги абалга өтүшүнө туура келет. Мисалы, натрийди, калийди жалын фотометриялык аныктоодо алынган спектралдык сызыктар төмөнкү толкун узундуктарда жайгашкан: Na-589,0 жана 598,6; K-766,5 жана 769,9 нм. Жалын фотометриясында элементтин массалык үлүшүн аныктоо спектралдык сызыктын интенсивдүүлүгүнүн концентрацияга түз пропорциялаштыгына негизделген. Мындай көз карандылык дайыма эле сакталбайт. Анткени эритменин концентрациясы төмөн болгон учурда изилденүүчү зат ионго ажырайт жана начар эрүүчү кошулманы пайда кылат. Эгерде изилденүүчү эритменин концентрациясы чоң болсо анда нур өздүк сиңирип алууга дуушар болот. Жалын фотометриясында жалындын температурасы ал үчүн колдонулган газга байланыштуу: жаратылыш газы аба-1700-1800⁰С, ацетилен-аба-2200⁰С, ацетилен-кычкылтек-3000⁰С. Жалындын температурасынын аймагынын айрымачылыгын эске алыш өтө кыйын. Ошондуктан жалын фотометриясында эталондук (стандарттык) эритмелер колдонулат. Жалын фотометриясында эки типтеги приборлор колдонулат-жалын фотометрлери жана спектрофотометрлер. Фотометрлерде спектралдык сызыктарды абсорбциялык жана интерферендик жарык фильтрлери бөлүп чыгарат. Фотометрлердин жардамы менен анча көп болбогон щелочтуу жана щелочтуу жер элементтерин аныктайт-калий, натрий, литий, кальций ж.б. Жалын фотометрлеринде иштөөнүн методикасы төмөнкү этаптарга бөлүнөт: 1) Изилденүүчү үлгүнү анализге (эритүү) даярдоо; 2) Эритмени жалынга киргизүү; 3) анализденүүчү элементтин атомунун спектралдык сызыгын бөлүп алуу; 4) спектралдык сызыктын интенсивдүүлүгүн өлчөө; 5) үлгүдөгү заттын концентрациясын эсептөө.

Анализденүүчү эритмени абанын агымы менен бирге пульверизатордун жардамы менен жалынга киргизет. Ири

тамчылар агып түшөт, ал эми пайда болгон аэрозоль аралаштыргычта ысык газ менен аралашып кайрадан жалынга киргизилет (54-сүрөт).



56- Сүрөт. Жалын фотометриясынын оптикалык схемасы.

1-кычкылтекти берүүчү түтүк, 2-күзгү, 3-жалын, 4-жарык фильтри, 5-фотозэлемент, 6-каттоочу прибор, 7-газды берүүчү түтүк, 8-аралаштыргыч, 9- изилденүүчү эритме.

Эритмедеги заттын концентрациясы өлчөөчү грифигтин жардамы аркылуу аныкталат (токтун мка)- концентрациядан ($\text{мкг}/\text{см}^3$) болгон көз карандылыгы боюнча график тургузулат). Жалын фотометриясынын сезгичтиги төмөнкү факторлордон көз каранды: спектралдык сызыктын интенсивдүүлүгүнөн, анализденүүчү эритменин химиялык курамынан жана прибордун стабилдүү иштешинен.

**Жалын фотометриясындагы элементтердин маанилүү
аналитикалык сызыктары**

Элемент	$\lambda, \text{нм}$	элемент	$\lambda, \text{нм}$	элемент	$\lambda, \text{нм}$
Li	670,8	Sr	460,7	Pb	405,7
Na	589,0	Ba	870,0	Sn	284,0
K	766,5	Mg	285,2	Fe	371,9
Ca	422,7	Mn	403,0	Al	394,4

Жалын фотометриялык методу биохимияда кеңири колдонулууда жана ал биологиялык чөйрөдөгү элементтерди аныктайт (K, Na, Ca, Mg).

Лабораториялык иш

27.5.1. ПФМ жалын фотометринин жардамы менен эритмедеги калийдин санын аныктоо

0,5 г калийдин тузун (калий хлоридин же башка тузун) таразага тартып 50 мл.дик стаканга салып дистирленген сууга эритет. Пайда болгон эритмени 250мл өлчөөчү колбага куюп көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет жана аралаштырат.

Даярдалган изилденүүчү эритмени фотометрдин стаканына куюп жана ага түтүктү орнотот. Эритмени чачыраткандан кийин (10-15сек) микроамперметрдин шкаласы боюнча токтун санын жазып алат. Ар бир аныктоонун алдында дистирленген сууну жалынга алып баруу менен прибордун жебесин нөлгө келтирүү керек. Ошондой эле ишти аткаруу учурунда жалын фотометриндеги абанын жана газдын басымы турактуу болуусу талапка ылайык келет. Калийдин эритмедеги санын (мкг/мл) график боюнча аныктайт.

27.5.2. Биргелешкен эритмедеги натрийдин жана калийдин санын жалын фотометринде (ФЛАФО-4) аныктоо

Эритмедеги натрийдин жана калийдин санын аныктоо үчүн алардын стандарттык эритмелери колдонулат: 500мкг/мл жана 100мкг/мл Na, K бар натрий, калий хлориддери пайдаланылат.

Жалын фотометрин токтуң булагына кошот жана ишти аткаруу үчүн приборду көрсөтмө боюнча даярдайт. Абанын жана газдын басымын жалындын ички конусунун өлчөмү боюнча аныктайт.

50мл-дик беш колбага эталондук эритмелерди даярдайт (200,400,600,800,1000 мкг/мл). Натрийге жана калийге туура келген жарык фильтрлери приборго коюлат. Алгач бир эле элементтин стандарттык эритмелеринин прибор боюнча көрсөтүүсүн жазып алат. Фотометрди экинчи жарык фильтирине которуу менен кийинки элементтин стандарттык эритмелеринин прибор боюнча көрсөтүүсүн аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат. Ушундай эле жол менен изилденүүчү эритменин көрсөтүүсүн фотометрде өлчөйт жана график боюнча эритмедеги натрийдин, калийдин санын аныктайт. График боюнча табылган санды 50 көбөйтүп анализденүүчү эритмедеги натрийдин, калийдин массасын табат.

27.6. Атомдук абсорбциялык спектралдык анализ

Эркин (дүүлүккөн) атомдордун нурду жутуп алуусуна негизделген аналитикалык метод **атомдук-абсорбциялык анализ** деп аталат. Электрондун негизги абалынан жакынкы жогорку энергетикалык деңгээлге өтүшү нур чыгаруу менен коштолот.

Изилденүүчү заттын эритмесин жалынга чачыратып сепкенде атомдук буу пайда болот. Бул учурда атомдордун бир аз бөлүгү дүүлүккөн абалга өтөт, ал эми көпчүлүгү

негизги абалда кала берет. Плазмадагы дүүлүкпөгөн эркин атомдордун ар бир элементке туура келген толкун узундуктагы нурду жутат. Ошондуктан бул метод жогорку сезгичтикке ээ жана ал 10^{-4} % заттын концентрациясын аныктайт. Атомдордун жарыкты жутуусу алар аркылуу өткөн монохромацияланган нурдун интенсивдүүлүгүнүн начарлашы плазманын катмарынын калыңдыгынан жана атомдордун концентрациясынан көз каранды:

$$J_v = J_{0\text{exp}} - (K_v l c) \quad (1)$$

J_v – монохромацияланган нур

J_0 – плазмага түшкөн монохромацияланган нурдун интенсивдүүлүгү

K_v – жутуу коэффициенти

l – плазманын катмарынын калыңдыгы

c – нурду жуткан атомдордун концентрациясы

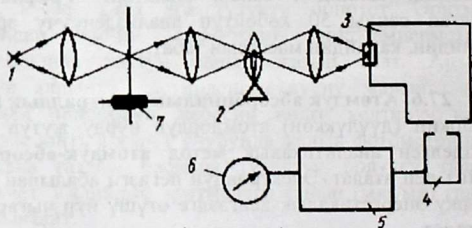
Жогорудагы туюнтманы логарифмалайбыз:

$$A = \lg(J_v / J_0) K_v l c \quad (2)$$

A – плазманын жутуучу катмарынын абсорбциялуулугу

K_v – абсорбция коэффициенти

Атомдук-абсорбциялык анализдин аппаратурасы төмөнкү бөлүктөрдөн турат: жарык чыгаруучу генератордон, газ күйгүзгүчтөн, монохроматордон, фотоэлементтен, өзгөрмөлүү токту күчөтүүчүдөн жана өлчөөчү прибордон турат. Атомдук-абсорбциялык анализдин оптикалык схемасы боюнча жарык (1), изилденүүчү эритме чачыратылган жалын (2) аркылуу монохроматорго (3) келип түшөт.



57-сүрөт. Атомдук абсорбциялык анализдин оптикалык схемасы.

Андан бөлүнүп чыккан нур фотоэлементте (4) токко айланат. Пайда болгон ток күчөтүлөт (5) жана өлчөөчү прибордо (6) катталат. Изилденүүчү эритмени жалынга киргизе электеги жана жалындагысындагы нурдун интенсивдүүлүгүн өлчөйт. Алардын айрымасы абсорбциялуулукту жана аныкталуучу элементтин концентрациясын билдирет. Нурду спектрге ажыратуучу катары призма же дифракциялык торчо колдонулат. Негизинен атомдук-абсорбциялык анализ ультрафиолет жана көзгө көрүнгөн нурларды изилдейт.

Мезгилдик системадагы көпчүлүк элементтерди атомдук-абсорбциялык спектроскопиянын жардамы менен аныктоо мүмкүнчүлүгү ал методдун тандалмалуулугу, сезгичтиги, тактыгы жана анализдин тез аткарылышы аны кеңири колдонууга алып келди. Мисалы, металлургияда, тоо-кен жана химиялык өнөр жайда, айыл чарбасында, экологиялык изилдөөлөрдө, тамак-аш өнөр жайында, биохимияда жана медицинада.

28-глава. Анализдин электрохимиялык методдору

Изилденүүчү эритмедеги электрохимиялык кубулуштарды өлчөөгө негизделген метод электрохимиялык деп аталат. Электрохимиялык кубулушту өлчөө эки электроду орнотулган изилденүүчү эритмеси бар электрохимиялык ячейканын жардамы менен жүргүзүлөт. Эритмедеги электрохимиялык процесстердин жүрүшү электроддордун ортосундагы потенциалдардын пайда болуусуна жана өзгөрүүсүнө алып келет. Жалпысынан электрохимиялык методдор экиге бөлүнөт:

1. Электрохимиялык ячейкадагы потенциалдардын айырмасын өлчөөгө негизделген метод потенциометриялык деп аталат. Бул метод электроддордун ортосундагы пайда болгон потенциалдардын электрохимиялык реакцияга

катышкан иондордун концентрациясынан болгон көз карандылыгын изилдейт.

2. Электрохимиялык ячейкадагы электр өткөрүмдүүлүктү, эритме аркылуу өткөн токтун санын, сырттан берилген потенциалга карата токтун көз карандылыгын өлчөөгө негиздеген.

Потенциометриялык методду колдонуу учурунда электрохимиялык ячейка катары гальваникалык элемент колдонулат жана анда кычкылдануу-калыбына келүү реакциясынын негизинде электр тогу пайда болот. Гальваникалык элемент-изилденүүчү эритмеден жана эки электроддон турат. Эки электроддун бирөөсү индикатордук деп аталат жана анын потенциалы заттын концентрациясынан көз каранды, экинчисинин потенциалы турактуу келет ошондуктан ал салыштырмалуу деп аталат. Индикатордук электроддун потенциалын дайыма салыштырмалуу электроддо карата өлчөйт. Сырттан берилген потенциалдын таасири астында электролитикалык ячейкада электролиз процесси жүрөт (зат кычкылданат жана калыбына келет). Электрохимиялык анализдин методун колдонуу менен анализденүүчү заттын концентрациясын прибордун көрсөтүүсү боюнча жана титрлөө жолу боюнча аныктайт. Ошого байланыштуу электрохимиялык анализ потенциометрия жана потенциометриялык титрлөө; кондуктометрия жана кондуктометриялык титрлөө болуп бөлүнөт.

28.1. Потенциометрия

Потенциометрия аныкталуучу заттын эритмесине салынган эки электроддун ортосунда пайда болгон потенциалдардын айырмасын өлчөөгө негизделген. Электроддо жүргөн кычкылдануу-калыбына келүү процессинин негизинде электрдик потенциалдар пайда болот. Реакциянын натыйжасында кычкылдандыруучу-калыбына келтирүүчү заттар пайда болот. Алардын потенциалы

Нерстин теңдемеси боюнча аныкталат.

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[кыч]}{[калыб]}$$

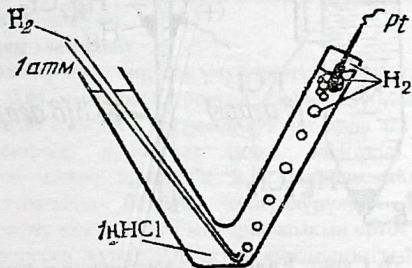
Потенциометриялык өлчөөнү жүргүзүү үчүн индикатордук жана салыштырмалуу электроддордун бир нече түрлөрү колдонулат.

Салыштыруучу электроддор

Эгерде электрод белгилүү металлдан даярдалса жана анын тузунун эритмесинин концентрациясы белгилүү болсо анда анын потенциалы да турактуу мааниге ээ болот. Негизги стандарттык электрод катары шарттуу түрдө потенциалы нөлгө барабар деп кабыл алынган суутектик электрод колдонулат.

Нормалдуу суутектик электрод

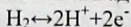
Бул электрод бир жагы жабык болгон жөнөкөй формадагы айнек түтүктөн турат (56-сүрөт).



58-Сүрөт. Суутектик электродун түзүлүшү.

Оң жагына платина зымы киргизилген жана ага бети быдыр болгон платина пластинкасы данакерленген. Айнек түтүгү суутектин концентрациясы 1г-ион/л барабар туз кислотасы менен толтурулган. Ошондой эле айнек түтүккө басымы бир атмосферага барабар болгон таза суутекти

киргизет. Молекула түрүндөгү суутектин белгилүү бир бөлүгү платинага адсорбцияланат жана ионго ажырайт.

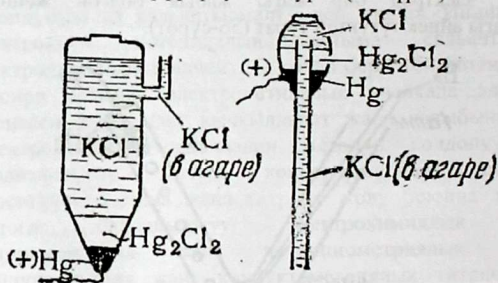


Платина суутек менен каныктырылгандыктан аны эритмеге салганда ал суутек электроду катарында иштейт. Ошондой эле ал суутектин ионунун концентрациясынан, газ абалындагы суутектин басымынан жана температурадан көз каранды. Суутектин ионунун активдүү концентрациясы

$a_{\text{H}^+} = 1$ г-ион/л, басымы $\text{H}_2 = 1$ атм болгондо суутек электродунун потенциалы шарттуу түрдө нөлгө барабар деп кабыл алынган.

Каломель электроду

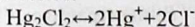
Каломель электроду металлдан (сымап) жана начар эрүүчү сымаптын тузунан (каломель) ошондой эле окшош аниондуу жакшы эрүүчү туздан турат (57-сүрөт).



59- Сүрөт. Каломель электродунун түзүлүшү

Электрод иштеген учурда сымап калыбына келет.

$\text{Hg}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Hg}$ ал эми сымаптын иону каломельдин диссоциациясынан пайда болот.



Электроддун потенциалы сымаптын ионунун кансентрациясынан көз каранды ошол эле учурда анын

концентрациясы хлор иондорунун концентрациясы боюнча аныкталат. Ошондой эле хлор иондорунун көпчүлүк саны калий хлоридинин диссоциациясынан пайда болот. Ошондуктан каломель электродунун потенциалы төмөнкү теңдеме боюнча аныкталат

$$E^0 = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln a_{Cl^-}$$

Демек, каломель электродунун потенциалы эритмедеги хлор ионунун активдүүлүгүнөн көз каранды.

Аныктоочу электроддор

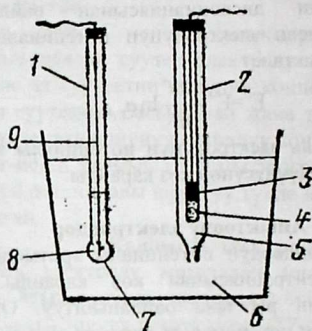
Айрым электроддордун потенциалы эритмедеги суутек иондорунун концентрациясынан көз каранды, башкача айтканда эритменин рН ына байланыштуу. Ошондуктан мындай электроддун потенциалын аныктоо менен эритменин рН эсептеп алууга болот.

Көбүнчө аныктоочу катарында айнек жана хингидрондук электроддор колдонулат.

Айнек электроду

Айнек электроду – бир жак учу үйлөтүлгөн шарга окшош калыңдыгы 0,01 мм барабар болгон айнек түтүгүнөн турат. Айнек түтүгүнө 0,1м НСІ эритмеси куюлат жана ага хлордуу күмүш электроду орнотулат (ички электрод). Айнек электродунун иштөө принциби Б.П. Никольскийдин ион алмашуу теориясы боюнча түшүндүрүлөт: Электрод салынган эритме менен айнек мембранасынын ортосунда ион алмашуу процесси жүрөт. Айнектин курамындагы Na^+ иону эритмедеги H^+ ионуна алмашат жана алардын ортосунда теңдештик түзүлөт. Кычкыл чөйрөдө H^+ иону айнектеги Na^+ ионун толугу менен сүрүп чыгарат жана айнек электрод суутектик электрод катары иштейт. Демек, айнек мембрана жана изилденүүчү эритменин чегинде потенциал пайда болот жана ал эритмедеги суутек ионунун концентрациясынан көз каранды. Айнек электродунун жардамы менен рН-2 ден 12ге

чейин аныктайт. Айнек жана каломель электродунан түзүлгөн чыжырдын жалпы схемасы (58-сурет).



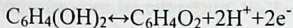
60- Сурет. Айнек жана каломель электроддоруна түзүлгөн чынжырдын схемасы.

Айнек электроду		Каломель электроду	
Ички электрод	Айнек мембранасы	Изилденүүчү эритме	Тышкы электрод
$\text{Ag} / \text{AgCl}; \text{HCl}$			$\text{KCl}; \text{Hg}_2\text{Cl}_2 / \text{Hg}$
E_{AgCl}			$E_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2}$
E_1	E_2	E_D	

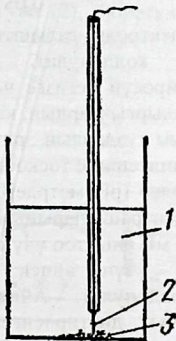
E_{AgCl} жана $E_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2}$ потенциалдары турактуу. Ошондой эле мембранын ички бетинин потенциалы E_1 -стабилдүү келет. E_D - диффузиялык потенциал кичине болгондуктан аны эске албай коюуга болот. Чынжырдын электр кыймылдаткыч күчү изилденүүчү эритмедеги суутек ионунун концентрациясынан көз каранды болуучу E_2 - потенциалынан көз каранды.

Хингидрон электроду

Айрым редокс – системалардын потенциалдары эритмелердин рН чөйрөсүнөн көз каранды. Хингидрон эки заттан турат: хинон жана гидрохинон. Булардын эквимольдук катышы кара – жашыл ийне түрүндө кристалды пайда кылат жана ал хингидрон деп аталат. Аны эриткенде алардын ортосунда кыймылдуу теңдештик пайда болот.



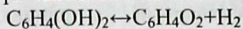
Реакциянын теңдемесинен көрүнүп тургандай эритмедеги суутек ионунун концентрациясынын көбөйүүсү теңдештикти оң ал эми анын азайышы сол жакка жылдырат. Демек редокс-потенциалдын өзгөрүүсү эритменин рН чөйрөсүнөн көз каранды. Эритменин рН чөйрөсүн аныктоо үчүн хингидрон электродун колдонушат. Бул электрод изилденүүчү эритмеге платина зымы салынган жана эритмеге анча көп болбогон хингидрон кошулган түзүлүштөн турат (59- сүрөт).



61 - сүрөт. Платина электродунун түзүлүшү.

Платина электродунун жанында хинон менен гидрохинондун ортосунда реакция жүрөт. Натыйжада суутек

бөлүнүп чыгат жана ал платинаны каныктырат.



Хингидрон электроду суутек электрод катары иштейт жана анын потенциалы суутек ионунун концентрациясынан көз каранды.

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \lg \frac{[\text{гидрохинон}]}{[\text{хинон}]}$$

Каныктырылган эритмеде гидрохинондун жана хинондун концентрациясы турактуу болгондуктан электроддун потенциалы суутек ионунун концентрациясынан көз каранды.

$$E = E^0 - 0,0577 \lg \frac{1}{C_{\text{H}^+}} = E^0 - 0,0577 \text{ рН}$$

$t = 18^\circ\text{C}$ та хингидрон электродунун нормалдуу потенциалы 0,7044в барабар

$$E = 0,7044 - 0,0577 \text{ рН мындан}$$

$$\text{рН} = \frac{0,7044 - E}{0,0577};$$

Хингидрон электроду салыштыруучу жана аныктоочу электрод катары колдонулат. Анын жардамы менен эритменин рН чөйрөсүн сегизге чейин гана так аныктоого болот. Кычкылдандыргычтардын, калыбына келтиргичтердин ошондой эле айрым туздардын эритмеде болуусу хингидрон электродунун так иштешине тоскоолдук кылат.

Потенциометрлер (рН метрлер) рН, ошондой эле башка иондордун концентрацияларынын көрсөткүчтөрүн рNa, рK, рNH₄, рCl жана мВ аныктоо үчүн колдонулат.

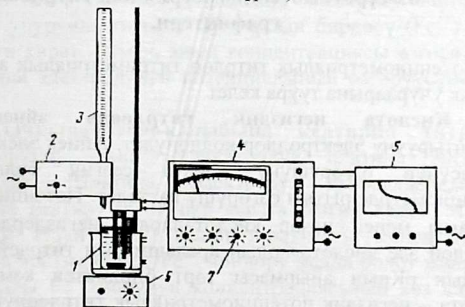
рНты өлчөө үчүн айнек жана хлордуу күмүш электроддору колдонулат. Айнек электродунун бетин гидратациялоо үчүн дистирленген сууга же 0,1 н туз кислотасына бир суткага салып коет. Хлордуу күмүш электродун калийдин хлоридинин каныккан эритмеси менен толтурат. Ушундай жол менен даярдалган электроддорду приборго кошот жана аларды штативге орнотот. рН ты өлчөө

үчүн электроддорду аныкталуучу заттын эритмесине чөгөрөт жана прибордун шкаласы боюнча аныкталат. Анализ жүргүзүү үчүн алгач стандарттык буфердик эритмелердин жардамы менен рН метрди калибровкалайт: рН метрди потенциометриялык титрлөө үчүн да колдонулат.

28.2. Потенциометриялык титрлөө

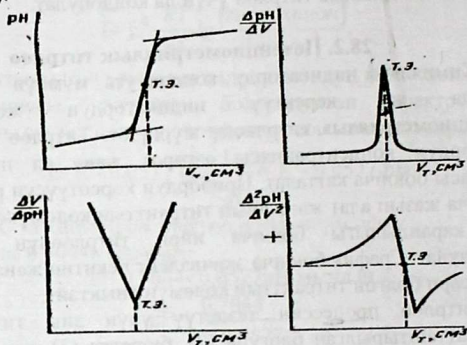
Химиялык индикаторду колдонууга мүмкүн болбогон учурда же керектүү индикатордун жоктугунан потенциометриялык титрлөөнү жүргүзөт. Титрлөө учурунда иондордун концентрациясы өзгөрөт жана ал прибордун шкаласы боюнча катталат. Прибордун көрсөтүүсүн рН же мВ боюнча жазып алат жана анын титранттын көлөмүнөн болгон көз карандылыгы боюнча ийри титрлөөнүн графиги тургузулат. График боюнча эквивалент чекитин жана титрлөө үчүн сарп болгон титранттын көлөмүн аныктайт.

Титрлөө процессин тездетүү үчүн аны титрлөөнүн автоматташтырылган блогуна (2), бюретка (3), өзү жазуучу (5) системасына бириктирет (60-сүрөт).



62 -сүрөт. Потенциометриялык титрлөө үчүн колдонулуучу аспап.

Өзү жазуучу прибор ийри титрлөөнүн графигин кагаз лентасына сызат. Эквивалент чекитин так аныктоо үчүн дифференциалдык ийри титрлөөнүн графигин колдонушат (63-сүрөт).



63-сүрөт. Потенциметриялык титрлөөнүн графигери.

Потенциметриялык титрлөө титриметриялык анализдин бардык учурларына туура келет.

1. **Кислота негиздик титрлөөдө** айнек жана салыштыруучу электроддор колдонулат. Айнек электродду рН чөйрөсүнүн өзгөрүшүнү карата сезгич болгондуктан потенциометрде рНтын өзгөрүшү катталат. Потенциометрдин жардамы менен начар кислоталарды, негиздерди ($pH < 8$) ошондой эле кислоталардын аралашмасын титрлейт. Эгерде алардын рКнын айырмасы төрт бирдиктен кем болбосо кислота – негиздик потенциометриялык титрлөөнүн графиги формасы боюнча анализдин химиялык жолу менен алынган графикке окшош келет. Ошондуктан потенциометриялык метод титрлөөнүн графигин тургузууга, титрлөө үчүн

индикаторду тандоого жана кислоталардын, негиздердин константасын аныктоого мүмкүнчүлүк түзөт.

2. **Чөктүрүп титрлөө** үчүн электрод катары металл электроду жана аныкталуучу ион колдонулат. Мындай электрод металлдын ионунун концентрациясына сезгич келет. Мисалы, күмүштүн зымынан жасалган электрод колдонулат. Мындай учурда күмүштүн туздарын галогениддер менен титрлейт же тескерисинче галогениддердин аралашмасын (NaCl , NaJ) титрлөө учурунда биринчилерден болуп иод, андан кийин хлор чөгөт жана титрлөөнүн графигинде эки секирик пайда болот. Анткени алардын эригичтигинин көбөйтүндүсү бири-биринен айырмаланып турат ($\text{ЭК}_{\text{AgCl}}=2 \cdot 10^{-10}$, $\text{ЭК}_{\text{AgI}}=1 \cdot 10^{-16}$).

3. **Комплексиметриялык титрлөөдө** металл электроду жана аныкталуучу металлдын иону колдонулат. Мисалы, Hg^{+2} ионду ЭДТАнын эритмеси менен титрлөө үчүн сымап электроду колдонулат. Эгерде эритмеде кычкылдандыруучу жана калыбына келтирүүчү жуптар болгон учурда ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$; $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}$; $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$) платина электроду иштетилет. Титрлөө учурунда титрант жуптардын бирөөсү (Fe^{3+}) менен реакцияга кирет. Демек, анын концентрациясы өзгөрөт жана ал платина электродунун потенциалынын өзгөрүүсүнө алып келет.

4. **Кычкылдантып-калыбына келтирип титрлөөдө** салыштыруучу жана индикатордук платина электроду колдонулат. Платина электроду кычкылдандыруучу-калыбына келтирүүчү жупка карата сезгич келет. Мисалы, темирдин тузун (Fe^{2+}) калий дихроматы менен титрлөө учурунда эритмеде $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ иондору пайда болот жана анын потенциалы Fe^{2+} ионунун концентрациясынан көз каранды. Пайда болгон потенциал платина электроду аркылуу катталат.

Лабораториялык иш

28.2.1. Эритменин рНын иономер ЭВ-74 аныктоо

Алгач прибордун бурагычы аркылуу аны «t» жана «1-19» абалга келтирет. Ионометрди токко туташтырат жана отуз мүнөткө ысытат. Электроддорду дистирленген суу менен жууйт жана фильтр кагазы менен кургатат.

Иштин жүрүшү

Изилденүүчү эритмени иономердин стаканына куят жана ага электроддорду чөгөрөт. Андан кийин прибордун «катиондор, аниондор», «рХ» жана «1-19» деген клавишаларын басат. «1-19» шкаласы боюнча прибордун жебеси көрсөткөн диапазонду басат. Мисалы, прибордун жебеси 8-9 ортосунда болсо анда 4-9 деген диапазонду басат. «0-5» шкаласы боюнча прибордун жебесинин көрсөтүүсүн жазып алат жана ага алгачкы алынган диапазондун биринчи цифрасын кошот. Ушуну менен рН ты аныктоо бүтөт. Иономерди өчүрөт жана кийинки аныктоолорго чейин электроддорду дистирленген сууга салып коёт.

28.2.2. Топурактын эритмесиндеги калийди иономердин жардамы менен аныктоо.

Топурактын эритмесин даярдоо

Абада кургатылган жана майдаланган топуракты 20г техникалык таразага тартып аны 200млдик колбага салат жана ага 100мл дистирленген сууну куят. Топурактын эритмесин 10 мүнөткө ротаторго аралаштырыш үчүн коёт жана аны стаканга кагаз фильтри аркылуу чыпкалайт.

Калий хлоридинин стандарттык эритмесин даярдоо

Бир молярдуу калийдин хлоридин даярдайт (100мл). 100 мл-дик беш өлчөөчү колбаны алып аны номерлейт. Биринчи колбага бюретка аркылуу 10 мл калий хлоридинин эритмесин

куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Анын концентрациясы $[K^+]=1 \cdot 10^{-1}$ моль/л (стандарттык эритме 1). Стандарттык эритме 1 ден 10 мл пипетканын жардамы менен алып аны 100 мл-дик колбага куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. 2-стандарттык эритменин концентрациясы $[K^+]=1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Ушундай эле жол менен 3,4,5 стандарттык эритмелерди даярдайт жана алардын калий иону боюнча концентрациялары: $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ барабар.

Иономерди ишке даярдоо

Калий ион-селективдик электроду (ЭМ-К-01) штуцердин жардамы менен прибордун артындагы «Изм» уячасына хлордуу күмүш электродун «всп» га туташтырат. Температуралык компенсаторду прибордун артындагы автоматташтырылган режимге кошот. Приборду токтуң булагына кошуп «t», «-1-19» клавишасын басат жана аны 30 мүнөткө ысытыш үчүн коёт.

Калий-селективдик электродду стандарттык эритмелер боюнча калибровкалоо

Концентрациясы $[K^+]=1 \cdot 10^{-5}$ моль/л барабар болгон бешинчи эритме аркылуу калибровкалоону баштайт.

Пипетканын жардамы менен ушул эритмеден 20мл ди прибордун стаканчасына куюп жана ага электроддорду чөгөрөт. «t/», «pX» клавишасын басат жана «калибровка» кармагычынын жардамы менен прибордун жебесин «-1-19» шкаласы боюнча бешинчи (5) мааниге коёт жана 4-9 диапазонун басат. Калибровка кармагычы менен прибордун жебесин 0-5 шкаласы боюнча рН нын маанисин аныктайт. «t⁰» жана «-1-19» клавишаны басып приборду өчүрөт жана электроддорду дистирленген сууга салып коёт. Ушундай эле жол менен 4-1 чейинки стандарттык эритмелердин рН шын аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча өлчөөчү график

тургузат ординатага рК, абциссага $[K^+]$ моль/л.

28.2.3. Топурактын эритмесинин рК сын аныктоо

20 мл топурактан алынган эритмени прибордун стаканчасына куюп ага электроддорду чөгөрөт. «+/-» жана «рХ» клавишасын басат. «-1-19» шкаласы боюнча рКнын диапазонун табат. Табылган диапазонду басып «0-5» шкаласы боюнча рКнын такталган маанисин жазып алат жана график боюнча калийдин санын табат. Калийдин массасын аныкташ үчүн анын концентрациясын топурактын эритмесинин көлөмүнө жана калийдин эквивалентине көбөйтөт.

28.2.4. Топурактан алынган эритмеден аммонийдин санын иономердин жардамы менен аныктоо

Топурактын эритмесин даярдоо ыкмасы буга чейинки лабораториялык иште көрсөтүлгөндөй эле аткарылат (K^+ аныктоо).

Аммонийдин хлоридинин стандарттык эритмелерин даярдоо

Бир молярдуу аммонийдин хлоридин даярдайт (100мл). 100 мл-дик беш өлчөөчү колбаны алып аны номерлейт. Биринчи колбага бюретка аркылуу 10 мл аммоний хлоридинин эритмесин куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Анын концентрациясы $[NH_4^+] = 1 \cdot 10^{-1}$ моль/л (стандарттык эритме 1). Стандарттык эритме 1 ден 10 мл пипетканын жардамы менен алып аны 100 мл-дик колбага куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. 2-стандарттык эритменин концентрациясы $[NH_4^+] = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Ушундай эле жол менен 3,4,5 стандарттык эритмелерди даярдайт жана алардын аммоний иону боюнча концентрациялары: $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ барабар.

Иономерди ишке даярдоо

Аммоний ион-селективдик электроду (ЭМ -NH₄-01) штуцердин жардамы менен прибордун артындагы «Изм» уячасына хлордуу күмүш электродун «всп» га туташтырат. Температуралык компенсаторду прибордун артындагы автоматташтырылган режимге кошот. Приборду токтун булагына кошуп «t», «-1-19» клавищасын басат жана аны 30 мүнөткө ысытыш үчүн коёт.

Аммоний – селективдик электродду стандарттык эритмелер боюнча калибровкалоо

Концентрациясы [NH₄⁺]=1·10⁻⁵ моль/л барабар болгон бешинчи эритме аркылуу калибровкалоону баштайт. Пипетканын жардамы менен ушул эритмеден 20 мл-ди прибордун стаканчасына куюп жана ага электроддорду чөгөрөт. «t-», «рХ» клавищасын басат жана «калибровка» кармагычынын жардамы менен прибордун жебесин «-1-19» шкаласы боюнча бешинчи (5) мааниге коёт жана 4-9 диапазонун басат. Калибровка кармагычы менен прибордун жебесин 0-5 шкаласы боюнча рН нын маанисин аныктайт. «t⁰» жана «-1-19» клавищаны басып приборду өчүрөт жана электроддорду дистирленген сууга салып коёт. Ушундай эле жол менен 4-1 чейинки стандарттык эритмелердин рН шын аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча өлчөөчү график тургузат ординатага рК, абциссага [NH₄⁺] моль/л.

28.2.5. Топурактын эритмесиндеги рК сын аныктоо

20 мл топурактан алынган эритмени прибордун стаканчасына куюп ага электроддорду чөгөрөт. «+/-» жана «рХ» клавищасын басат. «-1-19» шкаласы боюнча рКнын диапазонун табат. Табылган диапазонду басып «0-5» шкаласы боюнча рКнын такталган маанисин жазып алат жана график боюнча калийдин санын табат. Аммонийдин массасын аныкташ үчүн анын концентрациясын топурактын

эритмесинин көлөмүнө жана аммонийдин эквивалентине көбөйтөт.

28.2.6. Топурактын эритмесиндеги нитраттын санын аныктоо

Калий нитратынын стандарттык эритмесин даярдоо

Бир молярдуу калийдин нитратынын эритмесин даярдайт (100мл). 100 мл-дик беш өлчөөчү колбаны алып аны номерлейт. Биринчи колбага бюретка аркылуу 10 мл калий нитратынын эритмесин куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Анын концентрациясы $[K^+] = 1 \cdot 10^{-1}$ моль/л (стандарттык эритме 1). Стандарттык эритме 1 ден 10 мл пипетканын жардамы менен алып аны 100 мл-дик колбага куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. 2-стандарттык эритменин концентрациясы $[NO_3^-] = 1 \cdot 10^{-2}$ моль/л. Ушундай эле жол менен 3,4,5 стандарттык эритмелерди даярдайт жана алардын нитрат иону боюнча концентрациялары: $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ барабар.

Иономерди ишке даярдоо

Нитрат – селективдик электроду (ЭМ $-NO_3 - 01$) штуцердин жардамы менен прибордун артындагы «Изм» уячасына хлордуу күмүш электродун «всп» га туташтырат. Температуралык компенсаторду прибордун артындагы автоматташтырылган режимге кошот. Приборду токтуң булагына кошуп «t», «-1-19» клавишасын басат жана аны 30 мүнөткө ысытыш үчүн коет.

Нитрат - селективдик электродду стандарттык эритмелер боюнча калибровкалоо

Концентрациясы $[NO_3^-] = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л барабар болгон бешинчи эритме аркылуу калибровкалоону баштайт.

Пипетканын жардамы менен ушул эритмеден 20 мл-ди прибордун стаканчасына куюп жана ага электроддорду чөгөрөт. «t/», «рХ» клавишасын басат жана «калибровка» кармагычынын жардамы менен прибордун жебесин «-1-19» шкаласы боюнча бешинчи (5) мааниге коёт жана 4-9 диапазонун басат. Калибровка кармагычы менен прибордун жебесин 0-5 шкаласы боюнча рН нын маанисин аныктайт. «t⁰» жана «-1-19» клавишаны басып приборду өчүрөт жана электроддорду дистирленген сууга салып коёт. Ушундай эле жол менен 4-1 чейинки стандарттык эритмелердин рН шын аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча өлчөөчү график тургузат ординатага рК, абциссага [NO₃] моль/л жайгаштырат.

28.2.7. Топурактын эритмесиндеги рNO₃ аныктоо

20 мл топурактан алынган эритмени прибордун стаканчасына куюп ага электроддорду чөгөрөт. «+/-» жана «рХ» клавишасын басат. «-1-19» шкаласы боюнча рК нын диапазонун табат. Табылган диапазонду басып «0-5» шкаласы боюнча рК нын такталган маанисин жазып алат жана график боюнча нитраттын санын табат. Нитраттын массасын аныкташ үчүн анын концентрациясын топурактын эритмесинин көлөмүнө жана нитраттын эквивалентине көбөйтөт.

28.2.8. Эритмедеги туз жана уксус кислоталарынын санын потенциометриялык титрлөө боюнча аныктоо

Анализденүүчү эритмени алып аны 100 мл дик өлчөөчү колбага куят жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет, аралаштырат. Пипетканын жардамы менен изилденүүчү эритмеден 10 мл алып титрлөөчү стаканга куюп жана ага индикатордук, салыштыруучу электроддорду чөгөрөт. Таза бюретканы натрий гидроксидинин эритмеси менен нөлгө чейин толтурат жана бюретканын ылдый жагын титрлөөчү стаканга түшүрөт.

pH метрди pH ты өлчөөчү абалга келтирет жана титрлеп баштайт. Алгач, бюреткадан титранттын эритмесин 1 мл ден кошот жана ошол замат pH ты өлчөйт. Ошол эле учурда эки секирик болоорун эске алуу керек: биринчиси анча чоң эмес, экинчиси негизги жана ал титрлөөнүн аяккы чекитине туура келет. Титрлөөнүн чегин билүү менен аны так титрлөөгө өтүү талап кылынат. Ошондуктан изилденүүчү эритмеден 10 мл алып, аны натрий гидроксидинин стандарттык эритмесинен 6 тамчыдан кошуп, биринчи секирикке чейин титрлейт. Титрлөөнү улантат жана экинчи секирикке жакындаганда титрантты эки тамчыдан кошуп, эки кислотага сарп болгон титранттын жалпы көлөмүн аныктайт (V_1). Туз кислотасынын эритмедеги санын аныктоо үчүн пипетканын жардамы менен изилденүүчү эритмеден титрлөөчү стаканга 10 мл алып, ага 20 мл ацетонду кошуп, аны натрий гидроксидинин эритмесинен 5 тамчыдан кошуп, биринчи секирикке чейин титрлейт (V_2). Уксус кислотасына сарп болгон натрий гидроксидинин көлөмүн алардын айырмачылыгынан табат.

$$V_1 - V_2$$

Туз, уксус кислоталарынын нормалдуулугун жана массаларын төмөнкү формула боюнча эсептеп алууга болот

$$m = \frac{V_1 C \Delta V_2}{V_3 \cdot 100}$$

m – туз жана уксус кислоталарынын массасы

V_1 – натрий гидроксидинин стандарттык эритмесинин титрлөөнүн аяккы чекитине чейин кеткен көлөмү

C – натрий гидроксидинин эритмесинин нормалдуу концентрациясы

Δ – туз жана уксус кислоталарынын эквиваленттик массасы

V_2 – изилденүүчү эритмеси бар өлчөөчү колбанын көлөмү

V_3 – титрлөө үчүн алынган изилденүүчү эритменин көлөмү

28.2.9. Эритмедеги туз жана орто фосфор кислоталарынын санын потенциометриялык титрлөө боюнча аныктоо

Пиптеканын жардамы менен изилденүүчү эритмеден 25 мл алып аны 100 мл дик стаканга куят. Изилденүүчү эритмеге айнек электродун жана 0,1 н KCl эритмеси толтурулган электролитикалык мостиктин бир учун чөгөрөт. Электролитикалык мостиктин экинчи учун 0,1 н KCl нин эритмеси жана хлордуу күмүш электроду бар идишке чөгөрөт. Электроддорду рН метрдин клеммаларына туташтырат. Бюретканы натрий гидроксидинин 0,02 н эритмеси менен нөлгө чейин толтурат. Алгач, титрлеп баштаганда натрий гидроксидинин эритмесинен 1 мл ден кошот жана ЭКК (электр кыймылдаткыч күчүн) өлчөйт. Эквивалент чекитине жакындаганда титранттан 0,05 мл ден кошот. Титрлөөнүн жыйынтыгы боюнча график тургузулат: ордината-Е, абцисса-V маанилери жайгаштырылат.

Ортофосфор кислотасынын массасы (г) төмөнкү формула боюнча эсептелет:

$$m = E(H_3PO_4) \cdot C(NaOH)(V_{NaOH}^{II} - V_{NaOH}^I) / 1000$$

Туз кислотасынын массасы

$$m = E(HCl) \cdot C(NaOH)(2V_{NaOH}^I - V_{NaOH}^{II}) / 100$$

V_{NaOH}^I жана V_{NaOH}^{II} биринчи жана экинчи эквиваленттик чекитке чейин титрлегенге кеткен натрий гидроксидинин көлөмү

Э – эквиваленттик массасы

С – натрий гидроксидинин нормалдуу концентрациясы.

Текшерүү суроолору

1. Металл жана анын тузунун эритмесинин ортосунда пайда болгон потенциал айырмасы кайсы механизм менен түшүндүрүлөт

2. Кайсыл учурда суутектик, күмүш, хингидрон жана платина электроддору индикатордук жана кайсыл учурда алар салыштыруучу электрод катары кызмат кылат.

3. Кычкылдантып-калыбына келтирип титрлөөдө секириктин потенциалына кандай факторлор таасир этет.

4. Эквивалент чекитин координаттарда дифференциялдык жол менен аныктоонун кандай артыкчылыктары бар

5. Нейтрализация методунда титрлөөнүн тактыгы кислотанын дисоциация константасынан кандайча көз каранды

6. Хингидрон электродунун түзүлүшү, иштөө принциби жана анын потенциалы эмне үчүн суутек ионунун концентрациясынан көз каранды

7. Айнек электродунун түзүлүшү, иштөө принцибин айтып бергиле

8. Суутек, каломель электроддорунун түзүлүшү, иштөө принциби жана алардын потенциалдары эмнеден көз каранды

9. Потенциометрдик титрлөөнүн электрдик схемасын чийгиле жана иштөө принцибин айтып бергиле.

29-глава. КОНДУКТОМЕТРИЯ. КОНДУКТОМЕТРИЯЛЫК ТИТРЛӨӨ

Кондуктометрия эритмелердин электр өткөрүмдүүлүгүн өлчөөгө негизделген. Эгерде заттын эритмесине эки электродду жайгаштыруу менен аларга сырттан потенциалдардын айырмасын таасир эткенде эритме аркылуу ток жүрөт. Башка электр өткөргүчтөр сыяктуу эле эритмелер да каршылык менен мөнөздөлөт жана каршылыкка тескери болгон чоңдук электр өткөрүмдүүлүгү деп аталат (см^{-1}). Эритменин каршылыгы R (Ом) электроддордун ортосундагы аралыкка l , эритменин өздүк каршылыгына ρ түз жана электроддордун аянтына тескери пропорциялаш S

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad l = \frac{1}{R};$$

l жана s бирге барабар болгондо өздүк каршылык ρ эритменин мүнөздөөчү катарында кабыл алынган. Өздүк каршылыкка тескери чоңдук өздүк электр өткөрүмдүүлүгү деп аталат жана ал каппа менен белгиленет (χ).

$$\chi = 1/\rho$$

Башкача айтканда, аралыгы 1 см , аянты 1 см^2 барабар болгон электроддордун ортосундагы эритменин электр өткөрүмдүүлүгү өздүк электр өткөрүмдүүлүгү деп аталат.

Ар бир заттын эритмеси эквиваленттик электр өткөрүмдүүлүгү боюнча мүнөздөлөт.

Аралыгы 1 см барабар болгон электроддордун ортосундагы 1 г -эквиваленти бар электролиттин электр өткөрүмдүүлүгү эквиваленттик электр өткөрүмдүүлүгү деп аталат (λ).

$$\lambda = \lambda \frac{1000}{C}; \quad C - \text{заттын концентрациясы, моль/дм}^3$$

Эритменин эквиваленттик электр өткөрүмдүүлүгү иондордун санынан жана кыймылынан көз каранды. Бир моль заттын электр өткөрүмдүүлүгү оң жана терс иондордун

суммасынан турат жана ал Фарадейдин санына көбөйтүлөт.

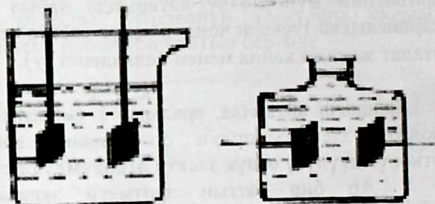
$$\lambda = \alpha F(U_+ + U_-) = \alpha(FU_+ + FU_-)$$

1 молго барабар болгон электрдин саны Фарадейдин турактуу санына барабар – F.

Кондуктометриялык өлчөөлөрдө эритменин электр өткөрүмдүүлүгү анын концентрациясы, иондордун кыймылы, ячейканын константасынын турактуулугу электроддордун өлчөмдөрү, алардын аралыгы, ячейканын формасы жана андагы эритменин көлөмү боюнча аныкталат.

$$L = KCU$$

Кондуктометриялык анализ кондуктометр приборунун жардамы менен эритменин каршылыгын өлчөөгө негизделген. Кондуктометриялык изилдөөлөрдө ячейканы тандоо белгилүү мааниге ээ. Платина электроддору данакерленген айнек идиш ячейка деп аталат (62-сүрөт).



I

II

5

64-сүрөт. Кондуктометриялык титрлөөдө колдонулуучу ячейкалар.

Ячейканын формасынын жана эритменин көлөмүнүн өзгөрүүсү анын электр өткөрүмдүүлүгүнө таасир этет. Анткени, электр тогу электроддор арасындагы эритме аркылуу гана эмес ал эритменин бардык көлөмү боюнча өтөт.

Ошондуктан ячейканын электр өткөрүмдүүлүгүнө тийгизген таасирин эске алуу үчүн эсептөөчү формулага ячейканын константасын K киргизет. Ячейканын константасын эксперимент жүргүзүү менен аныктайт. Мисалы, калий хлоридинин 0,1; 0,01 н эритмелеринин ячейкадагы өздүк электр өткөрүмдүүлүгү төмөнкүгө барабар:

$$\chi_{0,1} = 128,96 \text{ См}; \chi_{0,01} = 141,7 \text{ См}$$

Ячейканын константасын эске алуу менен өздүк электр өткөрүмдүүлүктүн формуласы төмөнкү түргө келет

$$\chi = K / R = Kl; K = \chi_{\text{ст}} / \chi_{\lambda} = \chi_{\text{ст}} \cdot R_{\lambda}$$

R_{λ} - 0,1, 0,01 н KCl нин каршылыгы

χ_{λ} - ушул эритменин электр өткөрүмдүүлүгү

$\chi_{\text{ст}}$ - 0,1, 0,01 н KCl дун эритмесинин стандарттык өздүк электр өткөрүмдүүлүгү. Мисалы, ячейканын константасын аныктоо учурунда эритменин каршылыктарынын сан маанилери алынды KCl : 0,1 н - 0,0472 Ом

0,01 н - 0,0428 Ом; ячейканын константасын табабыз:

$$K_{0,1} = 128,96 \cdot 0,0472 = 6,087$$

$$K_{0,01} = 141,27 \cdot 0,0428 = 6,046$$

$$K_{\text{орточо}} = 6,0666$$

5 % HCl электр өткөрүмдүүлүгүн өлчөөдө анын каршылыгы

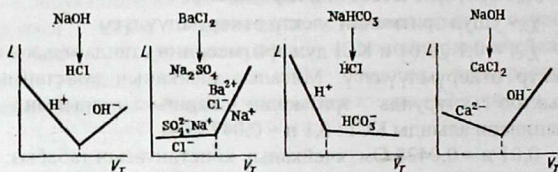
$$R = 15,456 \text{ барабар}$$

Өздүк электр өткөрүмдүүлүгүн табабыз

$$\chi_{\text{HCl}} = 6,0666 / 15,456 = 0,3925 \text{ См}$$

Эритмелердин концентрациясын кондуктометриялык түз жана кондуктометриялык титрлөө жолу менен аныктайт. Эритмелердин концентрациясын түз кондуктометриялык жол менен аныктоо графиктин жардамы менен жүргүзүлөт. Графикти түзүү үчүн концентрациясы белгилүү болгон бир нече эритмелерди даярдайт жана алардын электр өткөрүмдүүлүгүн өлчөйт. Алынган маалыматтар боюнча ординатага - L , абциссага - C жайгаштыруу менен графикти сызат. Изилденүүчү эритмени электр өткөрүмдүүлүгүн

аныктайт жана график боюнча концентрациясын табат. Эритменин концентрациясын аныктоо үчүн көпчүлүк учурда кондуктометриялык титрлөөнү колдонушат. Кондуктометриялык титрлөөдө электроддору бар ячейкага анализденүүчү эритмени куят жана аны магниттик аралаштыргычка жайгаштырат, титрлейт. Титранттын ар бир бөлүгүн кошкон сайын анын электр өткөрүмдүүлүгүн өлчөйт жана электр өткөрүмдүүлүгүн титранттын көлөмүнөн болгон көз карандылыгы боюнча график тургузулат (63-сүрөт).



65-сүрөт. Кондуктометриялык титрлөөнүн графиктери.

Титрантты кошкон сайын эритменин электр өткөрүмдүүлүгү өзгөрөт. Эквивалент чекитинде ийри титрлөөнүн бүктөлмөсү пайда болот. Ар кандай иондор эритмеде бири-биринен кыймылы боюнча айырмаланышат (5-таблица). H⁺ жана OH⁻ иондору жогорку кыймылга ээ, анткени потенциалдардын айырмасын таасир эткенде алар суунун бир молекуласынан экинчисине өтүп турат. Башка иондор сольваттык кабыкчалары менен бирге жылат ошондуктан алардын кыймылы төмөндөтүлгөн. Электр өткөрүмдүүлүк иондордун кыймылынан көз каранды жана иондордун кыймылы канчалык жогору болсо электр өткөрүмдүүлүк ошончолук чоң болот. Титранттын жана аныкталуучу заттын иондорунун кыймылына жараша кондуктометриялык ийри титрлөөнүн графиги ар кандай

болушу мүмкүн. Кондуктометриялык ийри титрлөөнүн негизги типтерин карап көрөлү.

Титрленүүчү заттын жана титранттын иондору жогорку кыймылдуулукка ээ.

Мисалы, HCl ду NaOH менен титрлөө учурунда (63-сүрөт,а) алгач, эритмеде H^+ иондору болгондуктан алардын концентрациясы азаят жана электр өткөрүмдүүлүгү төмөндөйт. Эквивалент чекитинде электр өткөрүмдүүлүк минималдык чекке жетет. NaOH тын ашыкча санын кошкондо эритмеде OH^- иондору пайда болот жана электр өткөрүмдүүлүк кайрадан өсөт. Өйдө карай өскөн ийри сызык анчалык чоң бурчту пайда кыла албайт, анткени OH^- ионунун кыймылы салыштырмалуу H^+ ионуна караганда төмөн келет.

Титрленүүчү заттын жана титранттын иондору төмөнкү кыймылдуулукка ээ

Na_2SO_4 ту BaCl_2 нин эритмеси менен титрлөө учурунда эритменин электр өткөрүмдүүлүгү эквивалент чекитине чейин өзгөрүлбөйт (63-сүрөт,б). Анткени кыймылдуулугу төмөн болгон SO_4^{2-} иону Cl^- ионуна алмаштырылат жана барий сульфаты пайда болот. Ал эми Na^+ ионунун саны өзгөрбөйт. Эквивалент чекитинен кийин Cl^- жана Ba^{2+} иондорунун эритмеде ашыкча болгонуна байланыштуу эритменин электр өткөрүмдүүлүгү жогорулайт.

Титрленүүчү заттын иондору жогорку, титранттыкы төмөнкү кыймылдуулукка ээ

Бул учурда электр өткөрүмдүүлүгү эквивалент чекитине чейин төмөндөйт, эквивалент чекитинен кийин анчалык өзгөрбөйт (63-сүрөт,г). Буга мисал катары HCl ду NaHCO_3 түн эритмеси менен титрлөөнү көрсөтсө болот.

Титрленүүчү заттын иондору төмөнкү, титранттыкы жогорку кыймылдуулукка ээ

CaCl_2 ни NaOH тын эртмеси менен титрлөө учурунда Ca^{2+} иону Na^+ ионуна алмаштырылат жана $\text{Ca}(\text{OH})_2$ чөкмөсү пайда болот. Ушуга байланыштуу эритменин электр өткөрүмдүүлүгү бир азга төмөндөйт. Бирок, OH^- ионунун ашыкча пайда болуусуна байланыштуу электр өткөрүмдүүлүк кайрадан өсөт (63-сүрөт, г). Кондуктометриялык титрлөөнүн бир канча артыкчылыктары бар: Химиялык индикатордун жок учурунда, түстүү жана булангырланган эритмелерди титрлей алат. Ошондой эле бул метод жогорку сезгичтикке ээ, өтө суюлтулган эритмелердеги заттын 10^{-4} моль/л концентрациясын аныктайт. Иш жүзүндө кондуктометрияда бардык аналитикалык реакциялар колдонулат жана ар кандай заттарды аныктоо диапазону өтө кеңири.

Кислота-негиздик титрлөөдө кондуктометриялык жол менен күчтүү жана начар кислоталарды (pK 8-10), күчтүү жана начар кислоталардын аралашмасын ($\text{pK} > 4$), начар негиздердин жана күчтүү кислоталардын туздарын аныктайт. Кислота-негиздик кондуктометриялык титрлөөдө титрант катары 0,1н, 0,01н, 0,001н HCl дун NaOH тын эритмелери колдонулат.

Кондуктометриялык чөктүрүп титрлөөдө титрленүүчү эритменин электр өткөрүмдүүлүгү кичирээт жана турактуу деңгээлде калат, анткени ал чөкмөгө айланат. Эквивалент чекитинен кийин титранттын эритмеде ашыкча пайда болуусу электр өткөрүмдүүлүгүн кайрадан жогорулатат. Бул методду колдонуп сымаптын перхлораты жана күмүш нитраты төмөнкү аниондорду; Cl^- , Br^- , I^- , CN^- , CrO_4^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, барий тузу SO_4^{2-} , CrO_4^{2-} , CO_3^{2-} иондорун ошондой эле органикалык кислоталардын туздарын аныктайт. Катиондорду аныктоо үчүн төмөнкү реагенттер колдонулат литий сульфаты (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+}) калий хроматы (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Pb^{2+} , Te^{3+}) литий оксалаты (Ca^{2+} , Ba^{2+} , Ag^+ , Cu^{2+}).

Кондуктометриялык комплекстик титрлөөдө

металлдардын катиондору ЭДТА менен комплекстик бирикмеге өткөндө эритменин электр өткөрүмдүүлүгү өзгөрөт. Бул учурда ар бир катион үчүн буфердик эритмелердин жардамы менен рН чөйрөсүн жөнгө салып туруу керек. Комплекстик титрлөөнүн жардамы менен төмөнкү металлдардын иондору аныкталат. Cu^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Ca^{2+} .

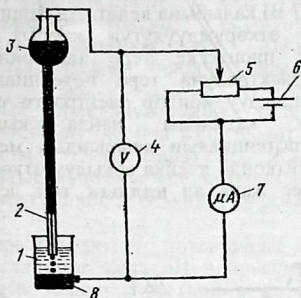
Кондуктометриялык кычкылдантып - калыбына келтирип титрлөө реакцияга кирген иондордун концентрациясынын өзгөрүшүнө жана эритмеде жаңы иондордун пайда болуусуна негизделген. Ошол эле учурда алар электр өткөрүмдүүлүгүнүн өзгөрүшүнө алып келет. Гидрокарбонаттын катышуусунда арсенит иондорун иондун эритмеси менен титрлөө учурунда эритмеде AsO_3^{2-} иондорунун ордуна AsO_4^{3-} жана I^- пайда болот. Эквивалент чекитине чейин эритменин электр өткөрүмдүүлүгү өсөт андан кийин анчалык өзгөрбөйт. Бул методдун кемчилдиги анын анча селективдүү эместигинде.

Текшерүү суроолору

1. Кондуктометриялык метод эмнеге негизделген ?
2. Өздүк жана эквиваленттик электр өткөрүмдүүлүктүн аныктамаларын айткыла жана формулаларын жазгыла.
3. Ячейканын константасы деген эмне жана анын электр өткөрүмдүүлүк үчүн кандай мааниси бар?
4. Кондуктометриялык ийри титрлөөнүн кандай типтери бар жана анын графигин чийип көрсөткүлө.
5. Кондуктометриялык титрлөөдө кайсы реакциялар колдонулат жана кандай заттарды аныктайт?
6. Эритмелердин электр өткөрүмдүүлүгү жана алардын каршылыгы кайсы бирдиктер менен ченелет?
7. Өздүк жана эквиваленттик электр өткөрүмдүүлүгү концентрациядан кандай көз каранды?
8. Иондордун кыймылдуулугу деп эмнени айтабыз жана алар эмнелерден көз каранды?
9. Изилденүүчү эритмедеги заттын концентрациясын кондуктометриялык ийри титрлөөнүн графиги боюнча кантип аныктайт?

30 – глава. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯЛЫК МЕТОДДОР. ПОЛЯРОГРАФИЯ. АМПЕРОМЕТРИЯЛЫК ТИТРЛӨӨ.

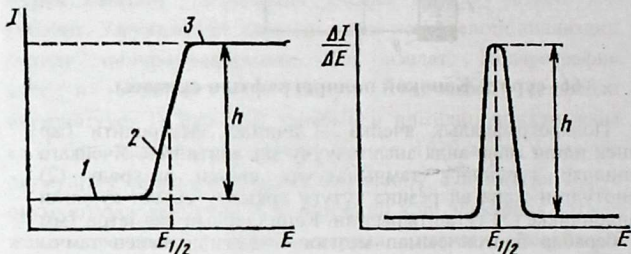
Вольтамперометриялык методдор ячейка аркылуу өткөн токтун электроддорго берилген потенциалдардан көз карандылыгын өлчөөгө негизделген. Сырттан берилген потенциал белгилүү бир мааниге жеткенде электроддордо электрохимиялык кычкылдануу-калыбына келүү процесстери жүрүп баштайт. Натыйжада ячейка аркылуу өткөн ток көбөйөт. Ушундай көз карандылыкка негизделген анализдин методу **полярографиялык** деп аталат. Полярография методун биринчилерден болуп 1922-жылы чехиянын окумуштуусу Гейровский тарабынан иштелип чыккан жана ал Нобель сыйлыгына татыктуу болгон. 1929-жылы ошол эле окумуштуу амперометриялык титрлөөнү сунуштаган. Орус окумуштуусу академик А.М.Фрумкин кош электрдик катмар жана электроддук процесстердин негизги теориялык жоболорун иштеп чыккан жана ал полярографиянын өнүгүшүнө олуттуу эмгек сиңирген. Бул методдо негизинен классикалык полярографиялык анализди колдонушат. Полярографтын жөнөкөйлөтүлгөн түрү – полярографиялык ячейкадан (1), потенциалды берүүчү батареядан (6), реостаттан (5), вольтметрден (4) жана микроамперметрден (7) турат (64-сүрөт).



66- сүрөт. Жөнөкөй полярографтын схемасы.

Полярографиялык ячейка – ичинде электролити бар айнек идиш жана анда аныкталуучу зат эритилген. Ячейкага капилляр түрүндөгү тамчылатуучу сымап электроду (2) орнотулган жана ал резина түтүгү аркылуу сымап куюлган баллончикке (3) туташтырылган. Капиллярдын диаметри 1мм ге барабар болгон сымап мезгил – мезгили менен тамчы түрүндө түшүп турат. Ар бир тамчы түшкөн сайын электроддун бети калыбына келген иондор менен булганбайт. Тамчылатуучу сымап электродунун беттик аянты кичине жана электрохимиялык калыбына келүү процессии жүргөндө ал аркылуу көп ток өтөт. Тамчылатуучу сымап электродунун потенциалы электрохимиялык процесстерге керектелүүчү теңдештик потенциалынан айырмаланып турат. Ошондуктан бул кубулуш **электроддук поляризациясы** деп аталат жана **полярография** деген айтылыш ушундан келип чыккан. Салыштыруучу электрод катары хлордуу күмүш, каломель электроддору колдонулат. Көбүнчө беттик аянты чоң сымаптык катмарды, ячейканын (8) түбүнө жайгаштырат. Анткени ал поляризация кубулушунан арыллат. Электроддор полярографка туташтырылат жана ал электроддордогу потенциалдардын 0 -3 же +3 В чейин өсүшүн камсыз кылат. Анализденүүчү затты буфердик эритмелерде же электролиттерде даярдайт. Буфердик эритмелер изилденүүчү

затка салыштырмалуу потенциалдардын жогорку маанилеринде (1,7 В) калыбына келет. Анткени ал эритменин жогорку электр өткөрүмдүүлүгүн камсыз кылат жана полярографиялык процесске терс таасирин тийгизбейт. Эгерде сымап электродуна терс потенциалды бергенде эритмедеги оң заряддуу иондор электродго тартылат жана кош электрдик катмарды пайда кылат. Эгерде электроддордун потенциалын акырындык менен белгилүү чекке чейин чоңойткондо ячейка аркылуу өткөн токтуң саны анчалык чоң эмес жана ал **калдык ток** деп аталат (65-сүрөт,а).



67-сүрөт. Классикалык (а) жана дифференциялык (б) полярограммасы. 1-калдык ток, 2- Фарадейдик ток, 3- Диффузиялык ток.

Калдык ток ячейкадагы эриткичтин ичиндеги кычкылтектин жана аралашма заттардын электроддо калыбына келишинен пайда болот. Электроддорго берилген потенциалды белгилүү деңгээлге чоңойткондо эритмедеги аныкталуучу заттын иондору калыбына келип баштайт жана ток көбөйөт. Иондордун калыбына келүүсүнүн натыйжасында пайда болгон ток **Фарадейдик** деп аталат жана ал электроддорго жакын жайланышкан иондордун бардыгы калыбына келмейинче өсөт. Андан кийин эритмедеги иондор диффузия процессинин негизинде электроддорго карай

жылып баштайт жана ток стабилдүү келет. Полярограмманын бир бөлүгүндөгү токтун өсүшүнүн көрүнүшү **полярографиялык толкун** деп аталат. Диффузия процессинин ылдамдыгы боюнча аныкталган ток — **диффузиялык** деп аталат. Полярограммадагы полярографиялык толкундун орду толкундун ортоңку чекитинин потенциалы боюнча мүнөздөлөт жана ал жарым толкун потенциалы деп аталат $E_{1/2}$. Жарым толкундун потенциалы заттын мүнөздөөчүсү, анткени ар бир зат өзүнүн түзүлүш өзгөчөлүгү боюнча белгилүү бир мааниде калыбына келет.

Заттын жарым толкунун потенциалы аныкталуучу зат эритилген эриткичтен жана рН чөйрөсүнөн көз каранды. Полярографиялык толкун аймагындагы потенциал E жарым толкундун потенциалы $E_{1/2}$, өлчөөчү I жана диффузиялык I_D ток полярографиялык толкундун теңдемеси боюнча туюнтулат.

$$E = E_{1/2} - \frac{0,059}{n} \lg \frac{J}{J_D - J} ; n\text{-электрондун саны}$$

Полярографиялык толкундун бийиктиги h заттын концентрациясынан көз каранды. Классикалык полярографияда диффузиялык токтун концентрациядан көз карандылыгы Ильковичтин теңдемеси боюнча жазылат.

$$J = K \cdot C ; K = 607 \text{ nD}^{2/1} \cdot \text{m}^{2/3} \cdot \text{t}^{1/6} ;$$

n - реакцияга катышкан электрондун саны, D -

заттын диффузия коэффициентин; m -капиллярдан аккан сымалтын саны mg/c ; t - бир тамчынын пайда болуусуна кеткен убакыт, C . эритмедеги заттын саны. Классикалык полярографиялык жол менен аныктоо үчүн стандарттык эритмелерди даярдайт жана диффузиялык токтун концентрациядан көз карандылыгы боюнча график тургузулат. Анализденүүчү эритменин концентрациясын график боюнча аныктайт. Ошондой эле стандартты кошуу методун колдонот. Ал учурда толкундун бийиктиги өсөт жана ал концентрацияга түз пропорциялашат.

$$\Delta h / h = \Delta C / C ; C = \Delta c h / \Delta h$$

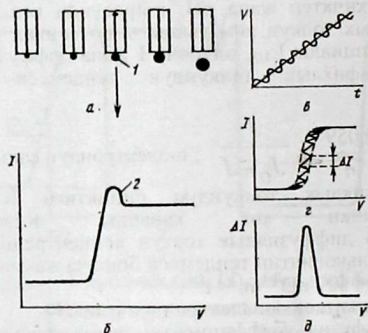
Ошондой эле полярографиялык сандык анализде стандарттык эритмелерди колдонот. Бул учурда анализденүүчү жана стандарттык эритмелердин

толкундарынын бийиктигинин катыштарын колдонушат жана алар заттын концентрациясына түз пропорциялаш

$$h_a / h_c = C_a / C_c \quad C_a = h_a c_c / h_c$$

Классикалык полярографиялык сандык анализдин жардамы менен сымап электродунда калыбына келген, платина электродунда кычкылданган заттарды гана аныктайт.

Айрым учурда классикалык полярографиянын дифференциалдык вариантын колдонушат жана полярографта токтун өзгөрүшүн потенциалдан көз карандылыгы дифференциалдык полярограмма түрүндө жазылат (66-сүрөт).



68- сүрөт. Осциллографиялык жана өзгөрүлмө- токтуу полярограммасы. а-сыман тамчысынын пайда болуусу, в- импульстун потенциалга туура келиши, г-полярограммада токтун термелүүсү, б-осциллографиялык полярограммасы, д-өзгөрүлмө токтуу полярограммасы.

Полярограммадагы пайда болгон чоку жана анын орду затты мүнөздөйт анын бийиктиги же аянты заттын санын көрсөтөт. Дифференциалдык классикалык полярографиянын мүмкүнчүлүгү чоң жана заттардын аралашмасынын анализин жүргүзүүгө ыңгайлуу. Классикалык полярографияда катуу түрүндөгү электроддор колдонулат: графит, платина.

Алардын жардамы менен нөлдөн +1,0 В чейинки аноддук кычкылдануунун полярограммасын алышат.

Осциллографиялык полярография чоң мүмкүнчүлүктөргө жана жогорку сезгичтүүлүккө ээ. Ячейкага тез өзгөрүүчү чыңалууну берет жана пайда болгон полярограмма осциллографтын экранында катталат. Ячейкага берилген чыңалуунун ылдамдыгы ушунчалык жогору болгондуктан, бир тамчынын пайда болуусуна кеткен убакытта өлчөп алууга болот (66-сүрөт, а). Осциллополярграммада осциллополярграфиялык максимум байкалат. (66-сүрөт, б). Анткени тамчыдагы пайда болгон потенциалдын жардамы менен диффузиялык катмардагы иондор тезинен калыбына келишет. Ошондуктан пайда болгон ток төмөндөйт жана ал эритменин теренинен диффузиялык процесстердин натыйжасында пайда болгон иондордун калыбына келүүсү боюнча камсыз кылынат. Осциллографиялык максимумдагы токту чондугу Рэндлса-Шевчиктин теңдемеси боюнча жазылат:

$$J = K \cdot C_0 \quad K = 0,447nFA \left(\frac{nF}{RT} \cdot DV \right) \frac{1}{2}$$

n-электрохимиялык реакциянын жүрүшүндө заттын кабыл алган электрондун саны

R-газдын турактуу саны;

T-термодинамикалык температура

F-Фарадейдин турактуу саны

V-чыңалуунун ылдамдыгы

C₀-заттын концентрациясы

D-заттын диффузия коэффициенти

Осциллополярграммадагы ток заттын концентрациясына түз пропорциялаш.

Өзгөрүлмө токтуу полярография ячейкадагы өзгөрүлмө токту түзүүчүлөрдүн жана ага берилген турактуу чыңалуудан көз карандылыгын изилдейт. Ячейкадагы ток турактуу жана өзгөрмөлүү түзүүчүлөрдөн турат-активдүү (Фарадейлик) жана сыйымдуу (реактивдик түзүүчүлөр) ток. Өзгөрүлмө токту полярограммасы өтө тике чыйылган чоку сыяктуу көрүнүшкө ээ (66-сүрөт, б). Чокунун бийиктигинин заттын концентрациясынан болгон көз карандылыгы төмөнкү формула боюнча аныкталат:

$$J = 965 \cdot 10^6 \cdot z^2 D^{1/2} S \omega^{2/3} \cdot E_{ni} \cdot c = k \cdot c$$

S – катоддун бети

ω – өзгөрмөлүү чыңалуунун тегерек жыштыгы

E_{ni} – өзгөрмөлүү чыңалуунун амплитудасы

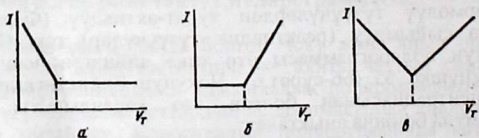
z – калыбына келүүчү иондордун заряды

c – заттын концентрациясы

D – диффузия коэффициенти

Өзгөрмөлүү токтун полярографиясы электроддогу кычкылдануусу жана калыбына келүүсү кайталанма жүргөн заттарды аныктайт.

Вольтамперометриялык методдор металлдарды, катиондорду, аниондорду, органикалык бирикмелерди жана дары – дармектерди анализдөөдө кеңири колдонулууда. Башка инструменталдык методдорго салыштырмалуу полярографиялык методдун бир нече артыкчылыктары бар: жогорку сезгичтиги 10^{-5} - 10^{-6} моль/л; тандалмалуулугу; тактыгы (1-2%). Полярографиялык жол менен аныкталган заттардын саны 10 чакты миңден ашат. Полярографиялык анализди түстүү эритмелердин чөйрөсүндө, эритмелердин минималдуу көлөмүндө жүргүзүүгө болот жана анализдин жыйынтыгы өзү жазып алуучу прибордо катталат. Амперометриялык титрлөө полярографиялык методко негизделген. Амперометриялык титрлөөнү жүргүзүү үчүн анализденүүчү эритмеси бар ячейкага жарым толкундун потенциалынан бир нече эсе чоң потенциал берилет жана аныкталуучу затты титрант менен титрлейт. Амперометриялык титрлөөнүн айрым учурларын карап көрөлү: Аныкталуучу заттын концентрациясынын азайышы менен полярографиялык толкундун бийиктиги да кичиреет. Ячейкадагы токтун титранттын кошулган көлөмүнөн болгон көз карандылыгынын графиги боюнча титрлөөнү бүктөлмөгө чейин улантат. Титрлөөнүн бүктөлмөсү эквивалент чекитине туура келет (67-сүрөт,а).



69- сүрөт. Амперометриялык титрлөөнүн графигтери.

Изилденүүчү зат полярографиялык жактан пассивдүү, тескерисинче титрант активдүү. Бул учурда алгач ток өзгөрүлбөйт, анткени титрант изилденүүчү зат менен өз ара аракеттенишет жана эквивалент чекитинен кийин токтун өсүшү даана көрүнөт (67-сүрөт,б).

Эгерде титрант жана изилденүүчү зат активдүү болсо, пайда болгон ток акырындап төмөндөйт жана эквивалент чекитинен кийин кайрадан өсөт (67-сүрөт,в).

Амперометриялык титрлөөдө ячейкага берилген потенциалга карата сымап тамчылатуучу же платина, ал эми салыштыруучу катары хлордуу күмүш же каломель электроддору колдонулат. Амперометриялык титрлөө жогорку тактыкка ээ (0,1 % чейин). Ошондой эле титриметриялык анализдин химиялык методдоруна салыштырмалуу бир топ артыкчылыктары бар: тандалмалуулугу, түстүү эритмелерди жана туура келген индикаторлор жок учурда титрлөөгө мүмкүнчүлүк берет.

Текшерүү суроолору.

1. Вольтамперометриялык методдор эмнеге негизделген жана анын жардамы менен кандай заттарды аныктоого болот?
2. Полярографтын электрдик схемасын чийгиле жана иштөө принцибин айтып бергиле.
3. Калдык, Фарадеейдик жана диффузиялык ток деп эмнени айтабыз?
4. Полярографиялык толкун деген эмне жана анын теңдемесин жазгыла. Жарым толкундун потенциалы эмнени түшүндүрөт?
5. Диффузиялык токтуң концентрациядан көз карандылыгы. Ильковичтин теңдемесин жазгыла.
6. Осциллографиялык жана өзгөрүлмөлүү токтуң полярографиясынын мазмуну эмнеде? Рэндлса – Шевчиктин формуласын жазгыла.
7. Амперометриялык титрлөө эмнеге негизделген жана анын мазмунун айтып бергиле.

31-глава. ИОН АЛМАШУУЧУ ЧАЙЫРЛАРДЫ ИШКЕ ДАЯРДОО.

КАТИОНИТТЕРДИ ДАЯРДОО.

Диаметри 0,5-1 мм барабар болгон КУ-1 же КУ-2 же КУ-23 катиониттерин химиялык стаканга салып ага натрий хлоридинин каныккан эритмесинин беш эселенген көлөмүн куюп, бир суткага коет (көптүрүш үчүн). Андан кийин катионитке натрий гидроксидинин 1 М эритмесин куюп, 2-3 саатка коет жана мезгил – мезгили менен аралаштырып туруу талап кылынат. Катиониттин үстүндөгү щелочтун күрөң саргыч түстөгү эритмесин төгүп таштайт жана ага щелочтун даярдалган таза эритмесинен куят. Бул операцияны щелочтун эритмесинин түсү таза болмоюнча кайталайт. Ушундай ыкманы колдонуу менен катиониттен органикалык кошулмалардын аралашмасын алып таштайт. Катионитти бир нече

жолу дистирленген суу менен жууйт. Катионитти минералдык аралашмалардан арылтыш үчүн ага 2 М HCl дун эритмесинин беш эселенген көлөмүн куюп, 2-3 саатка коет. Катиониттин үстүндөгү HCl дун эритмесин төгүп таштайт жана HCl дун жаңы эритмесин куят. Бул операцияны темирдин ионуна ($Fe^{3+} + NH_4SCN$) тескери реакцияны көргөзмөйүнчө кайталайт. Катионитти андан ары хлор ионуна ($Cl^- + AgNO_3$) тескери реакцияны көргөзмөйүнчө дистирленген суу менен жууйт. Тазаланган катионитти абада кургатат жана тыгыны жылмаланган айнек идишке салып сактайт. Мындай ыкманы хроматографиялык колонкада жүргүзүүгө болот. Колонка катары краны бар кадимки эле бюретканы колдонууга болот. Бюретканын ылдыйкы жагына айнек же жөнөкөй эле кебезди жайгаштырат. Бюретканы дистирленген суу менен толтурат. Бюреткага катионитти 5-10 см катмарга чейин толтурат жана ашыкча сууну кран аркылуу чыгарат. Катиониттин үстүндө 0,5 мл суу дайыма болуу керек. Колонкадагы темирдин (III) ионун толук сүрүп чыгармайынча ал аркылуу 2 М HCl дун эритмесин өткөрөт

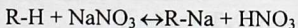
($\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4\text{SCN}$). Андан ары катионитти дистирленген суу менен метил оранж боюнча нейтралдык реакцияга чейин же хлор ионго тескери реакцияны көргөзмөйүнчө жууйт ($\text{Cl}^- + \text{AgNO}_3$). Ушундай ыкма менен иштетилген колонка ар кандай заттарды бөлүп алууга даяр болду деп айтса болот. Бул учурда катионит суутектик түргө келет. Ушул эле катионитти ар кандай туздардын эритмеси менен иштетүү менен (аммоний, натрий, кальций туздары) NH_4^- , Na^- , Ca^- катиониттерин алууга болот.

Аниониттерди даярдоо.

Аниониттер АВ-17, АВ-16 натрий хлоридинин каныккан эритмесинде көптүрүш үчүн бир суткага коет. Андан кийин аниониттерди стаканда же бөлүүчү куйгучта 2 М HCl дун эритмеси менен темирдин ионуна ($\text{Fe}^{3+} + \text{NH}_4\text{SCN}$) тескери реакцияны көргөзмөйүнчө иштетишет. Анионитти бир нече жолу дистирленген суу менен жууйт жана 1 М NaOH тын эритмеси менен иштетилет. Щелочтун эритмесинин ашыкча санын муздатылган, көмүр кычкыл газы жок дистирленген суу менен фенолфталеин боюнча нейтралдык реакцияга чейин жууйт. Ушундай ыкма менен алынган анионит (OH^-) гидроксиддик түргө келет. Максатка ылайык аниониттерди хлориддердин, сульфаттардын эритмеси менен иштетип Cl^- же SO_4 формасына келтирүүгө болот.

31.1. Эритмедеги нитраттардын санын аныктоо.

Эритмедеги туздун концентрациясын ион алмашуу жолу менен аныктоо изилденүүчү эритменин н-катионити аркылуу өткөрүлүшү, жутулушу жана пайда болгон кычкыл фильтратты щелочтун эритмеси менен титрлөөгө негизделген. Нитраттын эритмесин н-катионити аркылуу өткөргөндө металлдын иону эквиваленттик санда суутектин ионуна алмашат.



Реакциянын негизинде пайда болгон азот кислотасынын саны нитраттын санына эквиваленттүү. Ошондуктан аны щелочтун эритмеси менен титрлеп, азот кислотасынын санын эсептейт.

Иштин жүрүшү.

Изилденүүчү эритмеден 20 мл алып аны 100 мл – дик өлчөөчү колбага куюп, көлөмүн суу менен белгисине чейин жеткизет. Даярдалган эритмеден 20 мл алып, аны ички диаметри 1 см барабар болгон колонка аркылуу өткөрөт. Минутасына 2 мл барабар болгон ылдамдыкты крандын жардамы менен жөнгө салууга болот. Колонкадан аккан фильтратты титрлөө үчүн конус түрүндөгү колбага чогултат. Андан кийин колонканы үч жолу 10 мл – ден дистирленген суу менен жууйт. Колонкадан аккан сууну конус түрүндөгү колбадагы фильтратка кошот. Алынган фильтратты метил оранждын катышуусунда 0,1 н натрий гидроксидинин эритмеси менен титрлейт. Титрлөөнүн жыйынтыгы боюнча нитраттын массасын төмөнкү формула боюнча эсептейт.

$$m = c \cdot v \cdot 5$$

c – натрий гидроксидинин эритмесинин нормалдуулугу

$э$ – нитраттын эквиваленти

v – натрий гидроксидинин эритмесинин фильтратты титрлөөгө кеткен көлөмү

5 – изилденүүчү эритменин жалпы көлөмүн эсептөө үчүн алынган коэффициент.

Аныктоону 2-3 жолу кайталайт жана орточо мааниси боюнча 100 мл эритмедеги нитраттын санын эсептейт. Иштеп бүткөндөн кийин катионитти кайрадан Н-формасына келтирүү керек. Ошондуктан колонка аркылуу 40 мл 4 М HCl дун эритмесин өткөрөт жана дистирленген суу менен нейтралдык реакцияга чейин жууйт.

31.2. Катиониттин жардамы менен жезди (II) темирден бөлүп алуу.

Катиондорду бири – биринен ажыратып бөлүп алуу алардын катиониттерде ар кандай адсорбцияланышына негизделген. Н-катионит КУ – 1 менен 0,5 М НСl дун эритмесинин ортосундагы Fe^{3+} бөлүштүрүү коэффициенти 59,19 барабар, ошол эле шартта Cu^{2+} ...- 3,27.

$$D = 59,19 / 3,27 = 18,09$$

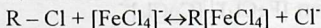
Демек, Н – катионит КУ-1 де Fe^{3+} катионы Cu^{2+} караганда 18 эсе жакшы адсорбцияланат.

Иштин жүрүшү.

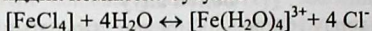
Диаметри 1 см, катиониттин катмарынын бийиктиги 10 см болгон колонканы колдонуу сунушталат. Колонка аркылуу 5 мл изилденүүчү эритме кошулган 20 мл 0,5 М НСl дун эритмесин минутасына 1 мл ылдамдыкта өткөрөт. Колонка аркылуу Cu^{2+} ионунун толук өткөнүн аммиак боюнча текшерип турат жана фильтратты өзүнчө колбага чогултат. Андан кийин колонкадагы Fe^{3+} ионун 4 М НСl дун эритмеси менен жууйт. Темирдин ионун калийдин гексацианоферраты (II) аркылуу текшерет жана фильтратты өзүнчө колбага жыйнайт. Фотометриялык жол менен Cu^{2+} жана Fe^{3+} аныктайт.

31.3. Аниониттин жардамы менен никелди темирден бөлүп алуу.

8 – 12 М НСl дун эритмесинде темир аниондук комплексти пайда кылат. $[FeCl_4]^-$, ал эми никель катион Ni^{2+} түрүндө кала берет. Ошондуктан Cl – формасындагы анионит аркылуу бул металлдардын аралашмасынын эритмесин өткөргөндө Ni^{2+} катиону эч токтолбостон фильтратка өтүп кетет. Ошол эле учурда темирдин хлориддик комплекси анионитте адсорбцияланат:



Андан ары колонканы суюлтулган HCl же суу менен жууганда хлориддик комплекс бузулат.



Пайда болгон комплекстик катион анионитте кармалбайт жана ал фильтратка өтөт.

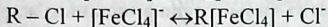
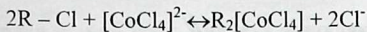
Иштин жүрүшү.

Колонканы Cl-формасындагы АВ-17 же АВ 16 анионити менен толтурат. Колонка аркылуу 5 мл изилденүүчү эритмеси кошулган 30 мл 8 М HCl дун эритмесин өткөрөт: колонканы 8 М HCl дун эритмеси менен жууйт. Жумуштун ылдамдыгы минутасына 30 тамчыга барабар. Бул учурда никель фильтратка өтөт. Ni²⁺ ионун диметилглиоксимдин жардамы менен текшерет. Темирди 0,1 М HCl же суу менен жууйт жана фильтратты өзүнчө колбага чогултат. Темирдин фильтратка өткөнүн аммонийдин роданиди боюнча текшерилет. Көлөмү 100 мл барабар болгон өлчөөчү колбага 1 мл Ni²⁺ бар фильтратты, 5 мл жаңы даярдалган бром суусун жана ага аммиактын концентрацияланган эритмесин бромдун өңү өчкөнгө чейин тамчылатат. Ушул эле эритмеге 0,5 мл 1 % түү диметилглиоксимдин

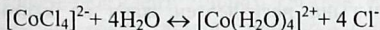
спирттеги эритмесин кошуп аралаштырат жана көлөмүн дистирленген суу менен белгисине чейин жеткизет. Никелдин стандарттык эритмесинен 1 мл алып, аны изилденүүчү эритме сыяктуу эле даярдайт. 1 мл – де 0,1 мг Ni²⁺ бар стандарттык эритмени даярдаш үчүн (NiCl₂·6H₂O) 8 М туз кислотасында эритет. Эритмедеги Ni²⁺ санын фотоколориметриянын жардамы менен график тургузуп аныктайт.

31.4. Аниониттин жардамы менен кобальтты темирден бөлүп алуу.

8 – 12 М HCl до темир жана кобальт хлориддик комплекстерди пайда кылат жана алар анионитте бирге адсорбцияланат [FeCl₄]⁻, [CoCl₄]²⁻.



Бирок пайда болгон ацидокомплексстердин туруктуулугу бирдей эмес. Кобальттын комплекси туруксуз келет, анткени хлорид иондорунун концентрациясынын азайышы менен бузулуп баштайт



Кобальттын катиону $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ анионитте кармалбайт. 4 М HCl дун эритмесинде $[CoCl_4]^{2-}$ жок экендиги аныкталган. Ал эми $[FeCl_4]^-$ анионитте толугу менен адсорбцияланган. Ошондуктан аниониттин жардамы менен кобальтты темирден бөлүп алуу алардын ар кандай адсорбцияланышына негизделген.

Иштин жүрүшү.

Колонканы Cl-формасындагы АВ-17 анионити менен толтурат. Колонка аркылуу 5 мл изилденүүчү эритмеси кошулган 30 мл 8 М HCl дун эритмесин өткөрөт. Өткөрүүнүн ылдамдыгы минутасына 20-25 тамчыга барабар. Кобальттын фильтратын өзүнчө колбага чогултат жана анын толук жуулушун NH_4SCN менен текшерет. Колонкадан темирди жууш үчүн 0,1 М HCl дун эритмеси же суу колдонулат. Темирдин фильтратка толук өтүшү NH_4SCN аркылуу аныкталат. Кобальтты көк түстөгү роданид комплекси түрүндө фотометриялык жол менен аныктайт. Кобальты аныктоо үчүн биринчи кюветага 5 мл изилденүүчү фильтратты, экинчисине Co^{2+} стандарттык эритмени куят. Ар бир кюветага 0,5 г NH_4SCN ($KSCN$) кошуп эритет жана 5 мл ден таза ацетонду кошуп фотометрде алардын адсорбциялуулугун аныктайт. Алынган маалыматтар боюнча график тургузулат жана ал боюнча кобальттын санын аныктайт.

31.5.Кагаз хроматографиясынын жардамы менен темирди (III) жезден (II) бөлүп алуу.

Кагаз хроматографиясынын жардамы менен заттардын аралашмасын же иондорду бири-биринен ажыратып бөлүп алуу андагы компоненттердин кыймылынын ылдамдыгынын айрымачылыгына негизделген жана ал кыймылдуулуктун коэффициенти боюнча мүнөздөлөт. Иондордун кыймылдуулугунун коэффициенти төмөнкү формула боюнча эсептелет:

$$R_f = v / v' = h / h' \quad (1)$$

Ар бир катиондун кыймылдуулугунун коэффициенти турактуу чоңдук жана ал изилденүүчү эритменин концентрациясынан, температурадан ошондой эле башка иондордун бирге болуусунан көз каранды эмес. Ошол эле учурда ал эриткичтин касиетинен, курамынан жана хроматографиялык кагаздын сортторунан көз каранды. Изилденүүчү катиондордун R_f боюнча айрымачылыгы канчалык чоң болсо, алар бири-биринен жеңил бөлүнөт. Иондорду бөлүп алуу тегерек хроматограмманын жардамы менен жүргүзүлөт. Хроматографиялык камера катарында эксикатор колдонулат.

Иштин жүрүшү.

Диаметри 12,5 см барабар болгон көк сызмалуу тегерек фильтрин алып, ага жөнөкөй калем менен туурасы 4 мм, узундугу 40 мм болгон биликти сызат (32-сүрөт). Микропипетканын жардамы менен Fe^{3+} , Cu^{2+} иондору бар эритмеден 0,05 мл-ди фильтр кагазынын ортосуна киргизет. Пайда болгон такты калем менен тегеректейт жана фильтрди абада кургатат. Калем менен чийилген биликтин эки капталын киргизилген такка 0,5 см жетпегендей кылып кесет. Эксикатордун капкагын ачып ага кристаллизаторду жана 10 мл эриткичи бар тигелди жайгаштырат. Фильтрди

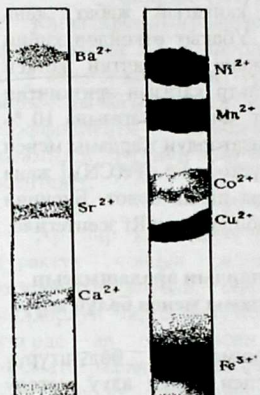
кристаллизатордун үстүнө коет. Биликти эриткичке чөгөрөт. Эриткич катары көлөмү боюнча 90 % этанол жана 10 % 5 M HCl колдонулат. Эксикатордун капкагын жабат жана хроматограмманы 3-4 саатка коет. Убакыт өткөндөн кийин фильтрди эксикатордон чыгарат жана эриткичтин жеткен чегин калем менен белгилейт. Фильтр кагазын эриткичтин буусу учуп кеткенче абада кармайт. Фильтр кагазына 10 % түү $K_4[Fe(CN)_6]$ эритмесин пульверизатордун жардамы менен чачыратат. Хроматограммада көк түстөгү $Fe_4[Fe(CN)_6]$ жана күрөң түстөгү $Cu_2[Fe(CN)_6]$ тактары пайда болот. Биринчи формула боюнча Fe^{3+} жана Cu^{2+} катиондорунун Rf эсептегиле.

31.6. Органикалык кислоталардын аралашмасын кагаз хроматографиясынын жардамы менен бөлүп алуу.

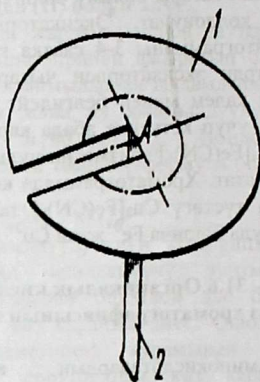
Аминокислоталардын аралашмасын бөлүштүрүү хроматографиясынын жардамы менен бөлүп алуу методу иштелип чыккан. Азыркы лабораториялык иштин максаты кагаз хроматографиясынын жардамы менен аланин жана аспарагин кислоталарын бири-биринен ажыратып бөлүп алуу методу менен тааныштыруу. Эриткич катары 4 көлөм n-бутил спирти, 1 көлөм уксус кислотасы жана 5 көлөм суу колдонулат. Бул аралашманы бир нече жолу чайкайт жана ал эки катмарга бөлүнөт. Андан ары иштеш үчүн эриткичтин үстүнкү катмарын бөлүп алат. Хроматограмманын көрүнүшүн билүү үчүн көрүнткүч катары 0,25 % нингидриндин суу менен каныктырылган n-бутил спиртиндеги эритмеси колдонулат. Нингидрин аминокислоталар менен кагазды кызгылт-күрөң түскө бөйт.

Иштин жүрүшү.

Диаметри 10-12 см барабар болгон тегерек кагаз фильтрин алып, ага жөнөкөй калем менен туурасы 4 мм, узундугу 40 мм болгон биликти сызат (28-сүрөт).



70-сүрөт. Органикалык эмес иондордун кагаздагы хроматограммасы үчүн алынган кагаз.



71-тегерек хроматограмма
1-тегерек фильтри,
2-билик,
3-А-изилденүүчү эритмени киргизүү

Микропипетканын жардамы менен аланин жана аспарагин кислоталарынын аралашмасынын эритмесин фильтр кагазынын ортосуна киргизет. Пайда болгон такты калем менен тегеректейт жана фильтрди абада кургатат. Калем менен чийилген биликтин эки капталын киргизилген такка 0,5см жетпегендей кылып кесет. Эксикатордун капкагын ачып, ага кристаллизаторду жана 10 мл эриткичи бар тигелди жайгаштырат. Фильтрди кристаллизатордун үстүнө коёт. Биликти эриткичке чөгөрөт. Эксикатордун капкагын жабат жана хроматограмманы 2-3 саатка коёт. Убакыт өткөндөн кийин фильтрди эксикатордон чыгарат

жана эриткичтин жеткен чегин калем менен белгилейт. Фильтр кагазын эриткичтин буусу учуп кеткенче абада кармайт. Фильтр кагазына пульверизатордун жардамы менен нингидриндин эритмесин чачыратат. Натыйжада хроматограммада эки түстүү тегерек пайда болот. Алардын биринчиси-аспарагин, экинчиси аланинге туура келет.

Органикалык кислоталардын аралашмасын кагаз хроматографиясынын жардамы менен бөлүп алуу.

Аминокислоталардын аралашмасын бөлүштүрүү хроматографиясынын жардамы менен бөлүп алуу методу иштелип чыккан. Азыркы лабораториялык иштин максаты кагаз хроматографиясынын жардамы менен аланин жана аспарагин кислоталарын бири-биринен ажыратып бөлүп алуу методу менен тааныштыруу. Эриткич катары 4 көлөм н-бутил спирти, 1 көлөм уксус кислотасы жана 5 көлөм суу колдонулат. Бул аралашманы бир нече жолу чайкайт жана ал эки катмарга бөлүнөт. Андан ары иштеш үчүн эриткичтин үстүнкү катмарын бөлүп алат. Хроматограмманын көрүнүшүн билүү үчүн көрүнткүч катары 0,25% нингидриндин суу менен каныктырылган н-бутил спиртиндеги эритмеси колдонулат. Нингидрин аминокислоталар менен кагазды кызгылт-күрөң түскө боёт.

Иштин жүрүшү.

Диаметри 10-12 см барабар болгон тегерек кагаз фильтрин алып, ага жөнөкөй калем менен туурасы 4 мм, узундугу 40 мм болгон биликти сызат (28-сүрөт). Микропипетканын жардамы менен аланин жана аспарагин кислоталарынын аралашмасынын эритмесин фильтр кагазынын ортосуна киргизет. Пайда болгон такты калем менен тегеректейт жана фильтрди абада кургатат. Калем менен чийилген биликтин эки капталын киргизилген такка 0,5 см жетпегендей кылып кесет. Эксикатордун капкагын

ачып, ага кристаллизаторду жана 10 мл эриткичи бар тигелди жайгаштырат. Фильтрди кристаллизатордун үстүнө коет. Биликти эриткичке чөгөрөт. Эксикатордун капкагын жабат жана хроматограмманы 2-3 саатка коет. Убакыт өткөндөн кийин фильтрди эксикатордон чыгарат жана эриткичтин жеткен чегин калем менен белгилейт. Фильтр кагазын эриткичтин буусу учуп кеткенче абада кармайт. Фильтр кагазына пульверизатордун жардамы менен нингидриндин эритмесин чачыратат. Натыйжада хроматограммада эки түстүү тегерек пайда болот. Алардын биринчиси-аспарагин, экинчиси аланинге туура келет.

Колдонулган адабияттар

1. Т.И. Хаханина, Н.Т. Никитина. Аналитическая химия. М.: Высшее образование, 2009г.
2. Ю.А. Золотов. Основы аналитической химии. КН2. Методы химического анализа. М.: Высшая школа, 2002.
3. Ю.А. Золотов. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы. М.: Высшая школа, 2002.
4. А.П. Крешков. Аналитическая химия. М.: 1970г.
5. А.Д. Пономарев. Аналитическая химия. М.: Высшая школа, 1982г. ч.2
6. Н.Я. Логинов, А.Т. Воскресенский, И.С. Солодкин. Аналитическая химия. М.: Просвещение, 1979г.
7. У.Ф. Пиккеринг. Современная аналитическая химия. М.: Химия, 1978г.
8. И.К. Цитович. Курс аналитической химии. М.: Высшая школа, 1991г.
9. Ү. Асанов, С. Молдобаев, Г. Токушева. Аналитикалык химия. Бишкек, 2004ж.
10. В.Н. Алексеев. Количественный анализ. М.: Химия, 1974г.
11. В.П. Васильев. Аналитическая химия. КН1: Титриметрические и гравиметрические методы анализа. М.: Мир 1994г.
12. А. Молдошев, Б. Мурзубраимов. Аналитикалык химия. Бишкек, 2008г.
13. А. Молдошев. Аналитикалык химия. Бишкек, 2010г.
14. Н.Ю. Келина, Н.В. Безручко. Аналитическая химия в таблицах и схемах. Ростов - на - Дону. Феникс 2008г.
15. П.П. Коростелев. Приготовление растворов для химико-аналитических работ. М.:1981г.
16. Ю.Ю. Лурье. Справочник по аналитической химии. М.:1985г.

17. С. Молдобаев. Аналитикалык химия боюнча маселелер жыйнагы. Бишкек, 2000г.
18. Н.Н. Ушакова, Е.Р. Николаева, С.А. Моросанова. Пособие по аналитической химии. Изд. Московского университета, 1981г.
19. Н. Я. Логинов, М.Н. Орлова. Сборник задач и упражнений по качественному анализу. М.: Просвещение, 1986г.
20. З.А. Барсуков. Аналитическая химия. М.: Высшая школа, 1990г.
21. Ю.С. Ляликов. Физико-химические методы анализа. М.: Химия, 1984г.
22. В.П. Васильев. Теоретические основы физико-химических методов анализа. М.: Высшая школа, 1989г.
23. Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Высшая школа, 1989г.
24. Б.В. Айвазов. Введение в хроматографию. М.: Высшая школа, 1983г.
25. Практикум по физико-химическим методам анализа. Под ред. О.М. Петрухина. М.: Химия, 1987г.
26. Практическое руководство по физико-химическим методам анализа. Под ред. И.П. Алимарина, В.М. Иванова. М.: Изд. МГУ, 1987г.
27. К. Дерфель. Статистика в аналитической химии. М.: Мир, 1994г.

Маанилүү кислоталардын жана негиздердин иондошуу константасы ($I=25\text{ C}$)

Аталышы	Формуласы	Иондошуу константы	Күчүнүн көрсөткүчү
Кислоталар			
1. Азоттуу	HNO_2	$5,1 \cdot 10^{-6}$	5,30
2. Ортобор	H_2BO_3	$K_1=5,8 \cdot 10^{10}$	9,24
3. Шарап	$\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}(\text{COOH})$	$K_1=9,1 \cdot 10^{-4}$	3,04
	»	$K_2=4,3 \cdot 10^{-5}$	4,37
4. Дихромдуу	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$K_2=2,3 \cdot 10^{-2}$	1,64
5. Иодит	HIO_3	$1,6 \cdot 19^{-1}$	0,79
6. Гипоидит	HIO	$2,3 \cdot 10^{-11}$	10,64
7. Метакремний	H_2SiO_4	$K_1=1,0 \cdot 10^{-10}$	10,0
	»	$K_2=1,6 \cdot 10^{-12}$	11,70
8. Ортокремний	H_4SiO_4	$K_1=1,3 \cdot 10^{-11}$	9,9
	»	$K_2=1,6 \cdot 10^{-12}$	11,8
	»	$K_3=2,0 \cdot 10^{-14}$	13,7
9. Сүт	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	3,86
10. Кумурска	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
11. Суутек пероксиди	H_2O_2	$2,0 \cdot 10^{-12}$	11,70
12. Суутек роданиди	HSCN	$1,4 \cdot 10^{-1}$	0,85
11. Салицил	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	2,97
14. Күкүрт	H_2SO_4	$K_2=1,2 \cdot 10^{-2}$	1,94
15. Күкүрттүү	H_2SO_3	$K_1=1,7 \cdot 10^{-2}$	1,76
	»	$K_2=6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
16. Күкүрттүү суутек	H_2S	$K_1=1,0 \cdot 10^{-8}$	6,99
	»	$K_2=1,3 \cdot 10^{-13}$	12,89
17. Синил	HCN	$6,2 \cdot 10^{-10}$	9,21

18. Сульфосалицил	$C_6H_3(OH)(COOH)SO_3H$	$K_2=1,4 \cdot 10^{-3}$	2,86
	»	$K_3=1,8 \cdot 10^{-12}$	11,74
19. Сурьма	$H[Sb(OH)_6]$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	4,4
20. Тиокүкүрт	$H_2S_2O_3$	$K_1=2,5 \cdot 10^{-1}$	0,6
		$K_2=1,9 \cdot 10^{-2}$	1,72
21. Көмүр	$H_2CO_3 \cdot CO_2(aq) + H_2O$	$K_1=4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
	«	$K_2=4,8 \cdot 10^{-11}$	10,32
22. Уксус	CH_3COOH	$1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76
23. Фосфордуу	H_3PO_3	$K_1=1,6 \cdot 10^{-2}$	1,80
	«	$K_2=2,0 \cdot 10^{-7}$	6,70
24. Ортофосфор	H_3PO_4	$K_1=7,6 \cdot 10^{-3}$	2,12
25. Пирофосфор	$H_4P_2O_7$	$K_1=3,0 \cdot 10^{-2}$	1,52
	«	$K_2=2,3 \cdot 10^{-3}$	2,64
	«	$K_3=2,0 \cdot 10^{-7}$	6,70
	«	$K_4=4,3 \cdot 10^{-10}$	9,37
26. Суутек фториди	HF	$6,8 \cdot 10^{-4}$	3,17
27. Гипохлорит	$HClO$	$5,0 \cdot 10^{-8}$	7,30
28. Монохлориди	$CH_2ClCOOH$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	2,86
29. Хром	H_2CrO_4	$K_1=1,1 \cdot 10^{-1}$	0,98
		$K_2=3,2 \cdot 10^{-7}$	6,50
30. Козу кулак	$H_2C_2O_4$	$K_1=5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
	«	$K_2=5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
31. Тетрауксус этилен диамин	ЭДТА	$K_1=1,0 \cdot 10^{-2}$	1,99
		$K_2=2,1 \cdot 10^{-3}$	2,67
		$K_3=5,4 \cdot 10^{-7}$	6,27
		$K_4=1,1 \cdot 10^{-11}$	10,95

32. Алма	$\text{HOOCCH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{COOH}$	$K_1=3,5 \cdot 10^{-4}$	3,46
		$K_2=8,9 \cdot 10^{-6}$	5,05
33. Янтарь	$\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	$K_1=1,6 \cdot 10^{-3}$	4,21
		$K_2=2,3 \cdot 10^{-7}$	5,63
Негиздер			
1. Аммиак эритмеси	$\text{NH}_3+\text{H}_2\text{O}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	4,755
2. Анилин	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$	$4,2 \cdot 10^{-10}$	9,38
3. Барий гидроксиди	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$K_2=2,3 \cdot 10^{-1}$	0,64
4. Бензидин	$\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	$K_1=9,35 \cdot 10^{-10}$	9,03
5. Гидроксиламин	$\text{NH}_2\text{OH}+\text{H}_2\text{O}$	$9,6 \cdot 10^{-9}$	8,02
6. Дифениламин	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}+\text{H}_2\text{O}$	$7,1 \cdot 10^{-14}$	13,15
7. Кальций гидроксиди	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$K_2=4,0 \cdot 10^{-2}$	1,40
8. Карбамид	$\text{CO}(\text{NH})_2+\text{H}_2\text{O}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	13,82
9. α Нафтиламин	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2+\text{H}_2\text{O}$	$8,4 \cdot 10^{-11}$	10,08
10. β -Нафтиламин	$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2+\text{H}_2\text{O}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	9,89
11. 8-Оксихинолин	$\text{C}_9\text{H}_7\text{ON}+\text{H}_2\text{O}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	8,99
12. Коргошун гидроксиди	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$K_1=9,55 \cdot 10^{-4}$ $K_2=3,0 \cdot 10^{-8}$	3,02 7,52
13. Күмүш гидроксиди	AgOH	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,30
14. Тиомочевина	$\text{CS}(\text{NH}_2)_2+\text{H}_2\text{O}$	$1,35 \cdot 10^{-13}$	11,87
15. Уротропин	$(\text{CH}_2)_6\text{N}_4+\text{H}_2\text{O}$	$1,4 \cdot 10^{-9}$	8,87
16. Хиолин	$\text{C}_9\text{H}_7\text{N}+\text{H}_2\text{O}$	$6,3 \cdot 10^{-10}$	9,20
17. Этаноламин	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}+\text{H}_2\text{O}$	$1,8 \cdot 10^{-3}$	4,75
18. Этиламин	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2+\text{H}_2\text{O}$	$4,7 \cdot 10^{-4}$	3,33
19. Этилен-диамин	$\text{H}_2\text{NCH}_2=\text{CH}_2\text{NH}_2+\text{H}_2\text{O}$	$K_1=9,10 \cdot 10^{-3}$	4,04

Аз эрүүчү маанилүү заттардын эригичтигинин
көбөйтүндүсү

Заттардын формуласы	Эригичтиктин көбөйтүндүсү	Эригичтиктин көбөйтүндүсү нүн көрсөткүчү
AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$	12,28
Ag ₂ CO ₃	$8,2 \cdot 10^{-12}$	11,09
Ag ₂ C ₂ O ₄	$3,5 \cdot 10^{-11}$	10,46
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	9,75
Ag ₂ CrO ₄	$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,95
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	16,08
Ag ₃ PO ₄	$1,3 \cdot 10^{-20}$	19,89
Ag ₂ S	$6,3 \cdot 10^{-50}$	49,20
AgSCN	$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,97
Al(OH) ₃ (Al ³⁺ , 3OH ⁻)	$1,0 \cdot 10^{-32}$	32,00
AlPO ₄	$5,75 \cdot 10^{-19}$	18,24
BaCO ₃	$5,1 \cdot 10^{-9}$	8,29
BaC ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-7}$	6,96
BaCrO ₄	$1,2 \cdot 10^{-10}$	9,93
Ba(OH) ₂	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,3
Ba ₃ (PO ₄) ₂	$6,0 \cdot 10^{-39}$	38,22
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	9,97
BiI ₃	$8,1 \cdot 10^{-19}$	18,09
Bi(OH) ₃	$3,2 \cdot 10^{-32}$	31,5
Bi ₂ S ₃	$1,0 \cdot 10^{-97}$	97,0
CaC ₄ H ₄ O ₆	$7,7 \cdot 10^{-7}$	6,11
CaCO ₃	$4,8 \cdot 10^{-9}$	8,32
CaC ₂ O ₄	$2,3 \cdot 10^{-9}$	8,64
CaCrO ₄	$7,1 \cdot 10^{-4}$	3,15
CaF ₂	$4,0 \cdot 10^{-11}$	10,40
Ca(OH) ₂ (Ca ²⁺ , 2OH)	$5,5 \cdot 10^{-6}$	5,26
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$2,0 \cdot 10^{-20}$	28,70
CaSO ₄	$9,1 \cdot 10^{-6}$	5,04
Cd(CN) ₂	$1,0 \cdot 10^{-8}$	8,0
CdCO ₃	$5,2 \cdot 10^{-12}$	11,3
CdC ₂ O ₄	$1,5 \cdot 10^{-8}$	7,8
Cd(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-14}$	13,66
CdS	$7,9 \cdot 10^{-27}$	26,10

CoCO ₃	$1,4 \cdot 10^{-13}$	12,84
CoC ₂ O ₄	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,2
Co(OH) ₂	$2,0 \cdot 10^{-15}$	14,80
Co(OH) ₃	$4,0 \cdot 10^{-45}$	44,4
CoS	$4,0 \cdot 10^{-21}$	20,40
Cr(OH) ₂	$1,1 \cdot 10^{-17}$	17,00
Cr(OH) ₃ (Cr ³⁺ , 3OH ⁻)	$6,3 \cdot 10^{-31}$	30,20
CrPO ₄ (сыя)	$1,0 \cdot 10^{-17}$	17,00
CrPO ₄ (жашыл)	$264,10^{-23}$	22662
CuCO ₃	$2,5 \cdot 10^{-10}$	9,60
CuC ₂ O ₄	$3,0 \cdot 10^{-8}$	7,50
CuCl	$1,2 \cdot 10^{-6}$	5,92
CuI	$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,96
Cu(OH) ₂ (Cu ²⁺ , 2OH ⁻)	$2,2 \cdot 10^{-20}$	19,66
CuS	$6,3 \cdot 10^{-36}$	35,20
Cu ₂ S	$2,5 \cdot 10^{-48}$	47,60
CuSCN	$4,8 \cdot 10^{-15}$	14,32
FeCO ₃	$3,47 \cdot 10^{-11}$	10,46
Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃	$3,0 \cdot 10^{-41}$	40,52
Fe(OH) ₂ (Fe ²⁺ , 2OH ⁻)	$1,0 \cdot 10^{-15}$	15,00
Fe(OH) ₃ (Fe ³⁺ , 3OH ⁻)	$3,2 \cdot 10^{-38}$	37,50
FePO ₄	$1,3 \cdot 10^{-22}$	21,89
FeS	$5,0 \cdot 10^{-18}$	17,3
FeS ₂ (Fe ²⁺ , S ₂ ²⁻)	$6,3 \cdot 10^{-31}$	30,2
Hg ₂ Br ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2Br ⁻)	$5,8 \cdot 10^{-23}$	22,24
Hg ₂ CO ₃	$8,9 \cdot 10^{-17}$	16,05
Hg ₂ C ₂ O ₄	$1,0 \cdot 10^{-13}$	13,00
Hg ₂ Cl ₂	$1,3 \cdot 10^{-18}$	17,88
Hg ₂ I ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2I ⁻)	$4,5 \cdot 10^{-29}$	28,35
HgHPO ₄ (Hg ₂ ²⁺ , HPO ₄ ²⁻)	$4,0 \cdot 10^{-13}$	12,40
HgS (кара)	$1,6 \cdot 10^{-52}$	51,8
Hg ₂ S(Hg ₂ ²⁺ , S ²⁻)	$1,0 \cdot 10^{-47}$	47,0
Hg ₂ (SCN) ₂ (Hg ₂ ²⁺ , 2SCN ⁻)	$3,0 \cdot 10^{-20}$	19,52
Hg ₂ SO ₃	$1,0 \cdot 10^{-27}$	27,0
Hg ₂ SO ₄	$6,8 \cdot 10^{-7}$	6,17
K ₃ [Co(NO ₂) ₆]	$4,3 \cdot 10^{-10}$	9,37
K ₇ NaCo(NO ₂) ₆ [2K ⁺ , Na ⁺ , Co(NO ₂) ₆ ³⁻]	$2,2 \cdot 10^{-11}$	10,66
KIO ₄	$83 \cdot 10^{-4}$	3,08
K ₂ PtF ₆ (2K ⁺ , PtF ₆ ²⁻)	$1,1 \cdot 10^{-5}$	4,96
K ₂ SiF ₆	$8,7 \cdot 10^{-7}$	6,06

MgCO ₃	2,1·10 ⁻⁵	4,67
MgC ₂ O ₄	8,6·10 ⁻⁵	4,19
MgF ₂	6,5·10 ⁻⁹	8,3
MgNH ₄ PO ₄	2,5·10 ⁻¹³	12,6
Mg(OH) ₂	6,0·10 ⁻¹⁰	9,22
Mg ₃ (PO ₄) ₂	1,0·10 ⁻¹³	13,0
MnCO ₃	1,8·10 ⁻¹¹	10,74
MnFe(CN) ₆	7,9·10 ⁻¹³	12,10
MnNH ₄ PO ₄	1·10 ⁻¹²	12,0
Mn(OH) ₂ (Mn ²⁺ , 2OH ⁻)	1,9·10 ⁻¹³	12,72
MnS(кызгылт)	2,5·10 ⁻¹⁰	9,60
(NH ₄) ₃ Co(NO ₂) ₆	7,6·10 ⁻⁶	5,12
(NH ₄) ₂ PtCl ₆	9·10 ⁻⁶	5,05
Na ₃ AlF ₆	4,1·10 ⁻¹⁰	9,39
NaSb(OH) ₆ [Na ⁺ , Sb(OH) ⁻] ₆	4·10 ⁻⁸	7,4
Ni(CN) ₂	3,0·10 ⁻²³	22,5
NiCO ₃	1,3·10 ⁻⁷	6,87
Ni ₂ C ₂ O ₄	4,0·10 ⁻¹⁰	9,4
NiFe(CN) ₆	1,3·10 ⁻¹⁵	1489
Ni(OH) ₂	6,3·10 ⁻¹⁸	17,20
NiS	3,2·10 ⁻¹⁹	18,50
PbCO ₃	7,49·10 ⁻¹⁴	13,13
PbCl ₂	1,6·10 ⁻⁵	4,79
PbCrO ₄	1,8·10 ⁻¹⁴	13,75
PbFe(CN) ₆	3,5·10 ⁻¹⁵	14,46
PbI ₂	1,1·10 ⁻⁹	8,98
Pb(OH) ₂	1,1·10 ⁻²⁰	19,96
Pb ₃ (PO ₄) ₂	7,9·10 ⁻⁴³	42,10
PbS	2,5·10 ⁻²⁷	26,60
PbSO ₄	1,6·10 ⁻⁸	7,80
Sb ₂ S ₃	1,6·10 ⁻⁹³	92,80
Sn(OH) ₂	6,3·10 ⁻²⁷	26,20
Sn(OH) ₄	1,0·10 ⁻⁵⁷	57
SnS	11·10 ⁻²⁵	25
SrCO ₃	1,1·10 ⁻¹⁰	9,96
SrC ₂ O ₄	5,6·10 ⁻⁸	7,25
SrCrO ₄	3,6·10 ⁻⁵	4,44
SrF ₂	2,5·10 ⁻⁹	8,61
Sr(OH) ₂	3,2·10 ⁻⁴	3,5
Sr ₃ (PO ₄) ₂	1,0·10 ⁻³¹	31,0

SrSO ₃	4.10 ⁻³	7,4
SrSO ₄	3,2.10 ⁻⁷	6,49
ZnCO ₃	1,45.10 ⁻¹¹	10,84
ZnC ₂ O ₄	1,5.10 ⁻⁹	8,8
Zn ₂ Fe(CN) ₆	4,1.10 ⁻¹⁶	15,39
ZnHg(SCN) ₄ [Zn ²⁺ ,Hg(SCN) ⁻⁴]	2,2.10 ⁻⁷	6,66
Zn(OH) ₂ (Zn ²⁺ ,2OH ⁻)	7,1.10 ⁻¹⁸	17,15
Zn ₃ (PO ₄) ₂	9,1.10 ⁻³³	32,04
ZnS	1,6.10 ⁻²⁴	23,80

3-Таблица

**Суу эритмесиндеги стандарттык редокс-потенциалы
(t=25°C)**

Символу	Реакциянын тендемеси	E° вольт
Ag	$Ag^+ + e \leftrightarrow Ag$	+0,80
	$[Ag(NH_3)_2]^+ + e \leftrightarrow Ag + 2NH_3$	+0,37
	$AgCl + e \leftrightarrow Ag + Cl^-$	+0,22
	$AgI + e \leftrightarrow Ag + I^-$	-0,151
Al	$Al^{3+} + 3 e \leftrightarrow Al$	-1,66-2,35
	$AlO_2^- + 2H_2O + 3 e \leftrightarrow Al + 4OH^-$	-2,35
As	$As + 3H^+ + 3 e \leftrightarrow AsH_3$	-0,60
Ba	$Ba^{2+} + 2 e \leftrightarrow Ba$	-2,90
Bi	$Bi_2O_3 + 3H_2O + 6 e \leftrightarrow 2Bi + 6OH^-$	-0,46
Br	$2HBrO + 2H^+ + 2 e \leftrightarrow Br_2 + 2H_2O$	+1,59
	$Br_2(ж) + 2 e \leftrightarrow Br^-$	+1,087
Ca	$Ca(OH)_2 + 2 e \leftrightarrow Ca + 2OH^-$	-2,87
	$Ca^{2+} + 2 e \leftrightarrow Ca$	-3,03
Cd	$Cd^{2+} + 2 e \leftrightarrow Cd$	-0,40
	$[Cd(NH_3)_4]^{2+} + 2 e \leftrightarrow Cd + 4NH_3$	-0,61
	$Cd(OH)_2 + 2 e \leftrightarrow Cd + 2OH^-$	-0,81

Cl	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cl}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{Cl}^-$	+1,63 +1,36
Co	$\text{Co}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Co}^{2+}$ $\text{Co}(\text{OH})_3 + e \leftrightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+} + e \leftrightarrow [\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ $\text{Co}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Co}$ $\text{Co}(\text{OH})_2 + 2e \leftrightarrow \text{Co} + 2\text{OH}^-$	+1,84 +0,17 +0,1 -0,28 -0,73
Cr	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e \leftrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e \leftrightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$ $\text{Cr}^{3+} + 3e \leftrightarrow 2\text{Cr}$	+1,33 -0,13 -0,74
Cu	$\text{Cu}^{2+} + \text{I}^- + e \leftrightarrow \text{CuI}$ $\text{Cu}^{2+} + \text{Br}^- + e \leftrightarrow \text{CuBr}$ $\text{Cu}^+ + e \leftrightarrow \text{Cu}$ $\text{Cu}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Cu}$ $2\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2e \leftrightarrow \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	+0,86 +0,64 +0,521 +0,34 -0,08
Fe	$\text{Fe}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$ $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3+} + e \leftrightarrow [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ $\text{Fe}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Fe}$ $\text{Fe}(\text{OH})_3 + e \leftrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0,77 +0,36 -0,44 -0,56
H	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{H}_2$ $2\text{H}_2\text{O}^+ + 2e \leftrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ $\text{H}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{H}^+$	+1,77 0,00 -0,83 -2,25

Hg	$2\text{Hg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Hg}_2^{2+}$	+0,91
	$\text{Hg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Hg}(\text{ж})$	+0,86
	$\text{Hg}_2^{2+} + 2e \leftrightarrow 2\text{Hg}(\text{ж})$	+0,79
	$2\text{HgCl}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{Hg}_2\text{Cl} + 2\text{Cl}^-$	+0,62
	$[\text{HgI}_4]^{2-} + 2e \leftrightarrow \text{Hg} + 4\text{I}^-$	-0,04
	$\text{HgS} + 2e \leftrightarrow \text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-}$	-0,70
	I	$2\text{HIO} + 2\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{I}_2 + 2e \leftrightarrow 2\text{I}^-$		+0,5355
K	$\text{K}^+ + e \leftrightarrow \text{K}$	-2,93
Mg	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2e \leftrightarrow \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,69
	$\text{Mg}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Mg}$	-2,37
Mn	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3e \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,695
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5e \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,51
	$\text{Mn}^{3+} + e \leftrightarrow \text{Mn}^{2+}$	+1,51
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e \leftrightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,23
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e \leftrightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,57
N	$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e \leftrightarrow \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,29
	$\bullet \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e \leftrightarrow \text{NO}(\text{ч}) + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,96
	$\text{NO}_3^- + 1\text{H}^+ + 8e \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,87
	$\text{HNO}_2 + 7\text{H}^+ + 6e \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,86
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Ni}$	-0,23
	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} + 2e \leftrightarrow \text{Ni} + 6\text{NH}_3(\text{ж})$	-0,47
	$\text{Ni}(\text{OH})_2 + 2e \leftrightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^-$	-0,72

O	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	+1,229
	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow 2H_2O$	+1,77
	$O_3 + H_2O + 2e^- \leftrightarrow O_2 + 2OH^-$	+1,24
Pb	$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \leftrightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	+1,455
	$PbO_2 + H_2O + 2e^- \leftrightarrow PbO \text{ (ромб)} + 2OH^-$	+0,28
	$Pb^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Pb$	-0,126
S	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \leftrightarrow 2SO_4^{2-}$	+2,01
	$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow S + 3H_2O$	+0,45
	$S + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow H_2S$	+0,14
Sb	$SbO^+ + 2H^+ + 3e^- \leftrightarrow Sb + H_2O$	+0,21
	$Sb + 3H^+ + 3e^- \leftrightarrow SbH_3 \text{ (r)}$	-0,51
Si	$Si + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow SiH_4$	+0,10
	$SiO_3^{2-} + 3H_2O + 4e^- \leftrightarrow Si + 6OH^-$	-1,73
Sn	$Sn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Sn$	-0,14
	$Sn^{4+} + 2e^- \leftrightarrow Sn^{2+}$	+0,15
	$HSnO_2^- + H_2O + 2e^- \leftrightarrow Sn + 3OH^-$	-0,91
Sr	$Sr^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Sr$	-2,89
Zn	$Zn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn$	-0,76
	$[Zn(NH_3)_4]^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Zn + 4NH_3$	-1,03
	$Zn(OH)_2 + 2e^- \leftrightarrow Zn^{2+} + 2OH^-$	1,245

4-Таблица

**Комплекстик иондордун туруксуздугунун
константасы (t=20-30°C)**

Комплексти пайда кылуучулар	Комплекстин иондошуусу	Комплекстин туруксуздугунун константы К.туруксуздугу	pK=-lgK
Ag ⁺	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺ ↔ Ag ⁺ + 2NH ₃	5,75.10 ⁻⁸	7,24
	[Ag(CN ₂)] ⁻ ↔ Ag ⁺ + 2CN ⁻	1,41.10 ⁻²⁰	19,85
	[Ag(SCN ₂)] ⁻ ↔ Ag ⁺ + 2SCN ⁻	5,88.10 ⁻⁹	8,23
	[Ag(S ₂ O ₃) ₂] ³⁻ ↔ Ag ⁺ + 2S ₂ O ₃ ²⁻	3,47.10 ⁻¹⁴	13,46
	[AgCl ₂] ⁻ ↔ Ag ⁺ + 2Cl ⁻	9,12.10 ⁻⁶	5,04
	[AgI ₂] ⁻ ↔ Ag ⁺ + 2I ⁻	5,5.10 ⁻¹²	11,74
Al ³⁺	[Al(OH) ₄] ⁻ ↔ Al ³⁺ + 4OH ⁻	1,0.10 ⁻³³	33,00
	[AlF ₆] ³⁻ ↔ Al ³⁺ + 6F ⁻	2,14.10 ⁻²¹	20,67
	[Al(SO ₄) ₂] ²⁻ ↔ Al ³⁺ + 2SO ₄ ²⁻	1,26.10 ⁻⁶	5,10
	[Al(C ₂ O ₄) ₃] ³⁻ ↔ Al ³⁺ + 3C ₂ O ₄ ²⁻	5,0.10 ⁻¹⁷	16,30
	[AlЭДТА] ⁻ ↔ Al ³⁺ + ЭДТА ⁴⁻	7,41.10 ⁻¹⁷	16,13
Cd ²⁺	[Cd(NH ₃) ₄] ²⁺ ↔ Cd ²⁺ + 4NH ₃	2,75.10 ⁻⁷	6,56
	[Cd(CN ₄)] ²⁻ ↔ Cd ²⁺ + 4CN ⁻	7,76.10 ⁻¹⁸	17,11
	[CdI ₄] ²⁻ ↔ Cd ²⁺ + 4I ⁻	7,94.10 ⁻⁷	6,10
	[Cd(S ₂ O ₃) ₂] ²⁻ ↔ Cd ²⁺ + 2S ₂ O ₃ ²⁻	3,31.10 ⁻⁷	6,48
Co ²⁺	[Co(NH ₃) ₄] ²⁺ ↔ Co ²⁺ + 4NH ₃	8,51.10 ⁻⁶	5,07
	[Co(CN) ₆] ⁴⁻ ↔ Co ²⁺ + 6CN ⁻	8,13.10 ⁻²⁰	19,09
	[CoЭДТА] ⁻ ↔ Co ²⁺ + ЭДТА ⁴⁻	6,16.10 ⁻¹⁷	16,21

Co ³⁺	[Co(NH ₃) ₆] ³⁺ ↔ Co ³⁺ +6NH ₃	6,16·10 ⁻³⁶	35,21
	[Co(CN) ₆] ³⁻ ↔ Co ³⁺ +6CN ⁻	1,0·10 ⁻⁶⁴	64,00
	[CoЭДТА] ⁻ ↔ Co ³⁺ +ЭДТА ⁴⁻	1,0·10 ⁻³⁶	36,00
Cu ⁺	[Cu(NH ₃) ₂] ⁺ ↔ Cu ⁺ +2NH ₃	1,38·10 ⁻¹¹	10,96
	[Cu(CN) ₄] ³⁻ ↔ Cu ⁺ +4CN ⁻	5,0·10 ⁻³¹	30,30
	[Cu(C ₂ O ₄) ₂] ²⁻ ↔ Cu ²⁺ +2C ₂ O ₄ ²⁻	5,0·10 ⁻¹¹	10,30
	[CuЭДТА] ²⁻ ↔ Cu ²⁺ +ЭДТА ⁴⁻	1,58·10 ⁻¹⁹	18,80
Hg ²⁺	[Hg(NH ₃) ₄] ²⁺ ↔ Hg ²⁺ +4NH ₃	5,0·10 ⁻²⁰	19,30
	[HgCl ₄] ²⁻ ↔ Hg ²⁺ + 4Cl ⁻	8,5·10 ⁻¹⁶	15,07
	[HgBr ₄] ²⁻ ↔ Hg ²⁺ + 4Br ⁻	1,0·10 ⁻²¹	21,00
	[HgI ₄] ²⁻ ↔ Hg ²⁺ + 4I ⁻	1,48·10 ⁻³⁰	29,83
	[Hg(CN) ₄] ²⁻ ↔ Hg ²⁺ +4CN ⁻	3,09·10 ⁻⁴²	41,51
	[Hg(SCN) ₄] ²⁻ ↔ Hg ²⁺ +4SCN ⁻	1,7·10 ⁻²⁰	19,77
Fe ²⁺	[Fe(CN) ₆] ⁴⁻ ↔ Fe ²⁺ +6CN ⁻	1,0·10 ⁻²⁴	24,00
	[[FeC ₆ H ₄ (COO)O] ₂] ²⁻ ↔ Fe ²⁺ +2[C ₆ H ₄ (COO)O] ²⁻	5,62·10 ⁻¹²	11,25
Fe ³⁺	[Fe(CN) ₆] ³⁻ ↔ Fe ³⁺ +6CN ⁻	1,0·10 ⁻³¹	31,00
	[FeF ₆] ³⁻ ↔ Fe ³⁺ + 6F ⁻	7,94·10 ⁻¹⁷	16,10
	[FeЭДТА] ⁻ ↔ Fe ³⁺ +ЭДТА ⁴⁻	7,94·10 ⁻²⁶	25,10
	[Fe(C ₂ O ₄) ₃] ³⁻ ↔ Fe ³⁺ + 3C ₂ O ₄ ²⁻	6,31·10 ⁻²¹	20,20
Ni ²⁺	[Ni(NH ₃) ₆] ²⁺ ↔ Ni ²⁺ + 6NH ₃	1,23·10 ⁻⁸	7,91
	[Ni(CN) ₄] ²⁻ ↔ Ni ²⁺ +4CN ⁻	1,0·10 ⁻³¹	31,00
	[NiЭДТА] ²⁻ ↔ Ni ²⁺ +ЭДТА ⁴⁻	2,4·10 ⁻¹⁹	18,62

Pb ²⁺	[Pb(SrO ₃) ₂] ²⁻ ↔ Pb ²⁺	6,31.10 ⁻⁸	7,20
	+2SrO ₃ ²⁻ [PbЭДТА] ²⁻ ↔ Pb ²⁺ + ЭДТА ⁴⁻	9,12.10 ⁻¹⁹	18,64
Zn ²⁺	[Zn(NH ₃) ₄] ²⁺ ↔ Zn ²⁺	2,0.10 ⁻⁹	8,70
	+4NH ₃ [Zn(C ₂ O ₄) ₃] ⁴⁻ ↔ Zn ²⁺	7,08.10 ⁻⁹	8,15
	+3C ₂ O ₄ ²⁻	2,19.10 ⁻¹⁵	14,66
	[Zn(OH) ₄] ²⁻ ↔ Zn ²⁺	1,0.10 ⁻¹⁹	19,00
	+4OH ⁻ [Zn(CN) ₄] ²⁻ ↔ Zn ²⁺	3,16.10 ⁻¹⁷	16,50
+4CN ⁻ [ZnЭДТА] ²⁻ ↔ Zn ²⁺ + ЭДТА ⁴⁻			

5-Таблица

Анализде колдонулуучу реагенттердин даярдалышы.

Аталышы	формуласы	Молекулалык к массасы	тыгыздыгы	проценти	нормалуул угу	Бир литр эритмедеги эриген заттын саны
Кислоталар						
Азот (конц)	HNO ₃	63,0	1,4	65,3	14,5	
Азот (суюл)	HNO ₃				2	145,0 мл, р=1,4 сууну кошуу менен көлөмүн 1л жеткизет
Күкүрт (конц)	H ₂ SO ₄	98,0	1,84	95,6	36	
Күкүрт (суюл)	H ₂ SO ₄			9,25	2	56,0 мл, р=1,84 кислотаны 944 мл дистирленген сууга этияттык менен кошот

Туз (конц) Туз (суюл)	HCl HCl	36,5 -	1,19 -	37,2 7,1	12 2	162 мл, $\rho=1,19$ HCl сууну кошуу менен көлөмүн 1л жеткизет
Уксус (конц)	CH ₃ COOH	60,0	1,05	99,5	17	
Уксус (суюл)	CH ₃ COOH	-	-	-	-	120 мл коюлт кислотага сууну кошуу менен көлөмүн 1л жеткизет
Шарап		150,0	-	-	2	150г шарап кислотасын 200мл сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет

Негиздер

Аммоний гидроксиди (конц)	NH ₄ OH	35,0	0,91	25	15	
Аммоний гидроксиди (суюлт)	NH ₄ OH	-	-	-	2	138мл коюлтулган NH ₄ OH 862мл сууга эритет
Барит суусу	Ba(OH) ₂ ·8H ₂ O	315,5	-	-	0,4	63г сууга эритет көлөмүн 1л. жеткизет.
Акиташ суусу	Ca(OH) ₂	74,0	-	-	0,05	1,3г сууга эритет көлөмүн 1л. жеткизет.
Калий гидроксиди (суюлтулган)	KOH	56,0	-	-	2	112 г сууга эритет көлөмүн 1л. жеткисет.
Натрий гидроксиди (конц)	NaOH	40,0	-	-	6	250г сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет
Натрий гидроксиди (суюлтулган)	NaOH	40,0	-	-	2	80г суу эритип көлөмүн 1л жеткизет

Туздар

Аталышы	Формуласы	Молекулалык массасы	Нормалдуулугу	Бир литр эритмедеги эриген заттын саны г
Алюминий нитраты	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	375	0,5	62,5
Алюминий хлориди	$\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	241,5	0,5	40,2
Алюминий сульфаты	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	342	0,5	28,5
Аммоний ацетаты	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	77	4	300г тузду сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет
Аммоний карбонаты	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	96	2	96г майдаланган тузду 1л 2н NH_4OH эритет
Аммоний нитраты	NH_4NO_3	80,0	0,5	40,0
Аммоний оксалаты	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	142,0	0,5	35,0г тузду 100мл сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет
Аммоний персульфаты	$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$	228	0,5	52г тузду 100мл сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет
Аммоний роданиди	NH_4SCN	76,0	0,5	38,0
Аммоний роданиди	NH_4SCN	76,0	2,6	200г тузду 100мл сууга эритип көлөмүн 1л жеткизет
Аммоний сульфаты	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	132	2	132,0
Барий нитраты	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	261	0,5	62,5
Барий хлориди	$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	244	0,5	61,0

Висмут нитраты	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	485	0,5	80,8 г тузду суюлтулган HNO_3 эритип көлөмүн 1л сууну кошуу менен жеткизет
Висмут хлориди	BiCl_3	315	-	52,5г тузду суюлтулган HCl эритип көлөмүн 1л сууну кошуу менен жеткизет
Гипс суусу	$\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	172	-	2,5г тузду 1л сууга эритет
Темир сульфаты (III)	$\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	-	0,5	-
Темир хлориди	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	270,3	0,5	45,0г.
Кадмий нитраты	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	308,47	0,5	77,1г.
Кадмий хлориди	$\text{CdCl}_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$	228,0	0,5	57,0 г.
Калий нитраты	KNO_3	101,0	0,5	50,5 г.
Калий нитрити	KNO_2	85,0	0,5	42,5 г.
Калий бромиди	KBr	119,0	0,5	59,5 г.
Калий дихроматы	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	294,0	0,5	74,0 г.
Калий карбонаты	K_2CO_3	138	0,5	34,5 г.
Калий перманганаты	KMnO_4	158,0	0,1	3,2 г.
Калий роданиди	KSCN	97,0	0,5	48,5 г.
Калий хлориди	KCl	74,5	0,5	37,25 г.
Калий хроматы	K_2CrO_4	194	0,5	48,5 г.
Натрий нитрити	NaNO_2	69,0	0,5	34,5 г.

Натрий сульфаты	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	322,2	0,5	85,6 г.
Натрий сульфити	$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	252,0	0,5	63,0 г.
Натрий тиосульфаты	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,2	0,5	62,0 г.
Натрий хлориди	NaCl	58,5	0,5	29,2 г.
Никель нитраты	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	290,8	0,5	72,7 г.
Никель сульфаты	$\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	281,0	0,5	70,2 г.
Калай хлориди (II)	$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	225,6	0,5	56,4г тузду 250мл HCl (p-1,19) эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Калай хлориди (IV)	$\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	350,6	0,5	43,8 г $\text{SnCl}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 200мл HCl (p-1,19) эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Сымап нитраты (I)	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	561,3	0,2	65,1 г 120мл 2н HNO_3 эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет. Эритмеге аз сандагы металл төрүндөгү сымапты кошуу талап кылынат.
Сымап нитраты (II)	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	343,0	0,2	34,3г 100мл 2н HNO_3 эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет.
Сымап хлориди (II)	HgCl_2	271,5	0,2	27,2 г.
Коргошун ацетаты	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	379,3	0,5	94,7г $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ суюлтулган CH_3COOH эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет

Коргошун нитраты	$Pb(NO_3)_2$	331,2	0,5	82,8г $Pb(NO_3)_2$ 200 мл суюлтулган HNO_3 эритип көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Күмүш нитраты	$AgNO_3$	169,9	0,1	17,0г $AgNO_3$ эритүү менен эритмеге 2тамчы HNO_3 кошот жана айнеги карангы идишке сактайт
Стронций нитраты	$Sr(NO_3)_2$	211,6	0,5	52,9 г.
Стронций хлориди	$SrCl_2 \cdot 6H_2O$	266,6	0,5	66,7 г.
Сурьма хлориди (III)	$SbCl_3$	228,1	0,5	38,2г $SbCl_3$ 150мл 4н HCl эритип көлөмүн 1л жеткизет
Сурьма хлориди (v)	$SbCl_5$	299	0,5	30г $SbCl_5$ 5н HCl эритип көлөмүн 1л жеткизет
Хром (III) сульфаты	$Cr(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	716,5	0,5	59,7 г.
Хром хлориди (III)	$CrCl_3 \cdot 6H_2O$	266,0	0,5	44,4 г.
Цинк нитраты	$Zn(NO_3)_2 \cdot 5H_2O$	297,5	0,5	74,4 г.
Цинк сульфаты	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	287,6	0,5	71,9 г.
Цинк хлориди	$ZnCl_2$	136	0,5	43,0 г.
Кальций сульфаты	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172	-	$t^0 = 15$ каныккан эритме
Кальций хлориди	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	219	0,5	54,8г.
Кобальт нитраты	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	291	0,5	72,8г.
Кобальт хлориди	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	238	0,5	59,5г.
Магний хлориди	$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	203	0,5	50,8г.
Марганец нитраты	$Mn(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	287	0,5	71,7г.
Марганец сульфаты	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	223,1	0,5	55,8г.
Жез нитраты	$Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$	242,0	0,5	62,5г.

Жез сульфаты	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	250,0	0,5	62,5г.
Натрий ацетаты	$\text{CHCOONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	136,0	1,0	136г.
Натрий гидротартраты	$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	172,0	1,0	172,1г.
Натрий гидрофосфаты	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	358,0	0,5	59,7г.
Натрий карбонаты	Na_2CO_3	106,0	0,5	26,5г.
Натрий нитраты	NaNO_3	85,0	0,5	42,5г.
Натрий нитрити	NaNO_2	69,0	0,5	34,5г.
Натрий сульфаты	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	322,2	0,5	85,6г.
Натрий сульфити	$\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	252,0	0,5	78,04г.
Натрий тиосульфаты	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	248,2	0,5	62,0г.
Натрий хлориди	NaCl	58,5	0,5	29,2г.
Никель нитраты	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	290,8	0,5	72,7г.
Калий гексациано (III) ферраты	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN}_6)]$	329	0,5	55,0г.
Калий гексациано (II) ферраты	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN}_6) \cdot 3\text{H}_2\text{O}]$	422	0,5	52,5г.
Калий иодиди	KI	166	0,5	83,0г.
Кальций нитраты	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	236	0,5	59,0г.

Иондорду ачууга колдонулуучу атайын реагенттер

Аталышы	Даярдалышы
Ализарин кызыл (ализарин натрий сульфонаты) $C_{14}H_5O_2(OH)_2SO_3Na$	0,1-проценттүү суудагы эритмеси же 96 проценттүү этил спиртиндеги каныккан эритмеси
Алюминион $C_{22}H_{11}O_9(NH_4)_3$	0,5г алюминиюнду 500мл сууга эритет
Алюминий тетрародано- (II) меркураты $(NH_4)_2[Hg(SCN)_4]$	8г сымаптын хлоридин (II) жана 9г алюминийдин роданидин 100мл сууга эритет
Аммоний молибдаты (молибден суюктугу)	70г алюминийдин молибдаты 55мл 25 проценттүү аммиактын эритмесинен жана 265мл суудан турган аралашмага эритүү менен 270мл HNO_3 (d=1,2) жана 400мл суу менен болгон аралашмага куйат. 48 саатка койгондон кийин тунук эритмени куйуп алат.
Анилин хлоргидраты $C_6H_5NH_2HCl$	10мл анилинди 10мл HCl (d=1,19) аралаштырат.
Бром суусу	1мл бромду 100мл сууга эритет
Диметилглиоксим (Чугаевдин реагенти) $C_4H_8N_2O_2$ $\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ C=NOH \\ \\ C=NOH \\ \\ CH_3 \end{array}$	1г диметилглиоксимди 100мл 96 проценттүү этил спиртинде же 100мл аммиактын эритмесинде эритет.
Дитизон $SC(N_2HC_6H_5)_2$ $S=C \begin{cases} NH-NH-C_6H_5 \\ N=N-C_6H_5 \end{cases}$	0,01г дитизонду 100мл CCl_4 (же $CHCl_3$) эритуу менен карангыланган айнек идишине сактайт.
Дифенилкарбазид $O=C \begin{cases} NH-NH-C_6H_5 \\ NH-NH-C_6H_5 \end{cases}$	1г реагентти 100мл 96 проценттүү спиртке эритет
Иод суусу	1,3 г иодду жана 3 г KI 10мл сууга эритет жана көлөмүн суу менен 1л жеткизет.

Калий дигидроантимонаты KH_2SbO_4	22гр тузду 1л сууга ысытуу менен эритет 5 мүнөт кайнатат, муздатуу менен эритмеге 35мл 6н КОН эритмесин кошот 24 сааттан кийин эритмени чыпкалап алат.
Крахмал (эритмеси)	1г крахмалды 3-5мл муздак суу менен аралаштырат. Пайда болгон боткону 100мл ысык сууга куюп аралаштыруу менен кайнатат жана муздатат.
Магнезиалдык аралашма $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$	130г магнийдин нитраты жана 240г алюминийдин нитратын сууга эритет жана ага 70мл 3н амиактын эритмасын кошуу менен эритменин көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Магнезиалдык аралашма II $\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$	100г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100г NH_4Cl 240 г сууга жана ага 50 мл 25 проценттүү аммиактын эритмасын кошуу менен эритменин көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Метил фиолет	0,3 метил фиолетти 500мл сууга эритет.
Натрий гексанитро- (III) кобальты $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	21г натрийдин нитритин жана 29г кобальттын нитратын 50мл сууга эритет жана ага 1мл 80 проценттүү уксус кислотасын кошот. 48 саатка койгондон кийин эритмени чыпкалайт жана көлөмүн суу менен 100мл жеткизет.
Аммиактын күмүш эритмеси (Фаургольтун реагенти)	1,7 г күмүштүн нитратын жана 25г калийдин нитратын сууга эритет жана ага 17 мл 25 проценттүү аммиактын эритмесин кошуу менен көлөмүн суу менен 1л жеткизет
Суутек пероксиди	10мл 30 проценттүү суутектин пероксидинин көлөмүн суу менен 100мл жеткизет.
Натрий-коргошун гексанитро (II) купраты $\text{Na}_2[\text{PbCu}(\text{NO}_2)_6]$	2г натрийдин нитрити, 0,09г жездин ацетатын жана 1,6 коргошундун ацетатын 16мл суу жана 0,2мл 30 проценттүү уксус кислотасынан турган аралашмага эритет эритмени оозу бекем жабылган идишке сактайт

Несслердин реагенти	8г KI, 11,5г HgI ₂ 45мл сууга эритет жана ага 50мл 6н NaOH эритмесин кошот. Белгилүү убакыттан кийин эритмени чөкмөдөн бөлүп алат. Эритмени тыгыны жылмаланган идишке сактайт
α, α' – Дипиридил	1г α, α' - дипиридилди 100мл проценттүү натрийдин гидроксидинде эритет
Магнезон (I)	0,025г <i>m</i> -нитробензолазорезорцинди 100мл 1 нормалдуу натрийдин гидроксидинде эритет
Магнезон (II)	0,025г <i>m</i> -нитробензолазо- α -нафтолду 120мл 1 нормалдуу NaOH эритмесинде эритет
Фенолфталеин C ₂₀ H ₁₄ O ₄	0,1г фенолфталеинди 100мл этил спиртинде эритет
Уранилацетат UO ₂ (CH ₃ COO) ₂	30 проценттүү уксус кислотасындагы каныккан эритмеси.
Цинкуранилацетат Zn(CH ₃ COO) ₂ ·3UO ₂ (CH ₃ COO) ₂	Эритме (I) 10г UO ₂ (CH ₃ COO) ₂ жана 6мл 30 проценттүү уксус кислотасын 50мл дистирленген сууга эритет Эритме (II) 30г Zn(CH ₃ COO) ₂ жана 3мл 30 проценттүү уксус кислотасын 50мл дистирленген сууга ысытуу менен эритет. Даярдалган эки эритмени аралаштырат 24 сааттан кийин эритмени чыпкалайт
Дифениламин (C ₆ H ₅) ₂ NH	1г дифениламинди 100мл H ₂ SO ₄ (d-1,84) эритет
Нитрон C ₂₀ H ₁₆ N ₄ ·HNO ₃	10 г нитронду 100мл 5 проценттүү уксус кислотасында эритет. Белгилүү убакыттан кийин айнек фильтри аркылуу чыпкалайт жана эритмени карангыланган айнек идишке сактайт
α - Нафтиламин C ₁₀ H ₇ NH ₂	0,3г затты 20мл сууга кайнатат жана ага 150мл 2н уксус кислотасынын эритмесин кошот
Сульфанил кислотасы NH ₂ C ₆ H ₄ SO ₃ H	0,5г затты 150мл 2н уксус кислотасынын эритмесинде эритет
Фуксин C ₂₀ H ₂₀ N ₃ Cl	0,1г фуксинди 100мл сууга эритет.

Айрым индикаторлордун даярдалышы

Индикатордун аталышы	pH аралыгы	Даярдалышы
Метил кызгылт сары (0,1 проценттүү эритме)	3,1- 4,4	0,1 г индикаторду 100мл сууга эритет
Метил кызыл (0,1 проценттүү эритме)	4,4 -6,2	0,1 г индикаторду 100мл этил спиртинде эритет
Фенолфталеин (0,1 проценттүү эритме)	8,0-10,0	0,1 г индикаторду 100мл этил спиртинде эритет
Лакмус (0,1 проценттүү эритме)	5,8-8,0	0,5 г индикаторду 100мл сууга эритет

Логарифмалар

0	Абрымаалардын ортого маанисинин пропорционалдык																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9										
10	00 0000	00 432	00 860	01 284	02 119	02 531	02 938	03 342	03 743	41	2	3	4	5	6	7	8	9	
11	04 139	04 532	04 922	05 308	05 690	06 070	06 446	06 818	07 188	07 555	37	77	116	154	193	232	270	309	348
12	07 918	08 279	08 636	08 991	09 342	09 691	10 037	10 380	10 721	11 059	36	74	111	148	185	222	259	296	333
13	11 394	11 727	12 057	12 385	12 710	13 033	13 354	13 672	13 988	14 301	35	66	32	131	164	197	229	262	295
14	14 613	14 922	15 227	15 534	15 836	16 137	16 435	16 732	17 026	17 319	30	61	91	122	152	183	213	244	274
15	17 609	17 898	18 184	18 469	18 752	19 033	19 312	19 590	19 866	20 140	28	57	85	114	142	171	199	228	256
16	20 412	20 683	20 951	21 219	21 484	21 748	22 011	22 272	22 531	22 789	27	53	80	107	134	160	187	214	240
17	23 045	23 300	23 553	23 805	24 055	24 304	24 551	24 797	25 042	25 285	26	50	76	101	126	150	175	201	227
18	25 527	25 768	26 007	26 245	26 482	26 717	26 951	27 184	27 416	27 646	24	48	73	98	122	147	171	196	220
19	27 875	28 103	28 330	28 556	28 780	29 003	29 226	29 447	29 667	29 885	23	45	68	90	113	135	158	180	203
20	30 103	30 320	30 535	30 750	30 963	31 175	31 387	31 597	31 806	32 015	21	41	64	85	106	127	148	170	190
21	32 222	32 428	32 634	32 838	33 041	33 244	33 444	33 646	33 846	34 044	20	41	61	81	101	121	141	162	182
22	34 242	34 439	34 635	34 830	35 025	35 218	35 411	35 603	35 793	35 984	20	39	58	77	97	116	135	154	174
23	36 173	36 361	36 549	36 736	36 921	37 107	37 291	37 475	37 658	37 840	19	37	56	74	93	111	130	148	167
24	38 021	38 202	38 382	38 561	38 739	38 917	39 094	39 270	39 445	39 620	18	35	53	71	89	106	124	142	159
25	39 794	39 967	40 140	40 312	40 483	40 654	40 824	40 993	41 162	41 330	17	34	51	68	85	102	119	136	153
26	41 697	41 868	42 038	42 207	42 375	42 542	42 709	42 874	43 039	43 203	16	32	49	66	82	98	115	131	148
27	43 136	43 297	43 457	43 616	43 775	43 933	44 091	44 248	44 404	44 560	15	30	46	61	76	91	107	122	137
28	44 516	44 671	44 825	44 979	45 132	45 284	45 436	45 587	45 737	45 886	15	29	44	59	74	88	103	118	132
29	46 110	46 259	46 408	46 556	46 703	46 849	46 994	47 139	47 282	47 425	14	28	43	57	72	86	100	114	129
30	47 112	47 257	47 401	47 544	47 686	47 827	47 967	48 106	48 244	48 381	14	28	41	55	69	83	97	110	124
31	49 136	49 276	49 415	49 554	49 692	49 829	49 965	50 100	50 234	50 379	14	26	40	54	67	80	94	107	121
32	50 511	50 650	50 788	50 926	51 063	51 199	51 334	51 468	51 601	51 732	13	27	40	54	67	80	94	107	121
33	52 983	53 120	53 256	53 392	53 527	53 661	53 794	53 927	54 059	54 191	13	26	39	52	65	78	91	104	117
34	53 148	53 275	53 402	53 529	53 656	53 782	53 908	54 033	54 158	54 283	13	25	38	50	63	76	88	101	113
35	54 407	54 531	54 654	54 777	54 900	55 023	55 145	55 267	55 388	55 509	12	24	37	49	61	73	85	98	110

36	56630	53751	55841	55991	56110	56229	56348	56467	56585	56703	12	24	36	48	60	71	83	95	104
37	56820	56937	57054	57171	57288	57405	57522	57639	57756	57873	12	23	35	46	58	70	81	93	104
38	57978	58092	58206	58320	58433	58546	58659	58771	58883	58995	11	21	34	45	57	68	79	90	102
39	59106	59218	59339	59459	59570	59680	59790	59908	60025	60142	11	22	33	44	55	66	77	88	99
40	60206	60314	60423	60531	60638	60746	60853	60959	61066	61172	10	21	32	43	54	64	75	86	97
41	61278	61384	61490	61595	61700	61805	61909	62014	62118	62221	10	21	31	42	53	63	74	84	95
42	68325	62428	63548	63649	63749	63849	63949	64048	64147	64246	10	20	30	40	50	60	70	80	90
43	63437	64444	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181	10	19	29	39	49	59	69	79	88
44	64345	64444	64542	64640	64738	64836	64933	65031	65128	65225	10	20	30	39	49	59	69	79	88
45	65321	65418	65514	65610	65706	65801	65896	65992	66087	66181	10	19	29	38	48	57	67	76	86
46	66276	66370	66464	66558	66652	66745	66839	66932	67025	67117	9	19	28	37	47	56	65	74	84
47	672110	67302	67394	67486	67578	67669	67761	67852	67943	68034	9	18	27	36	46	55	64	73	82
48	68124	68215	68305	68395	68485	68574	68664	68753	68842	68931	9	18	27	36	45	53	63	72	81
49	69020	69108	69197	69285	69373	69461	69548	69636	69723	69810	9	18	26	35	44	53	62	70	79
50	69987	69984	70070	70157	70243	70329	70415	70501	70586	70672	9	17	26	34	43	52	60	69	77
51	70757	70842	70927	71012	71096	71181	71265	71349	71433	71517	8	17	25	34	42	50	59	67	76
52	71600	71684	91767	71850	71933	72016	72099	72181	72263	72345	8	17	25	33	42	50	58	66	75
53	72428	72509	72591	72673	72754	72835	72916	72997	73078	73159	8	16	24	32	40	48	56	64	72
54	73239	73320	73400	73480	73560	73640	73719	73799	73878	73957	8	16	24	32	40	48	56	64	72
55	74036	74115	74194	74273	74351	74429	74507	74586	74663	74741	8	16	23	31	39	46	54	62	69
56	74819	74896	74974	75051	75128	75205	75282	75358	75435	75511	8	15	23	30	38	45	53	60	68
57	75587	75664	75740	75815	75891	75967	76042	76118	76193	76268	8	15	23	30	37	44	52	59	67
58	76343	76418	76492	76567	76641	76716	76790	76864	76938	77012	7	15	22	30	37	44	51	58	65
59	77085	77159	77232	77305	77379	77452	77525	77597	77670	77743	7	14	22	29	36	43	50	57	64
60	77815	77887	77960	78032	78104	78176	78247	78319	78390	78462	7	14	21	28	36	43	50	57	64
61	78533	78604	78675	78746	78817	78888	78958	79029	79099	79169	7	14	21	28	35	41	48	54	61
62	79239	79309	79379	79449	79518	79588	79657	79727	79796	79865	7	14	21	28	35	41	48	54	60
63	79934	80003	80072	80140	80209	80278	80346	80414	80482	80550	7	14	20	27	34	40	47	53	59
64	80618	80686	80754	80821	80889	80957	81023	81090	81158	81224	7	13	20	27	34	40	47	53	59
65	81291	81358	81425	81491	81558	81625	81690	81757	81823	81889	7	13	20	26	33	39	46	52	59
66	81954	82020	82086	82151	82217	82281	82347	82413	82478	82543	7	13	20	26	33	39	46	52	59
67	82607	82672	82737	82802	82866	82930	82995	83059	83123	83187	6	13	19	26	32	38	45	51	58
68	83251	83315	83378	83442	83506	83569	83632	83695	83758	83822	6	13	19	26	32	38	45	51	58
69	83985	83948	84011	84073	84136	84198	84261	84323	84386	84448	6	12	19	25	32	38	44	50	57
70	83510	84572	84634	84696	84757	84818	84879	84940	85001	85062	6	12	19	25	31	37	43	50	56
71	85126	85187	85248	85309	85370	85431	85491	85552	85612	85673	6	12	18	24	31	37	43	49	55
72	85733	85794	85854	85914	85974	86034	86094	86153	86213	86273	6	12	18	24	30	36	42	48	54
73	86332	86392	86451	86510	86570	86629	86688	86747	86806	86864	6	12	18	24	30	36	42	47	53

74	86973	86982	87040	87099	87157	87157	87274	87332	87390	87448	6	12	17	23	29	35	41	46	52
75	87366	87564	87622	87679	87737	87737	87852	87910	87967	88024	6	12	17	23	29	35	41	46	52
76	88011	88118	88195	88252	88309	88309	88423	88480	88536	88593	6	11	17	23	29	34	40	46	51
77	88649	88702	88762	88818	88874	88874	88926	88982	89038	89094	6	11	17	22	28	34	39	45	50
78	89209	89265	89321	89376	89432	89432	89482	89532	89582	89632	6	11	17	22	28	33	39	44	50
79	89763	89818	89871	89927	89982	89982	90031	90081	90130	90178	6	11	17	22	28	33	39	44	50
80	90309	90363	90417	90472	90526	90526	90574	90627	90681	90734	6	11	16	22	27	32	38	43	49
81	90848	90902	90956	91009	91062	91062	91109	91159	91207	91255	5	11	16	21	27	32	37	42	48
82	91381	91434	91487	91540	91593	91593	91638	91688	91731	91775	5	11	16	21	26	31	36	42	47
83	91908	91960	92012	92064	92117	92117	92161	92201	92241	92281	5	10	15	20	25	30	35	41	46
84	92428	92480	92533	92583	92634	92634	92678	92717	92753	92788	5	10	15	20	25	30	35	41	46
85	92942	92993	93044	93095	93146	93146	93187	93224	93258	93291	5	10	15	20	25	30	35	40	45
86	93450	93501	93551	93601	93651	93651	93691	93728	93762	93794	5	10	15	20	25	30	35	40	45
87	93952	94002	94052	94101	94151	94151	94191	94228	94261	94291	5	10	15	20	25	29	34	39	44
88	94448	94498	94547	94596	94645	94645	94683	94719	94753	94787	5	10	15	19	24	29	34	39	44
89	94919	94968	95016	95064	95113	95113	95151	95187	95221	95254	5	10	14	19	24	29	34	39	44
90	95424	95472	95521	95569	95617	95617	95654	95689	95723	95756	5	10	14	19	24	29	34	39	44
91	95904	95952	95999	96047	96095	96095	96132	96167	96200	96233	5	9	14	19	24	29	34	39	44
92	96379	96426	96473	96520	96567	96567	96604	96639	96672	96705	5	9	14	19	24	29	34	39	44
93	96848	96895	96942	96988	97035	97035	97071	97106	97140	97173	5	9	14	18	23	28	33	38	42
94	97339	97386	97431	97477	97522	97522	97557	97591	97624	97656	5	9	14	18	23	28	32	37	42
95	97712	97758	97803	97848	97893	97893	97927	97960	97992	98024	5	9	14	18	23	27	32	36	41
96	98207	98252	98318	98363	98408	98408	98441	98473	98504	98535	4	9	13	18	22	27	31	36	40
97	98677	98722	98787	98831	98876	98876	98908	98939	98969	98998	4	9	13	18	22	26	31	35	40
98	99173	99167	99211	99255	99300	99300	99342	99383	99422	99457	4	9	13	17	22	26	31	35	40
99	99564	99607	99651	99695	99739	99739	99781	99821	99870	99917	4	9	13	17	22	26	31	35	40

Антилогарифмалар

	Айрымалардын орточо маанисинин пропорционалдык бөлүгү																			
	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9	
-00	10 000	10 023	10 046	10 069	10 093	10 116	10 139	10 162	10 186	10 209	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-01	10 233	10 257	10 280	10 304	10 328	10 351	10 375	10 399	10 423	10 447	2	5	7	9	12	14	16	19	21	
-02	10 471	10 495	10 520	10 544	10 568	10 593	10 617	10 641	10 666	10 691	2	5	7	10	12	14	17	19	21	
-03	10 715	10 740	10 765	10 789	10 814	10 839	10 864	10 889	10 914	10 940	2	5	7	10	12	15	17	20	22	
-04	10 965	10 990	11 015	11 041	11 066	11 092	11 117	11 143	11 169	11 194	3	5	8	10	13	15	18	20	23	
-05	11 220	11 246	11 272	11 298	11 324	11 350	11 376	11 402	11 429	11 455	3	5	8	10	13	15	18	20	23	
-06	11 482	11 508	11 535	11 561	11 588	11 614	11 641	11 668	11 695	11 722	3	5	8	11	13	16	18	21	24	
-07	11 749	11 776	11 803	11 830	11 858	11 885	11 912	11 940	11 967	11 995	3	5	8	11	14	16	19	21	24	
-08	12 023	12 050	12 078	12 106	12 134	12 162	12 190	12 218	12 246	12 274	3	5	8	11	14	17	20	22	25	
-09	12 303	12 331	12 359	12 388	12 417	12 445	12 474	12 503	12 531	12 560	3	6	8	11	14	17	20	23	26	
-10	12 849	12 818	12 647	12 677	12 706	12 735	12 764	12 794	12 823	12 853	3	6	9	12	15	18	21	24	26	
-11	12 882	12 912	12 942	12 972	13 002	13 032	13 062	13 092	13 122	13 152	3	6	9	12	15	18	21	24	27	
-12	13 183	13 213	13 243	13 274	13 305	13 335	13 366	13 397	13 428	13 459	3	6	9	12	15	18	21	25	28	
-13	13 490	13 521	13 552	13 583	13 614	13 646	13 677	13 709	13 740	13 772	3	6	9	12	15	18	21	25	28	
-14	13 804	13 836	13 868	13 900	13 932	13 964	13 996	14 028	14 060	14 093	3	6	10	13	16	19	22	25	28	
-15	14 125	14 158	14 191	14 223	14 256	14 289	14 322	14 355	14 388	14 421	3	6	10	13	16	19	22	26	29	
-16	14 434	14 488	14 521	14 555	14 588	14 622	14 655	14 689	14 723	14 757	3	7	10	13	16	20	23	26	30	
-17	14 791	14 825	14 859	14 894	14 928	14 962	14 997	15 031	15 066	15 101	3	7	10	14	17	20	24	27	30	
-18	15 136	15 171	15 205	15 241	15 276	15 311	15 346	15 382	15 417	15 453	3	7	10	14	18	21	25	28	32	
-19	15 488	15 524	15 560	15 596	15 631	15 668	15 704	15 740	15 776	15 812	4	7	11	14	18	22	25	29	32	
-20	15 849	15 885	15 922	15 959	15 996	16 032	16 069	16 106	16 144	16 181	4	7	11	14	18	22	26	30	33	
-21	16 218	16 255	16 293	16 331	16 368	16 406	16 444	16 482	16 520	16 558	4	7	11	15	18	22	26	30	34	
-22	16 596	16 634	16 672	16 711	16 749	16 788	16 827	16 866	16 904	16 943	4	8	11	15	19	23	26	30	34	

-23	16 982	17 022	17 061	17 100	17 140	17 179	17 219	17 258	17 298	17 338	4	8	12	15	19	23	27	31	35
-24	17 378	17 418	17 458	17 498	17 539	17 579	17 620	17 660	17 701	17 742	4	8	12	16	20	24	28	32	36
-25	17 783	17 824	17 865	17 906	17 947	17 989	18 030	18 072	18 113	18 155	4	8	12	16	20	24	28	32	36
-26	18 197	18 239	18 281	18 323	18 365	18 408	18 450	18 493	18 535	18 578	4	8	12	17	21	25	29	33	37
-27	18 621	18 664	18 707	18 750	18 793	18 836	18 880	18 923	18 967	19 011	4	8	13	17	21	25	30	34	38
-28	19 055	19 099	19 143	19 187	19 231	19 275	19 320	19 364	19 409	19 454	4	9	13	17	22	26	30	35	39
-29	19 498	19 543	19 588	19 634	19 679	19 724	19 770	19 815	19 861	19 907	4	9	14	18	23	27	32	36	41
-30	19 953	19 999	20 045	20 091	20 137	20 184	20 230	20 277	20 324	20 370	5	9	14	19	24	29	34	39	44
-31	20 417	20 464	20 512	20 559	20 606	20 654	20 701	20 749	20 797	20 845	5	9	14	19	24	29	34	39	44
-32	20 893	20 941	20 989	21 038	21 086	21 135	21 184	21 232	21 281	21 330	5	10	14	19	24	29	34	39	44
-33	21 380	21 429	21 478	21 528	21 577	21 627	21 677	21 727	21 777	21 827	5	10	15	19	24	29	34	39	44
-34	21 878	21 928	21 979	22 029	22 080	22 131	22 182	22 233	22 284	22 336	5	10	15	20	25	30	35	40	45
-35	22 387	22 439	22 491	22 542	22 594	22 646	22 699	22 751	22 803	22 856	5	10	15	20	25	31	36	41	46
-36	22 909	22 961	23 014	23 067	23 121	23 174	23 227	23 281	23 336	23 388	5	10	16	21	26	31	37	42	47
-37	23 442	23 496	23 550	23 605	23 659	23 714	23 768	23 823	23 878	23 933	5	11	16	21	27	32	37	43	48
-38	23 988	24 044	24 099	24 155	24 210	24 266	24 322	24 378	24 434	24 491	5	11	16	22	27	33	38	44	49
-39	24 547	24 604	24 660	24 717	24 774	24 831	24 889	24 946	25 003	25 061	6	11	17	23	29	34	40	46	51
-40	25 119	25 177	25 236	25 293	25 351	25 410	25 468	25 527	25 586	25 645	6	11	17	23	29	35	41	47	53
-41	25 704	25 763	25 823	25 882	25 942	26 002	26 062	26 122	26 182	26 242	6	12	18	24	30	36	42	48	54
-42	26 303	26 363	26 424	26 485	26 546	26 607	26 669	26 730	26 792	26 853	6	12	18	24	30	36	42	48	54
-43	26 915	26 977	27 040	27 102	27 164	27 227	27 290	27 353	27 416	27 479	6	12	18	24	31	37	43	49	55
-44	27 542	27 606	27 669	27 733	27 797	27 861	27 925	27 990	28 054	28 119	6	13	19	25	31	38	44	50	56
-45	28 184	28 249	28 314	28 379	28 445	28 510	28 576	28 642	28 708	28 774	6	13	19	26	32	39	45	51	58
-46	28 840	28 907	28 973	29 040	29 107	29 174	29 242	29 309	29 376	29 444	7	13	20	27	34	40	47	54	60
-47	29 512	29 580	29 648	29 717	29 785	29 854	29 923	29 992	30 061	30 130	7	14	21	28	34	41	48	55	62
-48	30 200	30 269	30 339	30 409	30 479	30 549	30 620	30 690	30 761	30 832	7	14	21	28	35	42	49	56	63
-49	30 903	30 974	31 046	31 117	31 189	31 261	31 333	31 405	31 477	31 550	7	14	22	29	36	43	50	58	65
-50	31 623	31 696	31 769	31 842	31 916	31 989	32 063	32 137	32 211	32 285	7	15	22	29	37	44	52	59	66

-51	32 3359	32 434	32 509	32 584	32 659	32 735	32 809	32 885	32 961	33 037	8	15	23	30	38	45	53	60	68
-52	33 113	33 189	33 266	33 343	33 420	33 497	33 574	33 651	33 729	33 806	8	15	23	31	39	46	54	62	69
-53	33 854	33 963	34 041	34 119	34 198	34 277	34 356	34 435	34 514	34 594	8	16	24	32	40	47	55	63	71
-54	34 674	34 754	34 834	34 914	34 995	35 075	35 156	35 237	35 318	35 400	8	16	24	32	40	48	56	65	73
-55	35 481	35 563	35 645	35 727	35 810	35 892	35 975	36 058	36 141	36 224	8	16	25	33	41	50	58	66	74
-56	36 308	36 392	36 475	36 559	36 644	36 728	36 813	36 898	36 983	37 068	8	17	25*	34	42	51	59	68	76
-57	37 154	37 239	37 325	37 411	37 497	37 584	37 670	37 757	37 844	37 931	9	17	26	35	43	52	61	69	78
-58	38 019	38 107	38 194	38 282	38 371	38 459	38 548	38 637	38 726	38 815	9	18	27	35	44	53	62	71	80
-59	38 905	38 994	39 084	39 174	39 264	39 355	39 446	39 537	39 628	39 719	9	18	27	36	45	54	63	72	82
-60	39 811	39 902	39 994	40 087	40 179	40 272	40 365	40 458	40 551	40 644	9	19	28	37	46	55	65	74	83
-61	40 738	40 832	40 926	41 020	41 115	41 210	41 305	41 400	41 495	41 591	9	19	28	38	47	57	66	76	85
-62	41 687	41 783	41 879	41 976	42 073	42 170	42 267	42 364	42 462	42 560	10	19	29	39	49	58	68	78	87
-63	42 658	42 756	42 855	42 954	43 053	43 152	43 251	43 351	43 451	43 551	10	20	30	40	50	60	70	80	89
-64	43 652	43 752	43 853	43 954	44 055	44 157	44 259	44 361	44 463	44 566	10	20	30	41	51	61	71	81	91
-65	44 688	44 771	44 875	44 978	45 082	45 186	45 290	45 394	45 499	45 604	10	21	31	42	52	62	73	83	94
-66	45 709	45 814	45 920	46 026	46 132	46 238	46 345	46 452	46 559	46 666	11	21	32	43	53	64	75	85	96
-67	46 774	46 881	46 989	47 098	47 206	47 315	47 424	47 534	47 643	47 753	11	22	33	44	54	65	76	87	98
-68	47 863	47 973	48 084	48 195	48 306	48 417	48 529	48 641	48 753	48 865	11	22	33	45	56	67	78	89	100
-69	48 978	49 091	49 204	49 317	49 431	49 545	49 659	49 774	49 888	50 003	11	23	34	46	57	68	80	91	103
-70	50 119	50 234	50 350	50 466	50 582	50 699	50 816	50 933	51 050	51 168	12	23	35	47	58	70	82	93	105
-71	51 286	51 404	51 523	51 642	51 761	51 880	52 000	52 119	52 240	52 360	12	24	36	48	60	72	84	96	108
-72	52 481	52 602	52 723	52 845	52 966	53 088	53 211	53 333	53 456	53 580	12	24	37	49	61	73	85	98	110
-73	53 703	53 827	53 951	54 075	54 200	54 325	54 450	54 576	54 702	54 828	13	25	38	50	63	75	88	100	113
-74	54 954	55 081	55 208	55 336	55 463	55 590	55 719	55 847	55 976	56 105	13	26	38	51	64	77	90	102	115
-75	56 234	56 364	56 494	56 624	56 754	56 885	57 016	57 148	57 280	57 412	13	26	39	52	66	79	92	105	118
-76	57 544	57 677	57 810	57 943	58 076	58 210	58 345	58 479	58 613	58 749	13	27	40	54	67	80	94	107	121
-77	68 884	59 020	59 156	59 293	59 429	59 566	59 704	59 841	59 979	60 117	14	27	41	55	69	82	96	110	123
-78	60 256	60 334	60 414	60 494	60 574	60 654	61 094	61 235	61 376	61 518	14	28	42	56	70	84	98	112	126

-79	61659	61802	61944	62087	62230	62373	62517	62661	62806	62951	14	29	43	58	72	86	101	115	130
-80	63096	63241	63387	63533	63680	63826	63973	64121	64269	64417	15	29	44	59	74	88	103	118	132
-81	64565	64714	64863	65013	65163	65313	65464	65615	65766	65917	15	30	45	60	75	90	105	120	135
-82	66069	66222	66374	66527	66681	66834	66988	67143	67298	67453	15	31	46	62	77	92	108	123	139
-83	67608	67764	67920	68077	68234	68391	68549	68707	68865	69024	16	32	47	63	79	95	110	126	142
-84	69183	69343	69503	69663	69823	69984	70146	70307	70469	70632	16	32	48	64	81	97	113	130	145
-85	70795	70958	71121	71285	71450	71614	71779	71945	72111	72277	17	33	50	66	83	99	116	132	149
-86	72444	72611	72778	72946	73114	73282	73451	73621	73790	73961	17	34	51	68	85	101	118	135	152
-87	74131	74302	74473	74645	74817	74989	75162	75336	75509	75683	17	35	52	69	87	104	121	138	156-
-88	75858	76033	76208	76384	76560	76736	76913	77090	77268	77446	18	35	53	71	89	107	125	142	159
-89	77625	77804	77983	78163	78343	78524	78705	78886	79068	79250	18	36	54	72	91	109	127	145	163
-90	79433	79616	79799	79983	80168	80353	80538	80724	80910	81096	19	37	56	74	93	111	130	148	167
-91	81283	81470	81658	81846	82035	82221	82414	82600	82794	82985	19	38	57	76	95	113	132	151	170
-92	83176	83368	83560	83753	83946	84140	84333	84528	84723	84918	19	39	58	78	97	116	136	155	175
-93	85114	85310	85507	85704	85901	86099	86298	86497	86696	86896	20	40	60	79	69	119	139	158	178
-94	87096	87297	87498	87700	87902	88105	88308	88512	88716	88920	20	41	61	81	102	122	142	162	183
-95	89125	89331	89536	89743	89950	90157	90365	90573	90782	90991	21	42	62	83	104	125	146	166	187
-96	91201	91411	91622	91833	92045	92257	92470	92683	92897	93111	21	42	64	85	106	127	140	170	191
-97	93325	93541	93756	93972	94189	94406	94624	94842	95060	95280	22	43	65	87	109	130	152	174	195
-98	95499	95719	95940	96161	96383	96605	96828	97051	97275	97499	22	44	67	89	111	133	155	178	200
-99	97724	97949	98175	98400	98628	98855	99080	99312	99541	99770	23	46	68	91	114	137	160	182	205

Мазмуну

Кириш сөз.....	3
Аналитикалык химия илими жана анын мааниси.....	4
1 - глава. 1.1. Аналитикалык химиянын өнүгүү тарыхы.....	6
1.2 Сапаттык анализ.....	7
1.3. Химиялык реагент жана сапаттык реакцияга коюлган шарттар.....	11
1.4. Сапаттык анализдеги тажрыйбалык иштердин техникасы... ..	13
1.5. Аналитикалык реакциянын сезгичтиги жана аны туюнтуу жолу.....	26
1.6. Органикалык эмес иондордун ачылыш шарттары.....	29
1.7. Бөлчөктүү жана систематикалык анализ.....	30
1.8. Элементтердин аналитикалык касиетинин Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасы менен байланышы.....	31
1.9. Катиондордун аналитикалык классификациясы жана Д.И. Менделеевдин мезгилдик системасы.....	33
1.10. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	41
2 – глава. Массалардын таасир этүү закону жана сапаттык анализ.....	42
2.1. Химиялык теңдештиктин константасы.....	42
2.2. Электролиттик диссоциация теориясынын негизги жоболору.....	45
2.3. Электролиттердин диссоцияланышы.....	47
2.4. Диссоциация константасы.....	49
2.5. Начар электролиттердин диссоциация даражасы менен константасынын ортосундагы байланыш.....	50
2.6. Иондук теңдештиктин жылышына окшош иондордун таасири.....	52
2.7. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	54
3 – глава. Суу эритмелериндеги теңдештик жана суутек иондору.....	56
3.1. Суу иондорунун көбөйтүндүсүнүн теңдемеси жана эритмелердин суутектик көрсөткүчү (рН).....	56
3.2. Бир негиздүү начар кислоталардын эритмелеринин рН эсептөө.....	60
3.3. Начар негиздердин эритмелеринин рН эсептөө.....	61
3.4. Көп негиздүү начар кислотанын эритмесинин рН	

эсептөө.....	63
3.5. Текшерүү суроолору жана маселелери.....	64
3.6. Күчтүү электролиттердин эритмедеги абалы.....	65
3.7. Активдүүлүк. Активдүүлүктүн коэффициенттери.....	66
3.8. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	69
3.9. Буфердик эритмелер жана алардын анализдеги мааниси.....	70
3.10. Буфердин эритмелердин рН чөйрөсүн эсептөө.....	71
3.11. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	75
4 – глава. Массалардын таасир этүү закону жана гетерогендик процесстер.....	75
4.1. Эригичтиктин көбөйтүндүсү.....	76
4.2. Окшош иондордун эригичтикке тийгизген таасири. Туз эффектиси.....	80
4.3. Чөкмөнүн пайда болушу жана ага таасир этүүчү факторлор.....	84
4.4. Бөлчөктү чөктүрүү.....	87
4.5. Чөкмөлөрдү эритүү.....	88
4.6. Начар эрүүчү башка электролиттерге айландыруу.....	91
4.7. Чөкмөнү пайда кылуу процессинин химиялык анализде колдонулушу.....	94
4.8. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	95
5 – глава. Гидролиз процесси жана амфотердүүлүк	97
Гидролиз.....	97
5.1. Начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи.....	97
5.2. Күчтүү негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи.....	99
5.3. Начар негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизи.....	100
5.4. Гидролиз константасы жана диссоциация даражасы.....	101
5.5. Начар кислотанын анионунан жана күчтүү негиздин катионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы.....	101
5.6. Начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы.....	103

5.7. Начар негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун гидролизинин константасы жана диссоциация даражасы.....	105
5.8. Начар негиздин катионунан жана күчтүү кислотанын анионунан пайда болгон туздун эритмелеринин рН жана рОН эсептөө.....	110
5.9. Күчтүү негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун эритмелеринин рН жана рОН эсептөө.....	111
5.10. Начар негиздин катионунан жана начар кислотанын анионунан пайда болгон туздун эритмелеринин рН жана рОН эсептөө.....	111
5.11. Гидролиз процессинин сапаттык анализдеги мааниси.....	113
5.12. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	114
5.13. Гидроксиддердин амфотердүүлүгү жана анын анализде колдонулушу.....	117
6 – глава. Кычкылдануу-калыбына келүү процесси жана анын анализде колдонулушу.....	119
6.1 Кычкылдануу калыбына келүү процессинин теориялык негиздери.....	119
6.2. Кычкылдандыруучу жана калыбына келтирүүчү заттардын касиеттери.....	124
6.3. Кычкылдануу калыбына келүү реакциясынын химиялык анализде колдонулушу.....	127
6.4. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	129
7 – глава. Коллоиддик системалар жана анын сапаттык анализдеги мааниси.....	130
7.1. Коллоиддик эритмелер жөнүндө түшүнүк.....	130
7.2. Коагуляция жана пептизация кубулушу.....	131
8 – глава. Комплекстик кошулмалардын сапаттык анализдеги мааниси.....	134
8.1. Комплекстик кошулмалар жөнүндө маалымат.....	134
8.2. Комплекстик иондордун туруктуулук константасы.....	135
8.3. Комплекстик кошулмалардын химиялык анализде колдонулушу.....	138
8.4. Текшерүү суроолору жана маселелер.....	139
9 – глава. Органикалык реагенттердин аналитикалык химиядагы мааниси.....	140

9.1. Органикалык реагенттер жөнүндө жалпы түшүнүктөр.....	147
9.2. Текшерүү суроолору.....	148
10 – глава. Экстракция жана хроматографиялык анализдин сапаттык анализдеги мааниси.....	148
10.1. Экстракция процесси боюнча жалпы түшүнүктөр.....	148
10.2. Экстракциялык системалардын типтери.....	150
10.3. Негизги экстракциялык органикалык реагенттер.....	154
10.4. Хроматографиялык анализ.....	156
10.5. Хроматографиялык методдордун классификациясы.....	156
10.6. Бөлүштүрүү хроматографиясы.....	157
10.7. Кагаз хроматографиясы.....	158
10.8. Ион алмашуу хроматографиясы.....	159
10.9. Текшерүү суроолору.....	163
11 - глава. Катиондордун кислота - негиздик системасы.	
Биринчи топтун катиондору.....	164
11.1. Катиондордун биринчи аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү.....	164
11.2. Биринчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	164
11.3. Биринчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.....	165
11.4. Биринчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	166
11.5. Биринчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	169
11.6. Текшерүү суроолору.....	170
11.7. Биринчи топтун катиондору боюнча тестирилөөнүн суроолору.....	171
12 - глава. Экинчи топтун катиондору.....	174
12.1. Катиондордун экинчи аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү.....	174
12.2. Экинчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	175
12.3. Экинчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.....	175
12.4. Экинчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	176

12.5. Экинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	181
12.6. Текшерүү суроолору.....	182
12.7. Экинчи топтун катиондору боюнча тествирлөөнүн суроолору.....	182
13 - глава. Үчүнчү топтун катиондору.	185
13.1.Катиондордун үчүнчү аналитикалык тобунун жалпы мүнөздөмөсү.....	185
13.2. Үчүнчү топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	185
13.3. Үчүнчү аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.....	186
13.4. Үчүнчү топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	186
13.5. Үчүнчү топтуу катиондорунун аралашмасынын анализи.....	190
13.6. Текшерүү суроолору.....	191
13.7. Үчүнчү топтун катиондору боюнча тествирлөөнүн суроолору.....	192
13.8. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	194
13.9. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи боюнча тествирлөөнүн суроолору.....	196
14 - глава. Төртүнчү топтун катиондору.....	180
14.1. Төртүнчү топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү.....	199
14.2. Төртүнчү топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	199
14.3. Төртүнчү аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.....	201
14.4. Төртүнчү топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	202
14.5. Төртүнчү топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	212
14.6. Текшерүү суроолору.....	213
14.7. Төртүнчү топтун катиондору боюнча тествирлөөнүн суроолору.....	214

15 - глава. Бешинчи топтун катиондору.....	216
15.1. Бешинчи топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү.....	216
15.2. Бешинчи топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	216
15.3. Бешинчи аналитикалык топтун элементтеринин колдонулушу.....	217
15.4. Бешинчи топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	219
15.5. Бешинчи топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	228
15.6. Текшерүү суроолору.....	230
15.7. Бешинчи топтун катиондору боюнча тигирлөөнүн суроолору.....	230
16 - глава. Алтынчы топтун катиондору.....	232
16.1. Алтынчы топтун катиондорунун жалпы мүнөздөмөсү.....	232
16.2. Алтынчы топтун катиондорунун жаратылыштагы кошулмалары.....	232
16.3. Алтынчы топтун элементтеринин колдонулушу.....	233
16.4. Алтынчы топтун катиондорунун аналитикалык реакциялары.....	234
16.5. Алтынчы топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	239
16.6. Текшерүү суроолору.....	241
16.7. Алтынчы топтун катиондору боюнча тигирлөөнүн суроолору.....	242
16.8. Төртүнчү, бешинчи жана алтынчы топтун катиондорунун аралашмасынын анализи.....	244
16.9. I-VI топтун катиондорунун аралашмасынын анализинин схемасы.....	247
17 - глава. Аниондор.....	248
17.1. Аниондордун классификациясы.....	248
17.2. Биринчи топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары.....	250
17.3. Биринчи топтун аниондорунун аралашмасынын анализи.....	257
17.4. Экинчи топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары.....	258

17.5. Үчүнчү топтун аниондорунун аналитикалык реакциялары.....	261
17.6. Экинчи жана үчүнчү топтун аниондорунун аралашмасынын анализи.....	264
17.7. Биринчи, экинчи жана үчүнчү топтун аниондорунун аралашмасынын анализи.....	265
17.8. Текшерүү суроолору.....	268
17.9. Аниондор боюнча тестирилөөнүн суроолору.....	270
17.10. Катуу заттын анализи.....	274
18 - глава. Экстракция жана хроматография методдору боюнча тажрыйбалык иштер.....	278
18.1 Экстракция методу боюнча тажрыйбалык иштердин аткарылышы.....	278
18.2. Хроматографиялык методдор. Кагаз хроматографиясы.....	281
18.3. Кагаз хроматографиясынын жардамы менен экинчи топтун катиондорун бөлүп алуу жана аныктоо.....	285
18.4. Үчүнчү топтун катиондорун адсорбция комплексти пайда кылуу хроматографиясы боюнча аныктоо.....	285
18.5. Төртүнчү группанын катиондорун ион алмашуу хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо.....	286
18.6. Бешинчи топтун катиондорун ион алмашуу хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо.....	287
18.7. Төртүнчү, бешинчи жана алтынчы топтун катиондорун ион алмашуу хроматографиясы менен бөлүп алуу жана аныктоо.....	289
Сандык анализ.....	290
19-глава. Гравиметриялык (салмактык) анализ.....	292
19.1. Анализ үчүн орточо сынамыкты (проба) алуу.....	292
19.2. Аныкталуучу компонентти изилденүүчү заттын курамынан бөлүп алуу.....	293
19.3. Кристаллдык формадагы чөкмөлөрдү алуунун шарттары.....	295
19.4. Аморфтук чөкмөлөрдү алуунун шарттары.....	296
19.5. Чөгүү формасына коюлуучу талаптар.....	296
19.6. Салмактык формага коюлуучу талаптар.....	297
19.7. Чөктүргүчкө коюлуучу талаптар.....	297
19.8. Чөкмөлөрдүн кристаллдык абалга өсүп жетилиши.....	297

19.9. Чөкмөлөрдүн булганышы (кирдеши) жана аны жоюуну жолдору.....	298
19.10. Үлгүнү алуу.....	298
19.11. Үлгүнү эритмеге айландыруу.....	299
19.12. Чөктүрүү.....	300
19.13. Чыпкалоо жана жууп тазалоо.....	300
19.14. Чөкмөнү кызарта ысытуу.....	301
19.15. Изилденүүчү үлгүдөгү аныкталуучу компоненттин массалык үлүшүн эсептөө.....	302
19.16. Анализде кездешүүчү каталар.....	302
19.17. Сандык анализде колдонулуучу химиялык идиштер.....	305
19.18. Гравиметриялык методдордун анализде колдонулушу.....	315
19.18.1. Сууда эриген сульфаттардагы күкүрттү аныктоо.....	315
19.18.2. Барийдин хлоридиндеги кристаллдык сууну аныктоо.....	317
19.18.3. Үлгүдөгү барий хлоридинин санын аныктоо.....	318
19.18.4. Фосфат иондун санын аныктоо.....	319
19.18.5. Темирдин санын аныктоо.....	321
19.18.6. Диметилглиоксимдин жардамы менен никелди аныктоо.....	322
19.18.7. Алюминийдин гидроксидин мочевино аркылуу чөктүрүү.....	323
19.18.8. Биргелешкен эритмедеги алюминийди жана темирди аныктоо.....	324
19.18.9. Магнийди 8-оксинолин менен аныктоо.....	325
19.18.10. Цинкти 8-оксинолиндин жардамы менен аныктоо.....	325
19.18.11. Цинкти антранил кислотасы менен аныктоо.....	325
20-глава. Титриметриялык (көлөмдүк) анализ	329
20.1. Эритмелердин концентрациясын туюнтуу жана аларды даярдоо.....	331
20.2. Эритмелерди даярдоо үчүн колдонулуучу эсептөө ыкмалары.....	334
20.3. Титрлөөнүн жыйынтыгы боюнча эсептөөлөр.....	339
20.4. Эритменин концентрациясын жумушчу эритменин титри боюнча эсептөө.....	341
20.5. Эритменин концентрациясын аныкталуучу заттын титри боюнча эсептөө.....	341
20.6. Көлөмдүк анализ боюнча эсеп чыгаруу ыкмалары.....	342

21-глава. Кислота-негиздик титрлөө (нейтралдаш- тыруу методу).....	346
21.1. Кислота-негиздик индикаторлор.....	348
21.2. Титрлөөнүн графигин сызуу жана индикаторду тандоо.....	350
21.3. Күчтүү кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө...	350
21.4. Күчсүз кислотаны күчтүү негиз менен титрлөө.....	353
21.5. Начар негизди титрлөө.....	356
21.6. Начар кислотаны начар негиз менен титрлөө.....	357
21.7. Көп негиздүү (полипротондуу) кислоталарды титрлөө.....	357
21.8. Кислота-негиздик титрлөөдө кездешүүчү каталар.....	359
21.9. Кислота-негиздик титрлөө боюнча лаборатория- лык иштер.....	363
21.9.1. Туз кислотасынын жумушчу эритмесин даярдоо жана анын нормалдуулугун натрийдин тетрабораты боюнча аныктоо.....	363
21.9.2. Туз кислотасынын эритмесинин нормалдуулугун бура боюнча титрлеп аныктоо.....	364
21.9.3. Суунун карбонаттык шорлуулугун аныктоо.....	364
21.9.4. Биргелешкен эритмедеги NaOH менен Na ₂ CO ₃ тү аныктоо.....	364
21.9.5. NaOH тын эритмесинин нормалдуулугун козу кулак кислотасы боюнча аныктоо.....	367
21.9.6. Аммонийдин тузундагы аммиакты аныктоо.....	368
21.9.7. Орун алмаштырып титрлөө методу боюнча аммонийдин тузун аныктоо.....	368
21.9.8. Концентрациясы белгисиз эритмедеги NaOH тын санын аныктоо.....	369
21.9.9. Техникалык шарап (винная кислота) кислотасын үлгү методу боюнча аныктоо.....	370
22-глава. Кычкылдантып - калыбына келтирип титрлөө методдору (редоксометрия).....	371

22.1. Кычкылдануу потенциалы жана кычкылдануу – калыбына келүү реакциясынын багыты.....	371
22.2. Калыбына келтиргичтин жана кычкылдандыргычтын эквиваленти. Индикаторлор.....	373
22.3. Титрлөөнүн графигин түзүү.....	374
22.4. Анализ үчүн редоксометриялык методдорду колдонуу.....	378
22.4.1. $K_2C_2O_7$ деги хромду калийдин перманганаты менен кыйыр титрлеп аныктоо.....	380
22.4.2. $K_2C_2O_7$ деги хромду аныктоо.....	380
22.4.3. Суутектин пероксидин аныктоо.....	381
Иодометрия.....	381
22.4.4. Эритмедеги жездин санын аныктоо.....	386
22.4.5. Эритмедеги нитриттердин санын аныктоо.....	387
22.4.6. Аралашмадагы темирди (III) жана жезди (II) аныктоо.....	388
22.4.7. Темир менен жездин суммаланган санын аныктоо.....	389
Хроматометрия.....	389
22.4.8. Эритмедеги темирди (II) аныктоо.....	390
23-глава. Чөкмө чөктүрүп титрлөө методдору.....	391
23.1. Аргентометриялык титрлөө.....	391
23.2. Тиоцианометриялык титрлөө.....	392
23.3. Чөктүрүп титрлөө методу боюнча лабораториялык иштер.....	393
23.3.1. Техникалык натрийдин хлоридиндеги Cl^- ионду Мордун методу боюнча аныктоо.....	395
23.3.2. Натрийдин бромидиндеги Br^- ионду Фольгарддын методу боюнча аныктоо.....	395
24-глава. Комплекстик бирикмени пайда кылып титрлөө методдору.....	397
24.1. Комплексонометриялык титрлөөнү анализ үчүн колдонуу.....	402
24.1.1. Суунун жалпы шорлуулугун аныктоо.....	403

24.1.2. Аралашмадагы магнийдин жана кальцийдин суммаланган санын аныктоо.....	404
24.1.3. Никелди аныктоо	405
Анализдин физико-химиялык методдору.....	406
25-глава. 25.1. Рефрактометрия.....	407
25.1.1. Натрий хлоридинин эритмесинин концентрациясын сынуу көрсөткүчү боюнча аныктоо.....	411
26-глава. Анализдин фотометриялык методдору.....	412
26.1. Колориметриянын негизги закону. (Бугер – Ламберт – Бер).....	412
26.2. Жарык нурунун жутуу законуна таасир этүүчү факторлор.....	415
26.3. Колориметриянын методдору.....	416
26.4. Фотометрия.....	418
Изилденүүчү эритмедеги темирди (III) фотоэлектрocolориметрдин (ФЭК-56 М) жардамы менен аныктоо.....	423
26.4.2. Изилденүүчү эритменин титрин фотоэлектрocolориметрде аныктоо.....	425
26.4.3. Жездин сульфатынын эритмесиндеги жезди фотоэлектрocolориметрде аныктоо.....	426
26.5. Фотоэлектрocolориметр-КФК-2.....	427
26.6. Абсорбциялык спектрофотометриялык анализ.....	429
6.6.1. Фосфорду молибденованадата фосфор кислотасы түрүндө спектрофотометриялык аныктоо.....	432
26.6.2. Марганецти перманганат түрүндө спектрофотометриялык аныктоо.....	433
26.6.3. Алюминийди оксихинолят түрүндө спектрофотометриялык аныктоо.....	434
27-глава. Поляриметрия.....	435
27.1. Эритмедеги шекердин концентрациясын аныктоо.....	438
27.2. Фотометриялык аныктоолор.....	439
27.3. Фотометриялык реакциялар.....	443

27.4. Атомдук спектралдык анализ.....	444
27.5. ПФМ жалын фотометриясы.....	445
27.5.1. ПФМ жалын фотометринин жардамы менен эритмедеги калийдин санын аныктоо.....	448
27.5.2. Биргелешкен эритмедеги натрийдин жана калийдин санын жалын фотометринде (ФЛАФО-4) аныктоо.....	449
27.6. Атомдук абсорбциялык спектралдык анализ.....	449
28-глава. Анализдин электрохимиялык методдору.....	451
28.1. Потенциометрия.....	452
28.2. Потенциометриялык титрлөө.....	459
28.2.1. Эритменин рНын иономер ЭВ-74 аныктоо.....	462
28.2.2. Топурактын эритмесиндеги калийди иономердин жардамы менен аныктоо.....	462
28.2.3. Топурактын эритмесинин рК сын аныктоо.....	464
28.2.4. Топурактан алынган эритмеден аммонийдин санын иономердин жардамы менен аныктоо.....	464
28.2.5. Топурактын эритмесиндеги рК сын аныктоо.....	465
28.2.6. Топурактын эритмесиндеги нитраттын санын аныктоо. Калий нитратынын стандарттык эритмесин даярдоо.....	466
28.2.7. Топурактын эритмесиндеги рNO ₃ аныктоо.....	467
28.2.8. Эритмедеги туз жана уксус кислоталарынын санын потенциометриялык титрлөө боюнча аныктоо.....	467
28.2.9. Эритмедеги туз жана орто фосфор кислоталарынын санын потенциометриялык титрлөө боюнча аныктоо.....	469
29- глава. Кондуктометрия. Кондуктометриялык титрлөө.....	471
30 – глава. Вольтамперометриялык методдор.....	478
Полярография. Амперометриялык титрлөө.....	478

31-глава. Ион алмашуучу чайырларды ишке даярдоо.....	486
Катиониттерди даярдоо.....	486
31.1. Эритмедеги нитраттардын санын аныктоо.....	487
31.2.Катиониттин жардамы менен жезди (II) темирден бөлүп алуу.....	489
31.3. Аниониттин жардамы менен никелди темирден бөлүп алуу.....	489
31.4. Аниониттин жардамы менен кобальтты темирден бөлүп алуу.....	490
31.5.Кагаз хроматографиясынын жардамы менен темирди (III) жезден (II) бөлүп алуу.....	492
31.6.Органикалык кислоталардын аралашмасын кагаз хроматографиясынын жардамы менен бөлүп алуу...	495
Колдонулган адабияттар.....	497
Тиркеме.....	499
Мазмуну	527



985202