

**Г.Т.БАЛЫҚБАЕВА**

# **Химиялық талдау**

**Оқу құралы**



**БАЛЫҚБАЕВА Г.Т.**

**«Химиялық талдау» пәнінен  
оқу құралы**

**Қызылорда, 2013 ж**

УДК 502/504

ББК 20.18

Б 23

ISBN 978-601-229-311-1

Пікір берушілер:

әл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
х.ғ.д., профессор

Тәжібаева С.М.

әл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
х.ғ.д., профессор

Әубакиров Е.А.

Қорқыт ата атындағы ҚМУ  
х.ғ.к., акад. профессор

Дәрмағамбет К.Х.

**Балықбаева Г.Т.**

**Б 23 «Химиялық талдау» пәнінен оқу құралы  
-Қызылорда.**

**-2012. – 111 бет.**

Оқу құралында сапалық және сандық талдау әдістері, қоршаған орта құрауыштары мен техногенді өнімдерді талдаудың химиялық, физикалық химиялық әдістері қамтылады.

Оқу құралы жоғары оқу орнының «Қоршаған ортаны қорғау және өміртіршілігінің қауіпсіздігі» мамандығы және арнаулы оқу орындарының студенттері мен оқытушыларына арналған.

*Оқу құралы баспаға Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университетінің Ғылыми-әдістемелік кеңесі мәжілісінде ұсынылған.*

*№ 5 хаттамасы 18.05.2011ж.*

ISBN 978-601-229-311-1

© Балықбаева Г.Т. 2012

## КІРІСПЕ

Аналитикалық химия ғылымы – қоршаған орта компоненттері, құймалар мен материалдардың және заттардың химиялық, кейде фазалық құрамын анықтайды. Сонымен қатар үлгі құрамындағы молекулалардың құрылымдық және кеңістіктік құрылысын анықтайтын әдістерді зерттейді.

Аналитикалық химия – элементтер және олардың қосылыстарын, бір заттың екінші затқа айналу үрдісін зерттейді. Осы үрдістер кезінде түзілген заттың химиялық құрамына кіретін элементтер немесе қосылыстардың қандай мөлшерлі қатынаста болатынын анықтайды.

Химиялық талдау пәнінің теориялық негіздері – аналитикалық химия ғылымы негізінде қалыптасады.

*Химиялық талдаудың мақсаттары мен міндеттері* аналитикалық әдістердің теориялық негіздерін кеңінен қолдана отырып, әр түрлі ортадағы элементтер және олардың қосылыстарының агрегаттық күйін, сапалық және сандық құрамын, құрылысын анықтайды. Қоршаған ортада пайда болған иянды қосылыстардың тұрақтылығын және термиялық, оптикалық, электрохимиялық, магниттік және т.б. қасиеттерін зерттейді.

*Қосылыстар мен өнімдердің химиялық құрамын зерттеу әдістері.* Химиялық талдау белгілі бір реттілікпен жүргізіледі. Алдымен заттардың сапалық құрамы, содан соң сол заттардың сандық мөлшері анықталады. Зерттеулер химиялық, физикалық, физика-химиялық әдістер негізінде орындалады.

Талдау әдісі - қоршаған орта объектілері: топырақ, су, ауаны ластайтын заттар мөлшерін, құйманың, минералдардың, металдардың, медициналық препараттардың, ғарыштық объектілердің, тағамдық өнімдердің, улы заттардың, тыңайтқыштардың және т.б. заттардың құрам – бөліктерінің мөлшерін анықтауда кеңінен қолданылады.

*«Химиялық талдау» пәнінің даму тарихы.* Химиялық талдаудың көптеген әдістері ертеден белгілі; әр түрлі құймалар, бояулар, дәрілер, хош иісті заттар алған.

Химиялық талдау пәнінің қолданысы тек қана қоршаған ортаға мониторинг жүргізумен шектелмей, ол халық шаруашылығы және геологияда пайдалы қазба байлықтарды табуда және кендердің минералдық құрамын анықтауда, мұнай-газ кен орындарында, медицинада, агрохимия, топырақтану, микробиология және т.б салаларда, өнеркәсіп орындарындағы өнімдерді өңдеудің барлық технологиялық үрдістерінде кеңінен қолданылады.

«Химиялық талдау» терминін ағылшын ғалымы Р.Бойль XVII ғасырдың бірінші жартысында енгізді.

Россияда аналитикалық химия ғылым ретінде XVII ғасырдың ортасында дами отырып, химиялық талдау әдістерінің негізін қалады.

Француз химигі А.Лавуазье зат массасының сақталу заңын басшылыққа ала отырып кей тотықтар ( $H_2O$ ,  $CO$ ,  $P_2O_3$ ) мен өзге қосылыстарға талдаулар жасады.

Химиялық талдаудың негізін қалауда В.М.Севергин (1765-1826) еңбектерін атауға болады. В.М. Севергин жұмыстары Россияда аналитикалық химияның дамуына үлкен үлес қосты. Ол біршама аналитикалық зерттеулер жүргізіп, аналитикалық химия оқулығын жазды. Аналитикалық химияға колориметрия әдісін енгізді. Титриметрия әдісіндегі бейтараптау әдісінің негізін түсіндірді.

Көптеген атақты ғалымдар XVIII-XIX ғ. бейорганикалық заттарға талдаулар жасады. Ол ғалымдар швед химиктері Т.Бергман (1735-1784) катиондарды аналитикалық топтарға бөлуді анықтап жүйелі сапалық талдаудың негізін қалады. И.Берцелиус (1779-1848ж) сандық анықтаудың көптеген жаңа әдістерін жасады. Француз ғалымы Ж.Гей-Люссак (1778-1850) алғаш рет көлемдік талдау әдісі көмегімен затқа сандық анықтаулар жүргізді. Неміс ғалымдары Р.Бунзен және Г.Кирхгоф 1859 ж спектральды талдау әдісін ұсынды.

Қазан университетінің профессоры К.К. Клаус «шикі платинаға» талдаулар жүргізіп, 1844 ж жаңа химиялық элемент ашып оны Россия құрметіне рутений деп атады.

Д.И. Менделеев ашқан периодтық заң және периодтық жүйе аналитикалық химияның ары қарай дамуына жол ашты. Химиялық талдаулар жасау үшін қосылыстар жөніндегі білімді жүйелеу маңыздылығы орын алды. Катиондардың аналитикалық жіктелуі, сандық талдаулар үшін заттарды бөлшектік бөліп алу әдістері периодтық жүйе негізінде жасалынды. Ендеше, аналитикалық химия әдістерінің теориялық негізінің қаланып және ғылыми тұрғыда дамуының басты бағытын Д.И. Менделеев еңбектері анықтады.

Н.А. Меншуткин «Аналитикалық химия» кітабының теориялық негізінде, химиялық талдаулардың маңыздылығын, сапалық және сандық талдауларды жаңа ғылыми тұрғыда анықтады. Ол, катиондарды күкіртсутекті сапалық талдаудың классикалық негізін жасады. Н.А.Меншуткин кітабы 16 шығарылымнан тұрды, неміс және ағылшын тілдеріне аударылды.

Аналитикалық химияның теориялық негізінің дамуына Д.И. Менделеев жасаған ерітінділердің гидраттық және С.Аррениустің электролиттік диссоциация теориясы үлкен үлес қосты.

1903ж орыс ғалымы М.С.Цвет қоспадағы компоненттердің әр түрлі сіңірілу қасиетіне негізделген ерекше зерттеу әдісін ұсынды. Ол хроматографиялық талдау әдісі деп аталды. Хроматография теориясын ары қарай Е.Н.Гапон, Б.П.Никольский және т.б. ғалымдар дамытты.

Н.А. Тананаев 1920-1922 ж сапалық талдаудың тамшылық әдісін ұсынды. Сонымен қатар Н.А.Тананаев және оның шәкірттері заттарды бөлшектеп талдау әдісінің негізін қалады.

Қазақстанда аналитикалық химияның дамуына М.Т.Козловский үлкен еңбек сіңірді. Оның басқаруымен жүргізілген ғылыми зерттеу жұмыстарының нәтижесінде Қазақ мемлекеттік университетінің «Аналитикалық химия» кафедрасы ірі ғылыми орталыққа айналды.

Аналитикалық химия салаларының ішінен Қазақстанда, әсіресе, электрналитикалық химия мен фазалық талдау жақсы дамыды. Аналитикалық химияның дамуына Қазақстан ғалымдарынан К.Ж. Сағадиева, О.А.Сонгина, А.И. Зебрева, А.Н. Матакова, М.Қ. Наурызбаев, Д.К. Мендалиева т.б. өз үлестерін қосты.

## I ТАРАУ

### ҚОСЫЛЫСТАР МЕН ӨНІМДЕРДІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ

#### 1.1 Сапалық талдау әдістері

Сапалық талдау әдісі қосылыстар мен өнімдер құрамындағы атомдар, иондар, функционалдық топтар, молекулаларды және олардың физикалық, химиялық қасиеттерінің ұқсастығын анықтайды. Сондықтан, сапалық талдау химиялық және физикалық болып бөлінеді.

Зерттелетін қосылыстар мен өнімдер әр түрлі агрегаттық күйде кездесетіндіктен, сапалық аналитикалық реакциялар «құрғақ» немесе «ылғал» түрде жүргізілуі мүмкін.

Барлық химиялық реакциялар сапалық талдау жасауға тиімсіз. Құрғақ әдіспен талдаулар қатты заттарға жүргізіледі. Зерттелетін затты от қалынына қыздырып, жалын бояуының түсі арқылы анықтайды. Бұл әдісті *пирохимиялық* деп атайды.

1898 ж Ф.М.Фловинский ұсынған «ұнтақтау» әдісі зерттелетін затты ұнтақтап, реакция нәтижесінде түсті қосылыс алуға негізделеді.

Құрғақ талдау әдісі негізінен далалық жағдайда минерал және кен құрамына сапалық немесе жартылай сандық зерттеулер жасауда қолданылады.

#### 1-кесте Кейбір элементтердің жалын түстері

Элементтер	Жалын түсі	Элементтер	Жалын түсі
Натрий	Ашық сары	Барий	Сары-жасыл
Калий	Күлгін	Мыс	Ашық жасыл
Кальций	Қызыл-кірпіш	Бор	Ашық жасыл
Стронций	Қызыл-карминді	Қорғасын және мышьяк	Солғын – көгілдір

Ал, зертханада жүргізілетін зерттеулер ерітіндіде өтетін реакцияларға негізделген, сондықтан «ылғал» талдау әдісі пайдаланылады. Мұндай жағдайда зерттелетін зат алдымен ерітіндіге өтуі қажет. Егер талданатын зат дистилденген суда ерімесе, сірке, тұз, азот және басқа қышқылдар пайдаланылады. Химиялық әрекеттесулер нәтижесінде қышқылдармен зерттелетін зат тез еритін қосылысқа айналады.

Химиялық талдаулар *аналитикалық реакциялар* нәтижелері бойынша жасалынады. Талданатын заттың немесе қосылыстың ерекше көзге түсетін химиялық немесе физикалық қасиеттерін *аналитикалық қасиеттер* деп атайды. Бұл аналитикалық қасиеттер оның сапасын және сандық үлесін анықтауға мүмкіндік береді.

Ал, мұндай қасиеттерін *аналитикалық реакциялар* нәтижесінде көруге болады. Аналитикалық реакцияларды тұнба түсуі немесе еруі, зерттелетін ерітінді бояуының өзгеруі, газ бөліну сыртқы эффект құбылыстары арқылы көруге болады. *Аналитикалық реакциялар сезімталдығы* деп тұнба немесе түсті қосылыстардың түзілуін, газдың бөлінуін т.б. айтамыз. Белгілі затқа тән аналитикалық реакциялар - *ерекше* реакциялар деп аталады. Ол реакциялар таңдамалылығы (селективтілігі) бойынша бөлінеді.

Кез - келген ионның аналитикалық қасиетін көрсететін химиялық реактивті *реагент* деп атайды. Реагенттің әсерінен аналитикалық өзгеріс түріндегі хабар, белгі - сигнал пайда болуы мүмкін.

Зерттелетін заттың мөлшеріне, ерітінді көлеміне және операциялардың орындалу техникасына тәуелді түрде сапалық талдау әдістері макро-, микро-, жартылай микро-, ультрамикро-, субмикро-, субультра-микро болып жіктеледі.

## 2-кесте. Сапалық талдау әдісінің жіктелуі

Ескі атауы	Жаңа атауы	Зерттелетін заттардың алыну мөлшері	
		г	мл
Макро талдау	Грамм-әдіс	1-10	10-100
Жарты микроталдау	Сантиграмм-әдіс	0,05-0,5	1-10
Микро талдау	Миллиграмм-әдіс	$10^{-3} - 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-4}$
Ультрамикроталдау	Микрограмм-әдіс	$10^{-6} - 10^{-9}$	$10^{-4} - 10^{-6}$
Субмикроталдау	Нанограмм-әдіс	$10^{-9} - 10^{-12}$	$10^{-7} - 10^{-10}$
Субультрамикроталдау	Пикограмм	$10^{-12}$	$10^{-10}$

Сапалық талдауда аналитикалық реакциялар қолдану аймағы бойынша *топтық* және *дара* болып бөлінеді.

Нақты жеке затты зерттеуде дара (жеке) реакциялар қолданылады.

Топтық реакциялар күрделі құрамды қоспадан белгілі аналитикалық топты бөліп алуға негізделеді. Мұндай реактивтерді *топтық реагенттер* деп атайды. Мысалы; катиондарды күкіртсутекті жіктеу әдісінде катиондарды бөліп алуда келесі топтық реагенттері қолданылады:  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  - II аналитикалық топ,  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  - III топ,  $\text{H}_2\text{S}$  - IV топ,  $\text{HCl}$  - V топ.

Топтық реагенттер кеңінен:

а) белгілі аналитикалық топтарды анықтау үшін;

б) жүйелі талдауда басқа топтардан аналитикалық топтарды толық бөліп алу үшін;

в) аз мөлшерлі заттарды концентрлеу үшін;

г) талдауға кедергі жасайтын топтарды бөліп алуда қолданылады.

Сонымен қатар сапалық талдаулар әдісі *жүйелі және бөлшектік* болып екіге бөлінеді.

*Жүйелі талдаулар* зерттелетін затқа толық талдаулар жасайды. Бастапқы аналитикалық жүйелерді белгілі ұқсастығы және жүйедегі компоненттердің аналитикалық қасиеттерінің ерекшелігі бойынша бірнеше топтарға бөліп жүйеге біріктіреді.

*Жүйелі талдау әдісінің ерекшелігі* - тұндыру, сүзу, жуу, суалту, қыздыру, бөліп алу үрдістеріне байланысты ұзақ орындалады. Мұндай операцияларды орындағанда ерітінділер талдау барысында өте сұйылып кетеді, бұл өсіресе, зерттелетін сынама өте аз мөлшерде болғанда анықталатын иондардың жоғалуына алып келеді.

Қазіргі таңда катиондарды анықтауда жүйелі талдаудың қышқылдық-негіздік, аммиакты-фосфатты, күкіртсутекті әдісі қолданылады. Жүйелі талдау әдісінде алдымен ерітіндінің рН мәнін өлшеп, сәйкес еріткішті таңдайды. Кейбір катиондарды өздеріне тән реакциялармен анықтайды.

Бөлшектеп талдау әдісінің негізін орыс ғалымы Н.А. Тананаев ашты. Бұл әдісте ионды арнайы реакциялармен анықтайды, өте тез орындалады.

Сапалық талдау әдістерінде қолданылатын химиялық реакциялар келесі талаптарды қанағаттандыруы қажет.

- тез немесе жылдам жүреді;
- реакция қайтымсыз болуы,
- түсі өзгеріп, тұнба түзілуі, газдың бөлінуі тәрізді сыртқы эффект байқалуы қажет;
- арнайылығымен және сезімталдылығының жоғарылығымен ерекшеленеді;

## 2. Сандық талдау әдістері

Сандық талдау әдісінің *негізгі мақсаты* - зерттелетін қоспа ұрамындағы қосылыстар мен химиялық элементтердің салыстырмалы алмақтық мөлшерінің ара-қатынасын дәл анықтау болып табылады.

Сандық талдау әдісі арқылы көптеген анықтауларды жүргізуге болады:

1. Заттардың атомдық, мольдік эквиваленттік массасын белгілеу;

2. Талданатын зат құрылысындағы құрамдас бөліктер мөлшерін анықтау;

3. Заттардың құрам-бөліктерінің ара қатынасын табу;

4. Ерітінді құрамына кіретін заттардың мөлшерін анықтау.

Сандық талдау әдістерінің – химиялық, биологиялық, геологиялық, медициналық, экологиялық т.б. зерттеулер жүргізуде маңызы зор.

*Сандық талдау әдістері* - химиялық, физикалық, физикалық – химиялық болып бөлінеді.



*Химиялық сандық талдау әдісі* құрам тұрақтылық, зат массасының сақталу және эквиваленттер заңдарына негізделеді. Химиялық әдіс салмақтық, көлемдік, газды талдау тәсілдерімен орындалады.

*Салмақтық талдау* әдісінде зерттелетін затты ерітіндіге көшіреді. Осылайша қажетті компонентті аз еритін қосылыс түрінде тұнбаға түсіріп, оны өзге қоспадан ажыратып өлшеуге негізделген.

*Ал, көлемдік талдау* әдісінде анықталатын заттың берілген мөлшерімен әрекеттесуге жұмсалған нақты концентрациялы реактив ерітіндісінің көлемін өлшейді. Көлемдік талдауда реактив ерітіндіс зерттелетін ерітіндідегі заттың эквивалентті мөлшерімен әрекеттескенше құйылады. Эквивалентті мөлшерін индикаторлар көмегімен немесе өзге әдістермен анықтайды.

*Газды талдау* әдісінің көптеген технологиялық үрдістерді бақылауда маңызы зор. Мақсаты арнайы реактивтер арқылы өткізгенде газ қоспасындағы белгілі көлемдегі жеке компоненттердің сіндірілуін негізделеді.

Сандық талдаудың физикалық және физика-химиялық әдістері арнайы аспаптар көмегімен жүргізіледі. Сондықтан, екі әдісті біріктіріп *аспаптық* (инструментальдық) талдау әдісі деп те атайды.

Физикалық талдау әдістері зерттелетін заттың физикалық қасиеттер: тұтқырлығы, тығыздығы, радиоактивтілігі, қайнау, балқу температурасы, электр және жылу өткізгіштігі, поляризация, электромагниттік т.б. физикалық параметрлерін анықтайды.

*Физикалық-химиялық* талдау әдістері белгілі бір химиялық реакция нәтижесінде талданатын жүйедегі заттың физикалық қасиеттерінің өзгеруін зерттейді. Сондықтан да *физикалық талдау* әдістерін *физикалық-химиялық* талдау әдістері тобынан жеке-дара бөліп қарастырудың негізі жоқ. Себебі, зерттелетін затқа талдаулар жасағанда заттың физикалық және химиялық қасиеттері бірдей қарастырылады.

### **Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Аналитикалық химия пәнін не зерттейді?
2. Химиялық талдау әдісі қалай жіктеледі?
3. Жүйелі талдау әдісінің ерекшелігі қалай?
4. Сапалық талдау әдісі қалай жіктеледі?
5. Сандық талдау әдісінің мақсаты қандай?

## II тарау

### ҚОРШАҒАН ОРТА ҚҰРАУЫШТАРЫН ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІ ӘРЕКЕТ ӨНІМДЕРІН ТАЛДАУДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ

#### 2.1 Химиялық әдістердің мәні және жіктелуі

*Химиялық* әдістер тек қана химиялық әрекеттесулер нәтижесінде байқалатын тұнбаға түсу, газ тәріздес не ұшқыш заттар бөлінуі немесе ерітінділер түсінің өзгеруі арқылы сыртқы эффекттер нәтижесінде жүзеге келеді.

Талдаудың химиялық әдістерінің ішінде салмақтық талдау түрінің негізін гравиметрия құрайды. Ал көлемдік талдау түрлері титриметрлік (қышқылдық – негіздік, тотығу-тотықсыздану, комплексонометрлік, тұндыра титрлеу) әдістерінен тұрады.

*Гравиметрлік талдау* – бөлініп алынған анықталатын компоненттің нақты массасын дәл өлшеуге негізделеді. Гравиметрлік әдіс химиялық өзгерулер кезіндегі зат массасының сақталу заңын қарастырады. Гравиметрияда алмасу, орын басу, ыдырау және комплекстүзу, сонымен қатар электрохимиялық үрдістер орындалады.

*Титриметрлік талдау* – анықталатын заттың берілген мөлшерімен әрекеттесуге жұмсалған нақты концентрациялы реактив ерітіндісінің көлемін өлшейді.

*Тотығу-тотықсыздану титрлеу* әдістерімен тотығу - тотықсыздану реакциялары нәтижесінде туындайтын ерітіндідегі зат мөлшерінің тотығу – тотықсыздану потенциалдарының өзгерісін анықтайды.

*Комплексонометрия* әдісі металл иондарының комплекс түзуші органикалық реактивтермен ішкі комплексті қосылыс түзу реакциясын қарастырады.

Анықталатын затты титрантпен тұнбаға түсіру реакциясын *тұнбаға түсіріп титрлеу* әдісі деп атайды.

Гравиметрлік және титриметрлік әдістер дәстүрлі (классикалық) әдістер болып табылады. Олар ғылыми зерттеулерде, әр түрлі технологиялық, өндірістік және табиғи үрдістерді бақылау тәжірибесінде қан-жақты қолданылады.

Химиялық әдістерді өндірістің технологиялық үрдістерінде: өнімдердің күлділігі (золь) және ылғалдығын, қышқылдығын, қант мөлшерін, ақуызды, судың кермектігін және т.б. ауа, су, топырақ құрамындағы ингредиенттерді анықтауда кеңінен қолданады.

#### 2.1.1 Гравиметриялық талдау

Анықталатын сынаманың құрамдас бөлігінің массасын дәл өлшеуге негізделген сандық талдауды *гравиметриялық талдау әдісі* деп атайды.

Гравиметрия әдісі өте қарапайым да нақты болғандықтан, ғарыштық объектілерге, тағамдық өнімдерге, қоршаған ортада болатын улы заттардың анықтауда, топырақтың, тыңайтқыштың және басқа заттардың құрамын талдау жасауда қолданылады. Гравиметрия әдісі нақты нәтиже береді, бірақ кемшілігі ұзақ орындалады.

Гравиметриялық талдау әдісінің жіктелуі төмендегідей;

1. Бөлу (анықталатын компонентті зерттелетін заттан бос күйінде бөліп алып, кейін массасын дәл өлшейді).

2. Айдау (анықталатын компонентті ұшқыш қосылыс түрінде бөліп алуға негізделген)

3. Тұндыру (анықталатын компонентті өз еритін қосылысқа өткізеді, яғни белгілі бір реактивпен тұнбаға түсіреді. Бөлінген тұнбаны сүзіп жуады, кептіреді, қыздырып, өлшейді.)

Зерттелінетін заттың (элементті) таразыда өлшеніп алынған түрін - оны *гравиметриялық түрі* деп атайды.

**Тұндыру әдісі мына ретпен орындалады:**

1. Орташа үлгіні алу, оны анализге дайындау.

2. Өлшендіні (үлгіні) өлшеу (аналитикалық таразыда 0,0001 дәлдікпен).

3. Өлшендіні еріту (еріткішті таңдау: су немесе басқа еріткіш, оның мөлшерін есептеу)

4. Анықталынатын құрамдас бөлікті тұндыру (тұндырғыштың көлемін есептеу).

5. Тұнбаны сүзу (фильтрлеу әдісі, фильтр қағазын таңдау).

6. Тұнбаны жуу (декантация әдісі).

7. Тұнбаны кептіру және қатты қыздыру

8. Гравиметриялық форманы өлшеу

9. Талдау нәтижелерін есептеп шығару.

Талданатын заттың және анықталатын компоненттің қасиеттерін қарай талдау әдісі іріктеледі. Соның ішінде тұндыру әдісі кеңінен таралған.

Тұндыру әдісі келесі реттілікпен орындалады:

**Орташа үлгіні іріктеу.** Орташа үлгі мен шикізат белгілі бір МемСТ-к сәйкес келуі қажет, яғни орташа үлгінің құрамы үлкен мөлшердегі талданатын шикізаттың химиялық құрамына тең болуы қажет және физикалық, химиялық қасиеттері бірдей болуы шарт.

**Орташа үлгі алу.** Техникалық өнімдердің химиялық құрамы бірдей бірқалыпты болмайды. Дұрыс нәтижелерді алу үшін орташа үлгі – химиялық құрамы барлық материалдың химиялық құрамына сәйкес зерттелетін заттың аз мөлшерін талдайды.

Үлгі алу әдістері заттың агрегаттық күйі мен біртектілігіне байланысты. Маңызды өнімдерге арнайы үлгі алудың МемСТ (ГОСТ) белгіленеді.

**Газтәрізді материалдың орташа үлгісін алу.** Газтәрізді материалдардың орташа үлгісін газ жинағыш аппарат немесе қондырғыш трубкаларының көмегімен жинақтап алады.

Үлгінің бірнеше түрлері бар:

орташа – белгілі бір уақыт аралығында алынатын үлгі.  
периодты – белгіленген уақыт аралығында алынатын үлгі.  
бір реттік – бір рет алынатын үлгі.  
жоғарғы(беткі) – аппараттың жоғарғы бөлігінен алынатын үлгі.  
орталық (центр) – аппараттың ортаңғы бөлігінен алынатын үлгі.  
төменгі – аппараттың 1/10 биіктігінен алатын үлгі.  
күрделі – бір немесе бірнеше аппараттан әртүрлі уақыт кезінде алынатын үлгі.

#### **Сұйықтардың орташа үлгісін алу.**

Арнайы үлгі алғыштар көмегімен алынады. Сұйықтың үлгісін алу дәстүрімен шамасы әрбір жекелеген жағдайда ГОСТ бойынша анықталады.

#### **Қатты заттардың орташа үлгісін алу.**

Қапталған қатты заттардан үлгіні қаптың барлық көлемінен қалыңдығынан) біздей өткір затпен тесіп 5-10% шамада алынады. Тау болып үйілген үйіндіден үлгі алғанда шахмат тәріздес жағдайда алады. Үлкен партиялардан үлгі алғанда оларды төгіп немесе тиеген уақытта алынады.

**Үлгіні өлшеу.** Талдау жүргізуге қажетті орташа үлгінің массасын **өлшенді** деп атайды. Өлшенді массасы аз болса, онда өлшеуде қателік кетеді. Егер өлшенді массасы көп болса, онда тұнбаны сүзу, жуу қиынға соғады. Сондықтан аморфты тұнбамен жұмыс істеу үшін оның 0,1г жеткілікті, ал кристалды тұнбаның 0,5г жеткілікті болып саналады.

**Өлшендіні еріту.** Өлшендінің суда, суда ерімесе қышқылда, сілтіде немесе органикалық еріткіште еру қабілеттілігіне қарай ерітіндіге көшіреді.

**Анықталатын компонентті тұндыру.** Анықталатын компонентті тұнбаға түсіру үшін тұнбаға түсіруші реагентті таңдаймыз. Түзілген тұнба ерігіштігі өте төмен болуы шарт.

Гравиметриялық талдауда қолайлы  $H_2SO_4$  өйткені ол ұшқыш, кейінгі ыздыру, келтіру операцияларында ұшып кетеді (тұнбаға түсіруші реагент ұшқыш болуы шарт).

Талдау нәтижесі дұрыс болуы үшін заттар тұнбаға толығымен және тез үсуі қажет. Тұнба кристалды және аморфты болып бөлінеді. Кристалды тұнба тез түседі, тез сүзіліп және жақсы жуылады. Ал аморфты тұнба жай түседі, сүзілуі қиын, ерігіш келеді.

Кристалл тұнбалар, алдымен кристалл центрлерінің пайда болуынан басталады, кейін майда бөлшектер бір-бірімен әрекеттесіп ірі агрегат түзеді, оны **агрегация үрдісі** деп атайды. Әр агрегат бір-бірімен өзара қарама-қарсы қарядталған бағытымен тартылып ауырлық күшінің әсерінен тұнбаға түседі, **ориентация үрдісі** деп аталады. Егер ориентация жылдамдығы агрегация жылдамдығынан үлкен болса, онда дұрыс кристалл торы түзіледі, басқа жағдайда аморфты тұнба түзіледі.

Сонымен кристалдық тұнбаны сұйытылған ыстық ерітіндіден ыстық реагентті жай құю арқылы түсіреді. Аморфты тұнбаны концентрленген ыстық ерітіндіден концентрленген ыстық тұнбаға түсіруші реагентпен әсер ету арқылы алады (тез қосу қажет). Аморфты тұнба коллоидты түрге өтуге

бейім келеді, мұндай күйде олар сүзгіден жақсы өтеді, ал бұл анықталатын компоненттің біраз мөлшерін жоғалтуға әкеледі.

**Тұнбаны сүзу.** Сүзу арқылы тұнбаны ерітіндіден бөліп алады. Тұнбаны сүзу үшін күлсіз 3 түрлі сүзгі қағазын қолданады.

1. Көк ленталы- майдакеуекті, тығыз және жәй сүзеді. Майда түйіршік тұнба үшін;

2. Ақ ленталы- тығыздығы орта сүзгі, кристалды тұнба үшін;

3. Қызыл ленталы - тығыз, тезсүзгіш және ірікеуекті сүзгі. Ірі түйіршік және аморфты тұнбалар бөлу үшін қолданылады.

Тұнбаны сүзудің алдында сүзгі қағазын тығыздығына сәйкес тандап сүзгі қағазын өлшеп дайындайды, себебі; сүзу қағазына тұнба сыйуы керек, яғни тұнба сүзгі қағазының  $1/3$  бөлігін ғана алу қажет.

**Сүзгі қағазындағы тұнбаны жуу.** Сұйықты сүзгі қағазына шыны таяқша бойымен жаймендеп құямыз. Тұнба үстіндегі сұйықтық көп мөлшерде сүзгі арқылы өткеннен кейін тұнбаны стаканда декантациялау арқылы жуамыз (көбіне  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$  сұйық ерітінділері).

Декантациялау кезінде тұнба лайланбауы қажет және бұл үрдісті тұнба үстіндегі сұйықтықты құйып алуға мүмкін кезге дейін жүргіземіз.

Кейін азғана шаюшы сұйықтықты құйып тұнбаны араластырып сүзгі қағазға көшіреміз. Ал стакан мен таяқшаға жабысып қалған тұнбаны сүзгі қағазы қалдықтарымен құрғағанға дейін сүртіп, оны да сүзгіге саламыз.

Осы үрдістер аяқталғаннан кейін тұнбаны сүзгіде жуамыз. Жууды дистельденген сумен немесе тұнбаға түсіруші реагенттің сұйық ерітіндісімен жүргіземіз.

Ал аморфты тұнбаны сұйық электролит ерітіндісімен жуады. Электролит – коагулятор ерітінділер, аморфты тұнбаның тез еруіне кедерек жасайды және олар ұшқыш зат болуы қажет.

Тұнбаны декантациялау және сүзгіде жуу арқылы ондағы қоспаларды сұйықтыққа (филтратқа) көшіреді. Тұнбаны сүзгіде жуар алдында, шаюшы сұйықтықты сүзгі қағаздың қабырғаларындағы тұнбаларды төмен түсіріп конус бетін біркелкі етіп толтырғанша шашыратып жуамыз. Кейін филтрат белгілі бір қоспаға теріс реакция бергенде, тұнбаны жууды тоқтатамыз.

**Тұнбаны кептіру және қатты қыздыру.** Тұнбаны сүзгі қағазымен бірге термостатта кептіреді ( $t=90-105^\circ\text{C}$ ; 20-30 мин). Кейін кепкен сүзгі қағазы тұнбамен бірге тигельге салып, қыздырады. ( $t=1000^\circ\text{C}$ ; 20-30 мин)

Қыздырудың екі түрі бар:

1. Сүзгі қағазды алмай қыздыру.

Мысалы:  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  және т.б.

2. Сүзгі қағазды алып қыздыру. Мысалы:  $\text{AgCl}$ . Себебі; бұл тұнба сүзгі қағаз жанғанда түзілген көміртеппен тез тотықсызданып, бос күйіндегі  $\text{Ag}$  түзеді.

**Гравиметриялық түрді өлшеуге қойылатын талаптар.**

Тұнбаға түсіру үрдісінде қажетті жағдайлар сақталмаса тұнба түрлері әртүрлі болады.

Кристалл тұнбаларды дұрыс тұнбаға түсірмеген жағдайда, тұнба формасы майда кристалды болып сүзгі қағазынан өткенде тұнбаны қатты тастауы мүмкін. Алынған тұнбаны талдау жүргізу кезінде қыздыруға тура келеді. Тұнба бұл кезде химиялық өзгерістерге ұшырайды. Сондықтан равиметриялық талдауды тұнбаға түсіру және өлшемдік форма деп бөлеміз. Кейбір жағдайда бұл екі форма құрамы бойынша бірдей болады.

#### Тұнбаға түсіру және өлшемдік формаға қойылатын талаптар.

1. Толық тұну үшін тұнбаның ерігіштік көбейтіндісінің мәні төмен болуы керек.  $EK = 1 \cdot 10^{-7} - 10^{-8}$  моль/л

2. Тұнба ірі кристалды болуы керек.

3. Тұнбаға түсіру формасы өлшемдік түрге оңай және толығымен айналу керек.

4. Өлшемдік түрге қойылатын талаптар:

а) Химиялық формулаға құрамы дәл сәйкес болу керек.

б) Жеткілікті химиялық тұрақты болу керек.

Ол ауадан  $CO_2$ , су буын сіңірмеу керек. Ауада оттегімен тотықпай, жоғары температурада ыдырамауы қажет.

Өлшемдік түрдегі анықталатын элемент құрамы жеткілікті аз болу керек, сол кезде өлшеу қателіктері де талдау нәтижесінде соғұрлым аз болады.

#### Талдау нәтижелерін есептеу.

Әдетте анықталатын зат мөлшерін граммен немесе пайызбен есептейді. Есептеуді анықталатын заттың молекулалық массасының ( $M_A$ ) равиметриялық түрдің молекулалық массасына ( $M_{гр.түр.}$ ) қатынасы равиметрлік фактор немесе есептеу факторы ( $F$ ) деп аталады.

$$F = \frac{m \cdot M_A}{n \cdot M_{гр.түр.}} \quad (1)$$

Мұндағы;

$m, n$  – стехиометриялық коэффициенттер.

$M_A$  – анықталатын заттың молекулалық массасы г/моль

$M_{гр.ф.}$  – гравиметриялық түрдің молекулалық массасы

Анықталатын затты граммен есептеу

$$q_A = m_{гр.түр.} \cdot F \quad (2)$$

Анықталатын затты пайызбен есептеу

$$\%_{мол} = \frac{q_A \cdot 100}{a} \quad (3)$$

Кристалдық тұнбаларды анықтауда

$$a = \frac{m \cdot M_A \cdot 0,5}{n \cdot M_{гр.ф.}} \quad (4)$$

Мұндағы;  $M_A$  және  $M_{гр.ф.}$  – анықталатын заттың және гравиметриялық түрдің молекулалық массалары;

$m, n$  – стехиометриялық коэффициенттер.

Аморфты тұнбаларды анықтау кезінде

$$a = \frac{m \cdot M_A \cdot 0,1}{n \cdot M_{\text{эф.}}} \quad (5)$$

Кристалдық тұнбалар үшін гравиметрлік түрдің массасы 0,5 г жән аморфты тұнбалар үшін гравиметрлік түрдің массасы 0,1 (г) түзілетінде етіп, сынамадан өлшемдік массаны есептеп алады.

Тұнбаға түсіруші ерітінді шамасын есептеу үшін реакция теңде жазылады. Теңдеу бойынша есептеу жүргізіліп реагент массасы анықталады. Реагент массасын пайдалана отырып оның концентрациясы, тығыздығы арқылы тұнбаға түсіруші ерітінді көлемін стехиометриялы есептеулердегідей 1,5 есе артық алады.

Тұнбаға түсіруші ерітінді көлемі келесі формуламен есептеледі

$$V_B = \frac{1,5 \cdot m \cdot M_B \cdot a \cdot 100}{n \cdot M_A \cdot C \cdot \rho} \quad (6)$$

Мұндағы,

1,5 – тәжірибе жүзінде анықталған тұрақты (const) коэффициент

$M_B$  – тұнбаға түсіргіш Б затының молекулалық массасы;

$M_A$  – анықталатын заттың молекулалық массасы;

$a$  – анықталатын зат өлшемдісі, г;

$C$  – ерітінді концентрациясы, моль/л;

$\rho$  – ерітінді тығыздығы, г/см<sup>3</sup>.

Анықталатын элементтің (заттың) жүйе құрамындағы үлесін анықтау. Жүйе, зат құрамындағы элементтің массалық үлесін, массасын анықтау үшін төмендегі формулаларды пайдаланады.

$$\omega = \frac{F \cdot m_{\text{гр.түр}} \cdot 100}{a} \% \quad (7)$$

$$m_x = m_{\text{гр.түр}} \cdot F \quad (8)$$

Мұндағы:  $a$  – сынаманың өлшемдік массасы, г;

$F$  – гравиметрлік фактор;

$m_{\text{гр. түр}}$  – гравиметриялық түрдің массасы;

$m_x$  – анықталатын заттың массасы.

**Өзін-өзі бақылау сұрақтары:**

1. Гравиметрлік талдау әдісі дегеніміз не?
2. Гравиметрия әдісін қалай жіктейді?
3. Бөлу әдісінің негізін түсіндір.
4. Тұндыру әдісінде жүзеге асырылатын негізгі іс-шаралар қандай?
5. Тұнбаға түсіру үшін қойылатын талаптарды атаңыз.

## 2.1.2 Титриметриялық талдау

*Титриметриялық талдау* анықталатын затпен эквивалентті мөлшерде әрекеттесуге жұмсалған концентрациясы белгілі реагент ерітіндісінің өлемін анықтауға негізделген. Концентрациясы анықталатын ерітіндіге концентрациясы белгілі ерітіндіні тамшылатып қосу *титрлеу процесі* деп аталады. Анықталатын зат пен реагент ерітіндісі химиялық эквивалентті мөлшерде әрекеттескен моментті *эквиваленттік нүкте* немесе *титрлеудің соңғы нүктесі* деп атайды.

Титриметрия әдісінде концентрациясы белгілі зат ерітіндісі *титрант*, концентрациясы анықталуға тиісті зат ерітіндісі *титрленуші ерітінді* деп аталады.

Жұмсалған титранттың массасы титрлеуге жұмсалған титрант көлемімен өлшенеді.

$$m = C_n V Э / 1000 \quad (9)$$

$V$  - титранттың көлемі, см<sup>3</sup>

$C_n$  - титрант ерітіндісінің нормальды концентрациясы, моль/дм

$Э$  - титрант эквиваленті

Титриметриялық талдау нәтижелерін есептеу эквиваленттілік принципіне негізделген, бұл принципке сай заттар бір бірімен эквивалентті мөлшерде әрекеттеседі.

Титрантты дәл өлшеніп алынған зерттелінетін ерітіндіге аз порциялармен қосады. Жүйеге әр жана порциялар қосқаннан соң тепе-теңдік орнайды.



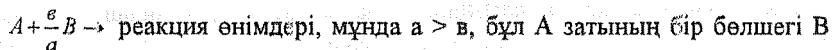
$A$  - зерттелетін зат

$B$  - титрант

$n, m$  - стехиометриялық коэффициент

Теңдеу (10) бойынша әрекеттесетін болса, онда заттардың эквивалентті массалары  $nM_A$  және  $mM_B$  болады,  $M_A$  және  $M_B$  -  $A$  және  $B$  заттарының молярлық массалары.

Теңдеуге (10) келесі түр беруге болады



затының  $\frac{e}{a}$  бөлшектеріне эквивалентті болатынын көрсетеді.

$\frac{e}{a}$  қатынасын  $f_{\text{экв}}(B)$  символымен белгілейді және  $B$  затының эквивалент

факторы деп атайды

$$F_{\text{экв}}(B) = \frac{e}{a} \quad (11)$$

**Эквивалент факторы** -  $X$  затының нақты бөлшегінің қандай үлесі башкылдық-негіздік реакциядағы сутегінің бір ионына немесе тотығу-



тотықсыздану реакцияларындағы бір электронға эквивалентті болатын көрсететін сан.

Эквивалент факторы мен эквивалентті тұрақсыз шамалар, олар реагенттер қатысатын реакция стехиометриясына тәуелді болады. Эквивалент факторы өлшемсіз шама, ол бірге тең немесе бірден кіші болады.

Эквивалент деп қышқылдық-негіздік реакцияда сутегінің бір ионы немесе тотығу-тотықсыздану реакциясында бір электронға эквивалент бола-тын заттың шартты немесе нақты бөлшегі аталады. Зат мөлшерін эквиваленті-нің өлшем бірлігі моль.

Эквивалентті мольдік масса деп эквиваленттік факторды  $f_{\text{экв}}(X)$  заттың мольдік массасына көбейткенде тең болатын зат эквивалентінің бір мольін массасын айтады.

Реакция барысында анықталатын зат және титранттың тепе-теңдік концентрациясы азайып, реакция өнімінің тепе-теңдік концентрациясы артады. Титрленетін затпен титрант эквивалентті мөлшерде жұмсалған реакция аяқталады. Осы кезді *эквивалентті нүкте* деп атайды. Эквивалент нүктеге жақындауы ерітінді бояуының түсі өзгеруі, тұнба түсу арқылы байқалады.

Концентрациялары нақты ерітінділер *стандарт ерітінділер* деп аталады. Дәл өлшенді арқылы дайындалған титрленген ерітінділер *бірінші стандартты ерітінділер* деп атайды. Стандарт ерітінділер химиялық таза, ауада тұрақты, сақтау кезінде өзгермеуі қажет және молекулалық массалары үлкен, өте ерімтал, эквивалентті нүктесі анық және нақты анықталатын болуы қажет. Дұрыс сақталса, стандарт ерітінділер бірнеше айға шыдайды.

Титранттар ретінде көбіне минералды қышқылдар, сілтілер,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  және т.б. қолданылады. Бұл заттар стандарт ерітінділер қойылатын талаптарға жауап бермейді. Өйткені дәл өлшендісі арқылы ерітінді дайындай алмаймыз. Мысалы, сақтау кезінде сілтілер ауадағы  $\text{CO}_2$  және ылғалды ауаны өзіне сіңіріп алып құрамын өзгерте алады. Сондықтан мұндай ерітінділердің концентрациясын басқа стандартты зат арқылы анықтайды және бұларды стандартталған, белгіленген немесе *екінші стандарт* деп атайды. Титранттарды практика жүзінде *жұмысшы ерітінділер* деп те атайды.

Дәл концентрациялы ерітінділер дайындауда фиксаналды қолдану тиімді. *Фиксанал* – қатты заттардың дәл өлшеп алынған массасы немесе ауыз дәнекерленіп бекітілген шыны ампуладағы қатты зат ерітінділерінің дәл өлшеп алынған көлемі. Фиксанал ішіндегі зат мөлшері 1 л әртүрлі концентрациядағы ерітіндіні дайындауға жеткілікті.

Ерітінді титрін стандарттауда гравиметриялық және көлемдік әдістер қолданылады. Көлемдік әдісте титр тез анықталатындықтан негізгі әдіс болып саналады.

Титриметриялық әдістің ерекшелігі жылдам орындалады және қолданылатын қондырғылары да қарапайым. Көптеген жүйелер үшін

нықтау қателігі 1%-тен аспайды, сезімталдық басталу реті  $10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> емесе 0,10%.

Титриметриялық талдаулар *тура, кері және жанама* титрлеу болып өлінеді.

Титриметриялық талдауларда реакциялар келесі талапқа сай болуы ажет:

- Реакция қайтымды болуы қажет
- Реакция қатаң эквивалентті мөлшерде және жылдам жүруі қажет
- Титрлеу кезінде қосымша реакция жүрмеуі қажет

Титриметриялық талдауда титрленген (стандартты) ерітінділер қолданылады. Титриметриялық әдіс негізінде реакция типтеріне қарай үлкен топқа бөлінеді ( кесте № 3 ).

### Кесте Титриметриялық әдістер классификациясы

Реакция түрлері	Жалпы әдістің атауы	Стандартты ерітінділер	Әдістің атауы	Титрлеуде анықталатын заттар		
				тура	кері	қосымша
Қышқыл және негіз әрекеттесуі	Қышқылды-негіздік титрлеу	HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ацид-метрия	күшті қышқыл мен әлсіз негізден түзілген тұздар, негіз	әлсіз негіз және күшті қышқылдан түзілген тұз, органикалық қосылыстар	-
		KOH, NaOH	Алкали-метрия	әлсіз негіз және күшті қышқылдан түзілген тұз, қышқылдар	-	-
Тотығу-тотықсыздану	Тотығу-тотықсыздану титрлеу (оксидометрия)	KMnO <sub>4</sub>	Перманганометрия	Тотықсыздандыргыш	Тотықтыргыш	Тотықсыздандыргыш пен әрекеттесетін заттар
		I <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *5H <sub>2</sub> O	Иодометрия	Тотықсыздандыргыш	Тотықсыздандыргыш	Тотықтыргыштар, қышқылдар
Комплексу	Комплексонометриялық титрлеу	ЭДТА	Комплексонометрия	ЭДТАмен комплексті қосылыстар түзетін катиондар	Суда ерімейтін катиондар, сәйкес индикаторы жоқ катиондар	Mg <sup>2+</sup> қарағанда, ЭДТАмен өте тұрақты қосылыстар түзу
Тұндыру	Тұндыру титрлеу (седиметрия)	AgNO <sub>3</sub>	Аргентометрия	Ag <sup>+</sup> катионымен тұнбаға түсетін аниондар	Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , I <sup>-</sup> , SCN <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> иондарымен аз еритін қосылыстар түзетін катиондар	-

## Титриметрлік талдау әдістеріндегі негізгі есептеу формулалары

Ерітіндінің *нормалдығы* ( $N$ ) – 1 литр ерітіндідегі заттың грамм-эквивалент-тер саны

$$N = \frac{n}{V} = \frac{a}{V \cdot \mathcal{E}}, \quad (12)$$

мұндағы  $a$  – талданатын зат үлгісінің өлшендісі, г;

$\mathcal{E}$  – грамм-эквивалент;

$n$  – грамм-эквиваленттер саны;

$V$  – көлем, мл.

Егер  $V=1$ л, онда  $N \cdot \mathcal{E} = a$

Ерітіндінің *молярлық* ( $C_M$ ) концентрациясы – ерітіндінің 1 литріндегі еріген зат мольдерінің (грамм - молекулаларының) саны

$$C_M = \frac{m}{V} = \frac{a}{V \cdot M}, \quad (13)$$

мұндағы  $M$  – еріген заттың 1 мольінің массасы.

$$C_M = \frac{a}{M} \quad (14)$$

Егер  $V=1$ л, онда  $a = C_M \times M$

$$T = \frac{a}{V} = \frac{C_M \cdot M}{1000}, \quad (15)$$

мұндағы  $T$  – титр, г/см<sup>3</sup>, г/мл.

Химиялық талдаудың негізгі есептеу теңдеуі эквиваленттер заңы

$$N_A V_A = N_B V_B \quad (16)$$

А затының ерітіндісінің қалыпты концентрациясы белгілі болғанда оны титрін  $T_A$  есептеуге болады, ол үшін эквивалент  $\mathcal{E}_A$  арқылы массаға  $q_A$  ауысу қажет

$$q_A = n_A \cdot \mathcal{E}_A, \quad (17)$$

мұндағы  $A$  – анықталатын зат;

$q_A$  – анықталатын зат мөлшері, г.

$$n_A = \frac{N_A \cdot V_A}{1000} \quad (18)$$

$$q_A = \frac{N_A \cdot V_A \cdot \Xi_A}{1000}$$

$$T_A = \frac{q_A}{V_A} = \frac{n_A \cdot \Xi_A}{V_A} = \frac{N_A \cdot \Xi_A}{1000} \quad (20)$$

$$T_{B/A} = \frac{T_B \cdot \Xi_A}{\Xi_B} \quad (21)$$

Заттың граммен алынған мөлшерін келесі формуламен есептеуге болады

$$q_A = \frac{N_B \cdot V_B \cdot \Xi_A}{1000}, \quad (22)$$

мұндағы  $N_B$  – титрант нормалдығы;

$V_B$  – титрант көлемі, мл.

Зерттелетін ерітіндінің өлшейтін колбада  $V_K$  сұйылтылуын және итрленетін аликвоталық бөлімінің көлемін  $V_a$  есепке алып, заттың граммен алынған мөлшерін келесі формуламен есептеуге болады

$$q_A = \frac{N_B \cdot V_B \cdot \Xi_A \cdot V_K}{1000 \cdot V_a}, \quad (23)$$

мұндағы  $V_K$  – өлшейтін колба көлемі, мл;

$V_a$  – ерітіндінің аликвоталық бөлімінің көлемі, мл.

Заттың пайызбен алынған мөлшерін келесі теңдеумен есептеуге болады

$$\% = \frac{q_A \cdot 100}{a} \quad (24)$$

Түзету коэффициенті келесі теңдеулермен есептеледі

$$K = \frac{N_{\text{пр}}}{N_T}; \quad K = \frac{T_{\text{пр}}}{T_T}; \quad K = \frac{a_{\text{пр}}}{a_T}; \quad K = \frac{V_{\text{пр}}}{V_T} \quad (25)$$

мұндағы  $K$  – түзету коэффициенті;

пр – практикалық мән;

т – теориялық мән.

$$K_B = \frac{q_A}{T_{B/A} \cdot V_B} \quad (26)$$

$$K_B \cdot V_B = K_A \cdot V_A \quad (27)$$

$$K_B = \frac{K_A \cdot V_A}{V_B} \quad (28)$$

## Кері титрлеу әдісімен зат мөлшерін есептеу

Кері титрлеудегі жеке өлшемділер әдісі бойынша зат мөлшерін есептеу, %

$$\%_A = \frac{(N_B V_B - N_{B1} V_{B1})}{1000} \cdot \frac{100}{a} \cdot \mathcal{E}_A, \quad (29)$$

мұндағы  $V$  – артық мөлшерде алынған стандартты ерітінді;  
 $V_1$  –  $V$  ерітіндісін титрлеуге жұмсалған стандартты ерітінді

Кері титрлеудің пипеткалау әдісін қолданып зат мөлшерін есептеу, %

$$\%_A = \frac{(N_B V_B - N_{B1} V_{B1})}{1000} \cdot \frac{100}{a} \cdot \mathcal{E}_A \cdot \frac{V_K}{V_n} \quad (30)$$

Кері титрлеу әдісімен зат мөлшерін титр бөйынша есептеу, %

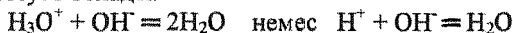
$$\%_A = \frac{(T_B V_B - T_{B1} V_{B1})}{\mathcal{E}_B - \mathcal{E}_{B1}} \cdot \frac{100}{a} \cdot \mathcal{E}_A \cdot \frac{V_K}{V_n} \quad (31)$$

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Титриметрия әдісінің негізі неде?
2. Титриметрия әдісіндегі реакцияларға қойылатын талаптар қандай?
3. Титриметрия әдісі қалай жіктеледі?
4. Титрлеудің қандай тәсілдері бар?
5. Стандарт ерітінділерді қалай дайындайды?
6. Ерітінділер концентрациясын белгілеудің қандай тәсілдерін білесіз?

### 2.1.3 Қышқылды-негіздік титрлеу

Қышқылды-негіздік титрлеу - титриметриялық талдау әдістерінің бір Сусыз ортада эквивалентті нүктені тіркеу физико-химиялық (негізіне потенциометриялық немесе амперметриялық) әдістермен анықталады. Сондықтан да сулы ортадағы титрлеу әдістері қарастырылады. Қышқылды - негіздік титрлеуде қышқылдар мен негіздер әрекеттесетіндікте нейтралдау реакциясы деп аталады. Бұл реакцияны келесі жалпы түрде көрсетуге болады:



Қышқылды-негіздік титрлеу әдісі - қолданылатын титрант түрін қарай күшті қышқыл болса ацидиметрия (acidum – қышқыл), күшті негіз болса алкалиметрия (alcalis – негіз) деп аталады.

Ацидиметриялық титрлеу үрдісінде титрант ретінде 0,1н; 0,01н HCl және H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> қолданылады. Бұл әдіс арқылы күшті және әлсіз негіздер, егіздік тұздар, әлсіз қышқыл тұздары және органикалық қосылыстар нықталады.

Алкалиметриялық титрлеу әдісінде титрант ретінде 0,1н және 0,01н NaOH және KOH қолданады, күшті және әлсіз қышқылдарды, қышқыл тұздарды, әлсіз негіз тұздарын анықтауға болады.

Қышқылды-негіздік титрлеуде қолданылатын жұмысшы ерітінділерге гандарт ерітінділерге қойылатын талаптар қойылмайды. Сондықтан NaOH, OH титранттарын стандарттау үшін қымыздық қышқылын H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O олданады. Ал HCl мен H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> стандарттау үшін бураны Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10H<sub>2</sub>O олданамыз.

Титрлеу әдісінде – бюреткадағы титрант ерітіндісін зерттелетін затқа әймендеп құйып титрантты қосқан сайын жақсылап араластырамыз, жүйеде іртіндеп тепе-теңдік орнайды. Реакция жүрген сайын анықталатын зат пен титранттың концентрациялары азайып, реакция өнімінің концентрациясы әбейеді. Ал зерттелетін зат титрантпен эквивалентті мөлшерде әрекеттескен езде реакция аяқталады. Ол *эквивалентті нүкте* деп аталады. Эквивалентті үктеде зерттелетін зат пен титранттың толық әрекеттескенін жүйеге арнайы нгізілген қышқылды-негіздік индикатор түсінің өзгеруі арқылы анықтайды. *квивалентті нүктесінде* анықталатын зат пен реакцияға кеткен титрант мөлшерлері тең болады, оны әрекеттесуші заттардың *эквиваленттер заңы* ойынша былай өрнектеуге болады.

$$N_A * V_A = N_B * V_B \quad \text{немесе} \quad N_1 * V_1 = N_2 * V_2 \quad (32)$$

N – ерітінділердің нормальді концентрациясы

V – зерттелетін ерітінді және титрант көлемдері

Нейтралдау әдісінің индикаторлары ретінде көбіне метилоранж, метил ызыл, лакмус және фенолфталеин қолданылады. Оларға тән сипаттарды индикаторлардың иондық теориясы толық түсіндіреді.

**Кесте Индикаторлар бояуының өзгеруі**

Индикатор	Диссоциацияланбаған молекулалармен боялуы	Аниондармен боялуы
метилоранж	қызыл	сары
метил қызы	қызыл	сары
лакмус	қызыл	көк
фенолфталеин	түссіз	малина түс

Нейтралдау әдісінің индикаторлары әлсіз органикалық қышқылдар (немесе әлсіз негіздер) болып табылады. Сондықтан диссоциацияланбаған олекулалар титрлеу кезінде түзілген иондармен әрекеттесіп әртүрлі бояу ереді.

Барлық индикаторлар қышқылдық қасиет көрсетеді, қышқыл ортада молекулалармен, сілтілі ортада аниондармен бояу түсін өзгертеді. Индикатор

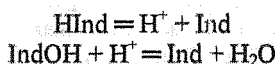
молекуласында қос байланысы бар ерекше топтар бар (мысалы,  $=C=O$ ,  $N=O$  және т.б.) оларды хромофорлар (түс беруші) деп атайды. Хромофор ерітінді ортасының өзгеруінен және молекулалардың диссоциациялануына қайта топтасуы мүмкін. Сондықтан индикатор түсінің өзгеруі оның құрылысының өзгеруі нәтижесінде болады.

Индикатор өз түсін өзгертетін рН мәндерінің интервалын - өту аймағы деп атайды.

*Қышқылдық индикаторлар*  $H^+$  бөліп, протонды беріп жіберетін деп атайды.  $HInd$ .

Протонды қосып алу қабілеттілігі бар индикаторды *негіздік индикатор* деп атайды,  $IndOH$  түрде белгіленеді.

Диссоциациялану схемасы мынадай:



Ерітіндіде индикатор иондалған түрде де және молекулалық түрде болады және әрбір түрдің пайда болуы ерітіндінің рН-на байланысты және диссоциациялық константамен өрнектеледі:

$$pH = pK + \lg \left[ \frac{HInd}{Ind^-} \right] \quad (33)$$

Көптеген титриметриялық әдістерде эквивалентті нүктелер арнайы индикаторлармен анықталады. Бірақ индикаторлар ерітінді түстерін эквивалентті нүктеде ғана өзгертпейді, яғни оған дейін де өзгеріп алады. Сондықтан индикаторды дұрыс таңдауда қателік жіберіледі, ол титрлеудің *индикаторлы қателігі* деп аталады. Индикатор дұрыс таңдалмағандықтан зерттеу нәтижесіне сай мәлімет бермейді.

Кей жағдайларда титрлеу реакциясының аяқталғанын аналитикалық әсерлер арқылы көруге болады. Мысалы, перманганатометриялық титрлеу зерттелетін түссіз ерітінділер эквивалентті нүктеде 1 тамшы  $KMnO_4$  ерітіндісінің артық мөлшерінде ашық қызыл түс береді. Мұндай титрлеу *индикаторсыз* деп атайды. Ал кейде ерітіндінің электр өткізгіштігінің өзгеруі немесе басқа қасиеттері арқылы анықтайды.

Реакцияға қатысатын қышқыл мен негіздердің салыстырмалы күштерін қарай титрлеу әдісі 4 түрге жіктеледі:

Күшті қышқылды күшті негізбен титрлеу ( $HCl - NaOH$ )

Күшті негізді күшті қышқылмен титрлеу ( $KOH - HCl$ )

Әлсіз қышқылды күшті негізбен титрлеу ( $CH_3COOH - NaOH$ )

Әлсіз негізді күшті қышқылмен титрлеу ( $NH_4OH - HCl$ )

Титрлеу түрлеріне сәйкес әрқайсысының *титрлеу қисығы* болады. Титрлеу қисығы ерітінді ортасының рН мәні бойынша әртүрлі титрлеу аймағындағы өзгерулерге бақылау жасайды. Сонымен қатар температура мен концентрацияның әсерін білуге, титрлеу соңын анықтауға мүмкіндік береді.

Титрлеу қисығы негізгі төрт аймаққа бөлінеді.

а) титрлеу басында;

б) титрлеу секіріміне дейін

в) титрлеу секірімі, эквиваленттік нүктесін қоса

г) титрлеу секірімінен кейін

**Күшті қышқылды күшті негізбен титрлеу**

1. Титрлеу басында  $pH = -\lg C_{\text{қышқ}}$

2. Эквиваленттік нүктеге дейін  $pH = -\lg [C_{\text{т.мышк}} (1-\phi)]$

3. Эквиваленттік нүктеде  $[H_3O^+] = 10^{-7}$   $pH = 7$

4. Эквиваленттік нүктеден кейін  $pH = pK_w + \lg C_{\text{негіз}} - \lg (\phi-1)$

**Күшті негізді күшті қышқылмен титрлеу**

1. Титрлеу басында  $pH = pK_w + \lg C_{\text{негіз}}$

2. Эквиваленттік нүктеге дейін  $pH = pK_w / \lg C_{\text{негіз}} (1-\phi)$

3. Эквиваленттік нүктеде  $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$   $pH = 7$

4. Эквиваленттік нүктеден кейін  $pH = -\lg C_{\text{т.мышк}} (\phi-1)$

**Әлсіз қышқылды күшті негізбен титрлеу**

1. Титрлеу басында. Титрленетін қышқыл әлсіз болғандықтан, оның pH-

келесі формуламен есептейміз.  $pH = \frac{1}{2}(pK_{\text{қышқ}} - \lg C_{\text{қышқ}})$

2. Эквиваленттік нүктеге дейінгі  $pH = pK_w + \lg \phi / 1 - \phi$

3. Эквиваленттік нүктеде  $pH = 1/2(pK_w + pK_{\text{мышк}} + \lg C_{\text{негіз}})$

4. Эквиваленттік нүктеден кейінгі  $pH = pK_w + \lg C_{\text{негіз}} + \lg (1-\phi)$

**Әлсіз негізді күшті қышқылмен титрлеу**

1. Титрлеу басында  $pH = pK_w - 1/2(pK_{\text{негіз}} - \lg C_{\text{негіз}})$

2. Эквиваленттік нүктеге дейін  $pH = pK_w - pK_{\text{негіз}} + \lg C_{\text{негіз}} / C_{\text{мышк}}$

3. Эквиваленттік нүктеде  $pH = 1/2(pK_{\text{мышк}} - pK_{\text{негіз}} - \lg C_{\text{негіз}})$

4. Эквиваленттік нүктеден кейінгі  $pH = C_{\text{мышк}} \cdot (1-\phi)$

Мұндағы  $C_{\text{мышк}}$  – қышқылдың молярлы концентрациясы

$C_{\text{негіз}}$  – негіздің молярлы концентрациясы

$K_w$  – судың иондық көбейтіндісі

$\phi$  – эквиваленттік үлес мөлшері

Алынған нәтижелерді қолдана отырып абцисс осіне қышқыл мен негіз әлшерін, ал ордината осіне pH мәнін орналастырып титрлеу қисығының іафиктік түрі бейнеленеді.

**Өзін-өзі бақылау сұрақтары**

1. Қышқыл-негіздік титрлеу әдісінің мәні қандай?

2. Титрантқа байланысты қышқыл-негіздік титрлеу әдісі қалай іктеледі.

3. Қышқыл - негіздік титрлеу әдісінде қандай титранттар қолданылады?

4. Ацидометриялық титрлеуде эквиваленттік нүктеде анықталатын затқа ійланысты реакцияның ортасы қалай өзгереді?

5. Алкаиметриялық титрлеуде эквиваленттік нүктеде анықталатын ітқа байланысты реакцияның ортасы қалай өзгереді?



## 2.1.4 Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдісі

Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдістері тотығу - тотықсыздану реакцияларына негізделеді. Тотықтырғыш немесе тотықсыздандырғыш қаси көрсете-тін зат ерітінділері титрант ретінде қолданылады. Титрлеу әдісін анықталатын немесе титрленетін зат титрантпен тотығу-тотықсыздану реакциясына түседі.

Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдістерінің түрлері төмендегідей жіктеледі:

Перманганометрия (титрант  $\text{KMnO}_4$ )

Иодометрия (титрант  $\text{I}_2, \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ )

Броматометрия (титрант  $\text{KBrO}_3$ )

Бромометрия (титрант  $\text{Br}_2$ )

Дихроматометрия (титрант  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ )

Цериметрия (титрант  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  және т.б.

Титрлеу үрдісінде тура, кері және орын басу түрлері кездеседі.

Тура титрлеу  $\text{ЭК} \geq 0,4\text{В}$  жүргізіледі. Өте жай жүретін тотығу-тотықсыздану реакцияларында *кері титрлеу* әдісі қолданылады. Көбінесе тотығу-тотықсыздану реакциясына қатыспайтын заттар *орын басу* титрлеу әдісімен анықталады.

Тотығу - тотықсыздану титрлеу әдісіндегі реакциялар төмен келтірілген талаптарды қанағаттандыруы қажет:

– реакция соңына дейін тез және стехиометриялық түрде өтуі керек;

– белгілі химиялық құрамдағы (формулалар) өнімдер түзілуі қажет;

– титрлеудің соңғы нүктесін дәл белгілеуге мүмкіндік болуы керек;

– титранттар зерттелетін ерітіндідегі қосымша өнімдермен және басқа заттармен реакцияға түспеуі керек.

**Тотығу-тотықсыздану индикаторлары.** Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдісінде эквивалентті нүктені анықтау үшін инструментальді және индикаторлы әдістер қолданылады. Инструментальді әдістерге потенциометрлік және амперметрлік титрлеу жатады.

Индикаторлы әдісте:

а) Тотығу-тотықсыздану индикаторлары;

б) Арнайы (спецификалық) индикаторлар қолданылады.

Редокс индикаторлар екі күйде болады – тотыққан  $\text{Ind}_{\text{ox}}$  және тотықсызданған  $\text{Ind}_{\text{red}}$  және бұлардың түстерінде де айырмашылық болады.



Индикатордың бір түрден екінші түрге өтуі белгілі бір потенциалда жүреді, мұнда тотыққан және тотықсызданған түрлерінің концентрациялары тең. Нернст теңдеуімен анықталады:

$$E_{\text{ind}} = E_{\text{ind}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[\text{Ind}_{\text{ox}}]}{[\text{Ind}_{\text{red}}]} \quad (35)$$

$[Ind_{ox}] = [Ind_{red}]$  болған жағдайда  $E = E^0$  индикатордың өту аймағы, яғни түсінің өзгеруі екі түрдің (ox, red) концентрациялары 1/10 – нан 10/1 болғанда анықталады және ол тең:

Редокс индикаторлар қайтымды, қайтымсыз редокс, люминесценттік индикаторлар болып бөлінеді.

Арнайы (спецификалық) индикаторларға – крахмал және аммоний тиоцианаты жатады. Мысалы, иодтың шамалы мөлшерінде крахмал көк үске боялады. Тиоцианат иондары  $Fe^{3+}$  темір иондарының артық мөлшерімен қызыл-күлгін түсті комплексті қосылыстар түзіп, ол қызыл үстен түссіздікке өтеді.

### Тотығу-тотықсыздану титрлеу қисықтары

Тотығатын немесе тотықсызданатын заттарды талдаулар жасау үшін ажетті титрантты, титрлеу мүмкіндігін және эквивалентті нүктені белгілеу үшін таңдауымыз қажет.

Эквиваленттік нүкте индикатор қатысында титрлеу сызығының күрт өзгерісі, яғни титрлеу секірімі арқылы анықталады.

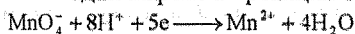
### Кесте Тотығу-тотықсыздану титрлеу қисығын есептеу формулалары

Титрлеу қисығы аймағы	Титрленетін зат	
	тотықсыздандырғыш	тотықтырғыш
эквивалентті нүктеге дейін	$E = E_1^0 + 0,059/n \lg \frac{f}{1-f}$	$E = E_2^0 + 0,059/n \lg \frac{1-f}{f}$
эквивалентті нүктеден кейін	$E = E_1^0 + 0,059/n \lg \frac{f}{1-f}$	$E = E_2^0 + 0,059/n \lg \frac{1-f}{f}$

Берілген нәтижелер бойынша титрлеу қисығын құрамыз. Индикатормен титрлеу ЭКҚ  $\geq 0,4В$  болғанда жүзеге асады.

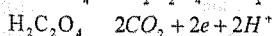
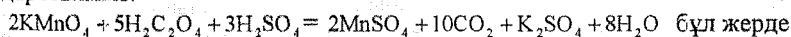
**Перманганатометрлік титрлеу.** Перманганатометрлік титрлеу қышқылдық ортада ( $H_2SO_4$  қатысуында) өтеді, титрант ретінде калий перманганаты ерітіндісі қолданылады. Калий перманганаты қышқыл, сілтілі немесе бейтарап) ортада тотықтырғыш қасиет көрсетеді. Сондықтан да өлшеген тотықсыздандырғыштармен тез және стехиометриялы әрекеттеседі.

Мынадай жартылай реакция өтеді:



$$E^0 = 1,51; \quad \Delta_{KMnO_4} = 31,6;$$

$KMnO_4$  ерітіндісін өлшендіден 0,1н етіп дайындайды. Бірақ  $KMnO_4$  ерітіндісі күшті тотықтырғыш болғандықтан, ол өзінің концентрациясын әр түрлі қоспалардың әсерінен өзгертеді. Сондықтан дайындалған  $KMnO_4$  ерітіндісін шыны сүзгі арқылы өткізіп, 7-10 күн қараңғы жерде сақтаймыз. Бұл кезде қоспалармен тотығу-тотықсыздану реакциялары өтіп, концентрациясы анықталады. Кейін оны қымыздық қышқылы арқылы стандарттаймыз:



$$\Delta_{H_2C_2O_4} = 126,04 / 2 = 63,02$$

Титрлеу барысында перманганат ерітіндісінің өзіне тән түсі түссізденіп ал эквивалентті нүктеге жеткенде ашық-қызыл түске боялады. Индикатор рөлін титрант  $KMnO_4$  атқарады.

Перманганатометрия арқылы  $H_2O_2$ ,  $MnO_2$ ,  $NaNO_2$  қосылыстарды және оңай тотығатын органикалық қосылыстарды анықтауға болады.

*Иодометрлік титрлеу* әдісінің негізінде келесі реакциялар, бос иодты иодид ионына дейін тотықсыздануы жүреді:



және иодид ионның бос иодқа дейін тотығуы:



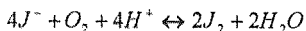
$$E_{I_2/I^-}^0 = +0,54V$$

Бұл әдіс арқылы тотықтырғыштарды да тотықсыздандырғыштарды да анықтауға болады. Иодометрлік титрлеуді бейтарап ортада жүргіземіз. Иодометрлік титрлеуде екі типті титрант 0,1 н және 0,01 н иод ерітіндісі 0,1 н және 0,01 н  $Na_2S_2O_3$  ерітіндісі қолданылады.

Сондықтан иодометрия әдістері екі топқа бөлінеді. Титрлеуді иод ерітіндісімен  $KI$  жүргізіп, иодты тотықтырғыш ретінде пайдаланады, *иодиметрлік* әдіс деп аталады. Иод әлсіз тотықтырғыш болғандықтан шектеулі қолданылады. Екінші әдіс *иодометрлік* деп аталады.  $Na_2S_2O_3$ ,  $CuCl_2$ ,  $SnCl_2$  иодты иодид ионына дейін тотықсыздандырады, мұны калий иодидімен тотықсызданатын көптеген заттарды қосымша аяқтау үшін қолданады. Индикатор ретінде 1% крахмал қолданылады.  $Na_2S_2O_3$  ерітіндісі өлшендіден жасайды және 0,1г  $Na_2CO_3$  тұрақтандырғыш ретінде қосады, өйткені натрий тиосульфаты ауадағы  $O_2$  және  $CO_2$  әрекеттеседі. Дайындалған ерітіндіні 7-10 күн бойы қараңғы жерде ұстап, титрін  $K_2Cr_2O_7$  стандарты арқылы табамыз.

Иодометриялық реакцияларды тиімді жүргізу үшін мына жағдайлар орындалуы керек:

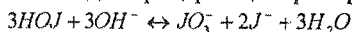
бейтарап орта, себебі қышқылдығы күшті ортада  $J^-$  ауадағы оттегімен тотығады:



сілтілік ортада иодтың авто тотығу-тотықсыздану реакциясы жүрмей мүмкін (диспропорциялану):



Гипоиодит әрі қарай диспропорциялана алады:



Бөлініп шыққан иодтың ұшқыштық қасиетіне байланысты он жоғалтудан сақтау үшін тығынмен жабылған шыны ыдыстарда ерітіндіні қараңғы жерде сақтайды. Титрлеу мен сақтауды бөлме температурасында өткізеді, себебі қыздырғанда иодтың ұшқыштығы артып, крахмал индикаторының сезгіштігі кемиді.

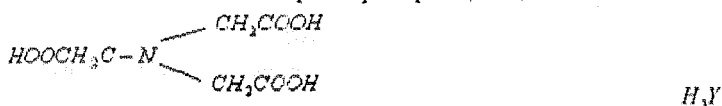
### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдісі қалай жіктеледі?
2. Тотығу-тотықсыздану титрлеу әдісіндегі реакцияларға қандай ережелер қойылады?
3. Редокс индикаторлардың қандай түрлерін білесіз?
4. Перманганатометрлік титрлеу әдісі неге негізделген?
5. Иодометрлік титрлеу әдісі неге негізделген?

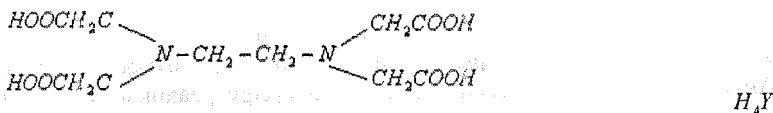
### 2.1.5 Комплексонометриялық титрлеу

Заттарға химиялық талдаулар жасауда *комплексонометрия* әдісі кеңінен қолданылады. Бұл титрлеу әдісінде стандартты ерітінді ретінде комплексондар - полиаминкарбон қышқылдары және олардың туындылары қолданылады. Бұл кластың қосылыстарының бірінші реагенті этилендиаминтетрасірке-қышқылының натрий тұзы (ЭДТА). Металл иондарының комплекс түзуші органикалық реактивтермен *ішкі комплексті қосылыс* түзу реакциясымен түсіндіріледі. Комплексонометрлік титрлеу әдісінің сезімталдығы жоғары ( $10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>), дәл, қарапайым және тез орындалады.

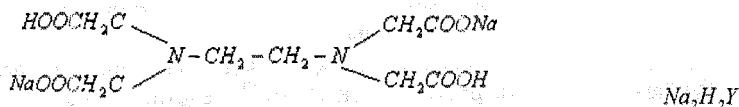
Комплексон I немесе нитрилотри сірке қышқылы:



Комплексон II, немесе этилендиаминтетра сірке қышқылы:



Комплексон III, немесе этилендиаминтетрасірке қышқылының натрий тұзы.



Бұл қосылысты қысқартылған түрде  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$  немесе ЭДТА деп атайды.

**Комплексонометриялық титрлеу қисықтары.** Титрлеу қисығын ерітіндідегі металл иондарының концентрациясының теріс логарифмімен қосылған титрант көлемі немесе  $\text{pMe} = -\lg[\text{Me}^{n+}]$

$$\text{pMe} = -\lg C_{\text{Me}} (1-p)$$

Эквивалентті нүктеге дейін;

Эквивалентті нүктеде;  
 $\lg \beta$

$$pMe = (1/2) pC_{Me} - (1/2)p\beta - p\beta$$

Эквивалентті нүктеден кейін;  
 $pMe = pC_{Me} - p\beta - p [C_1(p-1)]$

Комплексонометриялық титрлеуді жүргізу үшін металхромді индикаторлар қолданамыз.

Хромоген қара арнайы ET-00 (эридохром қар т).

Мурексид  $pH > 10,9$

Комплексонометрлік титрлеуге орта  $pH$  – ы қатты әсер етеді, сондықтан титрлеуді буфер ерітінділерінің қатысуында жүргізеді.

Металл иондары ЭДТА – мен берік комплекс құрып, басқа металл иондарын босатады, ал оның эквивалент мөлшерін ЭДТА титрлеу арқылы табамыз. Комплексонометрияны суды зерттеуде кеңінен қолданады.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Комплексонометриялық титрлеу әдісінің негізі неде?
2. Қандай комплексондардың түрлерін білесіз?
3. Комплексон III-тің құрылысын және катиондармен әрекетте реакциясын түсіндір.
4. Хелатометрлік титрлеудің қандай тәсілдерін білесіз?
5. Комплексонометрлік титрлеуде қандай индикаторлар қолданылады?

### 2.1.6 Тұндыру әдістері бойынша титрлеу

Тұндырып титрлеу әдісі тұндыру реакциясына негізделеді. Бұл реакция бөлме температурасында жоғары жылдамдықпен және қайтымсыз жүреді.

Анықталатын затты титрантпен тұнбаға түсіру реакциясын *тұнбаға түсіріп титрлеу* әдісі деп атайды. Мұнда эквивалентті нүктені индикатормен немесе инструментальді әдіспен анықтайды.

Тұнбаға түсіріп титрлеуде реакциялар тез жүруі және қоса тұну үрдісі болмауы қажет. Тұнбаның түзілу мөлшері оның ерігіштігіне байланысты, о ерігіштік көбейтіндісі арқылы анықталады.

Тұнбаға түсіріп титрлеу әдісінің анықталатын затты анықтау дәлдігі (0,01%). Тұнбаға түсіріп титрленгенде  $EK < 1 \cdot 10^{-10}$  беретін тұнба түзілетін реакциялар қолданылады.

Тұнбаға түсіріп титрлеу әдісі титрант түрлеріне сәйкес бірнеше түрлі жіктеледі:

1. Аргентометрия (титрант –  $AgNO_3$ )
2. Тиоцианометрия (титрант –  $NH_4SCN$ )
3. Меркурометрия (титрант –  $Hg_2(NO_3)_2$ )
4. Сульфатометрия (титрант –  $BaCl_2$  немесе  $H_2SO_4$ )

Аргентометриялық титрлеу әдісінде күміс ( $\text{Ag}^+$ ) катиондарымен  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  андарын тұнбаға түсіреді.



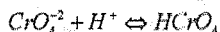
Титрант ретінде  $\text{AgNO}_3$  қолданылады. Егер зерттелетін зат күміс граммды болса  $\text{NaCl}$  немесе  $\text{KCl}$  ерітінділері титрант ретінде қолданылады. Аргентометрияда титрант ретінде  $0,1\text{н}$   $\text{AgNO}_3$  қолданылады, қажет болғанда сұйылту арқылы  $0,05\text{н}$ ,  $0,02\text{н}$ ,  $0,01\text{н}$  ерітінділер дайындалады.  $\text{AgNO}_3$  ерітіндісінің титрін  $0,1\text{н}$   $\text{KCl}$  немесе  $\text{NaCl}$  ерітінділері арқылы анықтайды.

Аргентометрлік титрлеу әдісінде қолданылатын индикатор типтеріне қарай екіге бөлінеді. Мор әдісі – индикатор  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , ал Фаянс әдісінде люоресценци және эозин индикаторлары қолданылады.

Мор әдісі кеңінен қолданылады. Мор әдісімен зерттелетін ерітінді құрамындағы хлоридтер және бромидтер анықталады. Бұл әдіс бойынша одидтер мен тиоцианаттарды титрлеу олардың адсорбциялануына айланысты тәжірибе жүзінде мүмкін емес. Бұл жағдайда эквиваленттік үктені анықтау қиын.



Титрлеудің соңғы нүктесінде  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  күміс хроматының қызыл – кірпіш үсті тұнбасы түзіледі – оның ерігіштігі ( $0,65 \cdot 10^{-4}$  г-экв/л) күміс хлоридінен ( $1,25 \cdot 10^{-3}$  г-экв/л) әлдеқайда жоғары. Сондықтан титрлеу барысында барлық лорид иондары тұнбаға түсіп болған соң ғана күміс хроматының қызыл үнбасы пайда бола бастайды. Бұл титрлеуді бейтарап және әлсіз сілтілік ортада ( $\text{pH} = 7-10$ ) жүргізеді. Ал қышқылдық ортада күміс хроматы  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  рип кетеді:



Күшті сілтілік ортада  $\text{AgNO}_3$  ерімейтін  $\text{Ag}_2\text{O}$  түзеді. Бұл әдіс  $\text{NH}_4^+$  бар ерітінділерді зерттеуге қолданылмайды, себебі; ( $\text{Ag}^+$ ) иондарымен комплексті қосылыс  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$  түзеді. Сонымен қатар талдаулар жасалатын ерітіндіде  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  индикаторымен тұнба беретін  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$  және т.б. иондар болмауы қажет. Дегенмен аргентометрия әдісімен құрамында  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  иондары бар түссіз ерітінділерге талдаулар жасау тиімді нәтиже береді.

Индикаторды  $5\%$  ерітінді ретінде қолданады. Хлоридтер мен бромидтерді титрлегенде ақ  $\text{AgCl}$  тұнбасы және сарғыш ақ  $\text{AgBr}$  тұнбасы түзіледі. Олар толық түскеннен кейін  $\text{AgNO}_3$  индикатор  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  ретінде кездесіп қызғыш түсті  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  тұнбасы түзіледі.

Тұнбаға түсіріп титрлеу әдісінде 3 түрлі тұнбаға түсіруші; металхромды (комплекстүзуші); адсорбционды индикаторлар қолданылады.

Меркурометрия әдісі сынап (I) қосылыстарының галогендер және бас да аниондармен нашар еритін қосылыс түзуіне негізделеді. Титрант ретінде  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  қолданылады, титрін  $\text{NaCl}$  немесе  $\text{Na}_2\text{S}$  анықтайды. Индикатор ретінде темір (III) тиоцианат комплексі немесе дифенилкарбазон пайдаланылады.

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Тұнба түзілуге негізделген титрлеу әдісінің мәні неде?
2. Мор әдісінің негізі неде? Оны қолдану жағдайлары қандай?
3. Неліктен Мор әдісінде калий хроматын индикатор ретінде қолданады?
4. Фольгард әдісінің негізі неде? Әдісте қандай индикатор қолданылады?
5. Фаянс әдісінің негізі неде? Қандай индикатор қолданылады?

## III тарау

### ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ

Химиялық әдістерге қарағанда физико-химиялық талдау әдістерін сезімталдығы жоғары және жылдам орындалады. Көптеген ғылыми-зерттеу орындарында, өндіріс зертханаларында және қоршаған орта компоненттер талдауда физикалық және физика-химиялық әдістер кеңінен қолданылады. Олардың химиялық талдау әдісінен артықшылығы талдаулар сезімталдығы жоғары ( $10^{-5}$  –  $10^{-9}$  % қоспаны анықтай алады.) деңгейде және жылдам жүреді.

*Физико-химиялық талдау* әдістері төмендегіше жіктеледі:

1. *Спектральды* (оптикалық) талдау әдісі талданатын жүйенің оптикалық қасиетін анықтайды. Зат молекуласына немесе атомын электромагнитті сәулеленің әсерін білу, бұл кезде энергия сәулесі жұтылу (сіңірілуі), шашырауы, қайта сәулеленуі мүмкін. Ол өте аз мөлшерлі затта бірнеше элементтерді өздеріне тән спектр көмегімен анықтай алады.

*Спектральды талдау* әдістерін эмиссионды спектроскопия, люминесценция, абсорбционды спектроскопия (колориметрия, нефелометрия және турби-диметрия, атомды-абсорбционды) қамтиды.

*Эмиссионды спектральді талдау.* Бұл әдіс әртүрлі заттарды электромагнитті сәулелені сіңіріп қайта сәулелену спектрін бақылауға негізделеді. Зерттелетін заттың эмиссиялық спектрін алу үшін қосымша энергия берілуі қажет, осы мақсатпен зерттелетін үлгіні жағу көзіне апарыды. Ол газ жалынында ( $2000-3000^\circ\text{C}$ ), электрлік доға ( $5000-7000^\circ\text{C}$ ) немесе жоғары вольтты ұшқында ( $7000-15000^\circ\text{C}$ ) талданатын зат қызып, буланып молекулалар атомдарға немесе иондарға диссоцияланады да электрондар қозған күйге өтеді. Қозған күйде электрондар  $10^{-7}$  :  $10^{-8}$  сек болып негізгі күйге қайта көшеді, дәл осы кезде алынған қосымша энергияны сәуле ретінде

айта шығарады. Шыққан сәуле спектрографтың призмасы арқылы өтіп, сынып, жеке компоненттерге бөлінеді.

Сөйтіп экспериментатор бірнеше бөлек-бөлек түрлі-түсті сызықтар табады, оны сызықты спектр деп атаймыз. Өрбір элементтің өзіндік, белгілі бір толқын ұзындығы және тербеліс жиілігі бар сәулеге сәйкес келетін спектрлі сызығы болады. Осы сызықтар арқылы зерттелетін затта қандай элемент бар екендігі анықталады. Ал сандық мөлшері осы сызықтардың интенсивтілігі арқылы табылады. Анықталатын заттың концентрациясы жоғары болса, оның спектрлік сызықтарының интенсивтілігі де жоғары болады. Сызықтардың тах интенсивтілігін алуға қажетті оптимальді температураны берілген атомдардың иондалу потенциалына және қозу энергиясына байланысты табады. Фотопластинкадағы сызықтардың қараю әрежесін немесе қараю тығыздығын микрофотометрмен өлшейді.

Анықталатын заттың концентрациясын градуирленген график арқылы анықтайды. Алдымен эталонды үлгілердің спектральді сызықтарының интенсивтілігі өлшеніп алынады, қосу әдісімен де анықтауға болады.

Эмиссионды спектральді талдаудың екі түрі бар – мөлшерлік және салтылай мөлшерлік. Дәл мөлшерлік анықтауларды *стилометр* деген прибордың көмегімен жүргізеді. Ал жартылай мөлшерлік талдауды *милоскоптарда* жүргізеді. Екеуінде де спектрді көзбен көру арқылы анықтайды. Кейбір жағдайларда, яғни спектрдің суретін фотопластинкада түсіну үшін *спектрограф* деп аталатын прибор қолданады.

Эмиссионды спектральді талдау әдісі металлургияда, геологиялық және астрофизикалық зерттеулерде ерекше табысты және тез орындалуымен ерекшеленеді. Талдаулар жасағанда заттың азғана немесе бірнеше микрограмм мөлшері алынады.

**Жалынды фотометрия (эмиссионды жалынды фотометрия)** жаңа спектральді талдаудың бірі, мұнда анықталатын зат аэрозоль (немесе бу) түрінде газдың жалынына беріледі, кейін шыққан сәуле жарық сүзгісі арқылы фотоэлементке түседі. Фотоэлемент сәуле интенсивтілігін электр сигналына айналдырып оны микроамперметрмен өлшейді. Жарық сүзгісі белгілі бір толқын ұзындығын ғана жібереді. Газдың жанғыш температурасы төмен болғандықтан жалынды – фотометрмен иондалу потенциалдары төмен сілтілік және сілтілік – жер металдары анықталады. Орындалу жылдамдығы жоғары және аз мөлшерлі затты анықтайды. Сонымен қатар спектр интенсивтілігін фотоэлектрлік әдіспен тіркейді. Талдау фотометрде немесе спектрофотометрде жүреді. Анықталатын заттың концентрациясын градуирленген график арқылы табады.

**Люминесцентті талдау** зерттелетін ортаның сынап кварцты лампаның сәулесімен өзге сәуле көздерінің ультракүлгін, рентген немесе радиоактивті сәулелері әсерінен жарық шығаруына негізделеді. Сәйкесінше фотолюминесценция, рентгенлюминесценция, радиолюминесценция деп аталады. Люминесценттілік барлық заттарға тән емес, дегенмен арнайы реактивтер көмегімен көптеген заттар люминесцентті қасиет көрсете алады. Люминесцентті талдаулар ауылшаруашылығы, биология, медицина



саласында, тамақ және фармацевтикалық өнеркәсіптерде кеңінен қолданылады.

**Абсорбционды спектральді талдау** әдісі зерттелетін заттардың электро-магнитті сәулені жұтуына негізделеді. Ол екі түрде атомды абсорбциялық және молекулалы-абсорбциялық спектроскопия әдістері болып жіктеледі.

Спектрофотометрия зерттелетін заттардың белгілі толқын ұзындығын жарықты сіңіруіне негізделеді. Мұндай өлшеулерді арнайы қондырғы спектрофотометрмен өлшейді.

Заттардың табиғатына сәйкес әр түрлі спектр аймағында сіңірілуімен ультракүлгін (толқын ұзындығы 200 – 400 нм), көрінетін (400-700 нм) және инфрақызыл (800 – 25000 нм) анықталады.

Абсорбциялық спектроскопиядағы спектрофотометрлік және фотометрлік әдістерді атомды-абсорбционды, колориметрия, нефелометрия турбидиметриялық талдаулар құрайды.

#### **Атомды-абсорбциялық талдау (ААА).**

Бұл талдау әдісі жалынды фотометрияға ұқсас, мұнда зерттелетін ерітіндіні жалынға апарып оның сәулені сіңіргенін бақылайды. ААА сезімталдығы жоғары, мұнда иондалу потенциалы жоғары металдардың анықтауға болады, мысалы: мыс, қорғасын, кадмий, күміс және т.б. барлығы 70 элементке дейін. Өйткені бұл элементтер атомдарға дейін ыдырайды, осы атомдар энергияны сіңіріп қозған күйге өтеді, осы кезде плазма арқылы өткен жарық интенсивтілігі төмендейді. Жарық интенсивтілігін өлшеу атомды-абсорбционды спектрофотометр қолданылады.

*Колориметрлік* әдіс ең қарапайым абсорбциялық әдіс. Ол зерттелетін ерітінді бояуының жарықты сіңіруін өлшейді. Барлық оптикалық әдістердің ішінде колориметриялық талдау биологиялық және агрохимиялық зерттеулерде жоғары тиімділік көрсетеді.

**Нефелометрия мен турбидиметрия** талдау әдістері катты немесе сұйық, газды, жүзгін күйде коллоидты жүйеде кездесетін бөлшектердің электро-магниттік сәуле шығаруын сіңіру немесе шашырату үрдісін негізделеді.

Нефелометрлік әдіс эмульсия, суспензия, коллоидты ерітіндіде жоғары молекулалық қосылыс ерітінділеріндегі жүзгін күйіндегі бөлшектер шашыратқан жарық ағынының интенсивтігін өлшейді. Нефелометрияда өлшеу принципі флуоресценциялық әдіске ұқсас.

Турбидиметрлік әдісте спектрофотометриядағыдай нақты осы бөлшектердегі жарық ағынының абсорбциясын, яғни эмульсия, суспензия, коллоид, жүзгін арқылы өткен жарық ағынының интенсивтігін өлшейді. Турбидиметрияда өлшеу спектрофотометриядағы оптикалық абсорбция әдісіне ұқсас.

**2. Электрохимиялық әдістер** зерттелетін жүйенің электрохимиялық қасиетін өлшейді (кернеу, кедергі, тоқ өткізгіштік және т.с.с.), дәлірек айтқанда, электродтарда немесе электродтар арасындағы кеңістікте өтетін процестерді анықтайды. Әдістердің бұл тобына *электрогравиметрия және*

электро-титриметриялық талдау әдістері (потенциометрия, кондуктометрия, поляро-графия, амперметрлік, кулонометриялық титрлеу) қатады.

Электрохимия – химиялық энергияның электр энергиясына және олардың керісінше айналуын қарастырады. Мұнда иондық жүйелердің электролит ерітінділерінің және бақыламаларының физикалық-химиялық қасиеттері, зарядталған бөлшектер (иондар мен электрондар) қатысуымен жүретін екі фаза шекарасындағы құбылыстарды зерттейді.

**Электрогравиметрия** әдісі электролиз көмегімен ерітіндіден нықталатын элементті (немесе затты) бөліп шығаруға негізделеді.

Электрохимиялық талдау әдістері электродтарда және электродаралық кеңістікте жүретін үрдістерді зерттейді. Зерттелетін ерітіндіде пайда болған электрохимиялық құбылыстардың электрлік параметрлерін өлшейді. Мұндай өлшеу жұмыстары электрохимиялық жүйеде жүзеге асады.

**Электрохимиялық жүйе** дегеніміз – бір-бірімен контактіде тұрған яғни зерттелетін ерітіндісі бар ерітіндідегі электролит пен электродтан тұратын жүйе.

**Электрохимиялық ұяшық** – сырттан электродтарға белгілі бір өлшерде потенциал бергенде ғана электрохимиялық реакция өтеді. Электролиттік ұяшық вольтамперметрия, кулонометрия, кондуктометрия, электрогравиметрия әдістерінде қолданылады.

Электрохимиялық құбылыстарды 3 типке бөлуге болады;

- A) Электр тоғына ерітіндінің кедергісі;
- B) ерітіндіге малтырылған электродтарда потенциалдың пайда болуы;
- C) белгілі бір потенциал бергенде электродтарда өтетін химиялық реакция.

Электрохимиялық әдістерде *стандартты* және *индикаторлы* электродтар қолданылады. Стандартты электродтардың потенциалы тұрақты, ал индикаторлы электродтардың потенциалы зат концентрациясына тәуелді болады.

Стандартты электродтарға;

- 1) Хлор күмісті ( $Ag/AgCl/KCl$ ) ( $AgCl, KCl$  ерітіндісіне батырылған)
- 2) Каломель электроды -  $Hg/Hg_2Cl_2/KCl$

Индикаторлы электродтарға: 1) платиналы электроды

2) тамшы сынап электроды

3) шыны электроды қолданылады.

Талданатын ортада жүретін электрохимиялық құбылыстарға қарай бірнеше түрге бөлінеді:

**Потенциометрия** – қайтымды және қайтымсыз гальваникалық элементтердегі электродта пайда болған электр потенциалдарының айырымын өлшейді. Гальваникалық элемент индикаторлы және салыстырмалы деп аталатын екі электродтан тұрады. Бұл әдістің аса дәлдігі, сезімталдығы, сенімділігі және сұйытылған, боялған, әрі лайлы ерітінділерге қолдану мүмкіндігінің жоғарылығымен ерекшеленеді.

**Кондуктометрия** талданатын ерітінділердің меншікті электр тогы өткізу қабілетін анықтайды. Ерітінді арқылы өткен электр тогының күші электролит концентрациясына тәуелді, егер ерітіндіде электролит ионы көп болса, онда токқа көп болады.

Қолдану әдісіне қарай электрохимиялық кондуктометрия әдісі туыстық кондуктометрия, кондуктометрлік титрлеу болып екіге бөлінеді.

**Кондуктометрлік титрлеуде** электродтары бар ұяшыққа талданатын ерітіндіні құйып, оған магнитті араластырғыш салып, оған тең порция титрант қосады. Әр порцияны қосқан сайын ерітіндінің электр өткізгіштігі өлшеп электрөткізгіштік  $L$  – титрант көлемі  $V$  графигінде майысқаны байқалады.

Кондуктометрлік титрлеу қисықтары титрленетін зат иондарының және титрант иондарының жылдамдығына тәуелді. Мысалы,  $HCl$  ерітіндісін  $NaOH$  титрлегенде  $H^+$  концентрациясы азайып, электр өткізгіштігі кемиді, ал  $NaOH$  көп мөлшерде пайда болғанда ерітіндінің электр өткізгіштігі қайта пайда болып өседі.

Кондуктометрлік титрлеудің артықшылығы оны лай және боялған ерітінділерді титрлеуге және өте сұйық ерітінділерді анықтауға мүмкіндік береді.

Кондуктометрияны автоматтауға болады, оны хронокондуктометрия деп атайды.

**Полярография немесе вольтамперметрлік әдіс** – электродқа берілген өзгермелі потенциал мен ток мәнінің арасындағы тәуелділікті өлшейді.

**Амперметриялық титрлеу** үрдісінде әр қосылған реактив порциясынан кейін ток күші өлшенеді. Осы алынған мән бойынша амперметрлік титрлеу қисығын тұрғызады. Индикаторлы электрод ретінде айналмалы платина, графитті электрод қолданылады.

**Кулонометрия** – электрохимиялық өзгерістер кезінде зат ерітінді арқылы өткен электр тогы мөлшерін өлшейді. Бұл әдіс өте дәл және стандартты сынаманы дайындау үшін пайдаланады. Кулонометриялық әдіс электро-химиялық реакцияларға жұмсалған электр мөлшерін өлшенеді. Кулонометрия тура кулонометрия және кулонометрлік титрлеу болып екіге бөлінеді. Кулонометрия өлшемдері Фарадей заңына бағынады.

$$m = \frac{MIt}{nF} = \frac{MQ}{nF} \text{ немесе } t = \frac{zQ}{I}$$

Электролиз кезінде түзілген заттың мөлшері ерітінді арқылы өткен ток күші мен уақытқа тура пропорционал.

**3.Хроматографиялық әдістер** газды, сұйық және газ-сұйық хроматография, ионалмасу, таралу және жұқа қабатты хроматография болып бөлінеді.

**Хроматографиялық талдау әдісі** – бұл екі немесе көп компонент (газдар, сұйықтар, бу коспалары) заттарды сорбциялық әдіспен бөлу. Химиялық, физикалық және физико-химиялық талдау әдістерінің ішінде хроматографиялық талдау әдісі маңызды орын алады. Бұл талдау әдісінің көп таралуы оның тиімділігінде, эксперименттің қарапайымдылығы және титрлену жүруі; сонымен қатар сезімталдығы жоғары болуында. Тағы б

Ырмашылығы ол әмбебап - қатты, сұйық және газ тәрізді бейорганикалық және органикалық заттарды бөлуде қолданылады.

Хроматография әдісі дегеніміз - көп компонентті заттарды сорбциялық үрдіс негізінде бөлу. Сорбция үрдісі дегеніміз газдың, будың немесе еріген заттардың қатты немесе сұйық сорғыштарға (сорбенттер) сіңуі. Ал кері үрдісті десорбция деп атайды. Егер сіңірілу тек фазалардың бетінде ғана жүрсе онда оны адсорбция, ал сіңірілу бүкіл фаза көлемінде жүрсе оны бсорбция деп атайды.

Сорбция үрдісін екі түрде жүргізуге болады: статикалық немесе динамикалық. Статикалық сорбцияда екі фазада тыныштық күйде болады, ал динамикалық сорбцияда жылжымалы фаза жылжымайтын фаза арқылы теді. Хроматографиялық талдау әдісі осы динамикалық сорбция үрдісіне егізделеді. Бөліну көбіне келесі түрде жүреді. Көп компонентті жүйе сорбенті бар колонка арқылы өтеді, осы кезде тез сорбцияланатын зат сорбенттің жоғары жағына жиналады, ал аз сорбцияланатын зат әрі қарай колонка бойымен жылжи береді. Таңдамалы адсорбцияда яғни зат ұрылысына қарай сорбентпен әр сіңірілу үрдісі жүреді. Әрбір сорбциялық үрдіс таралу константасымен ( $K_{\text{таралу}}$ ) сипатталады. Ол жылжымайтын фазадағы заттың тепе-теңдік концентрациясының ( $C_1$ ) жылжымалы фазадағы заттың концентрациясына ( $C_2$ ) қатынасына тең:

$$K_{\text{таралу}} = C_1 / C_2$$

Хроматографияда анықталатын зат өртүрлі формада болады, сондықтан осындай жағдайда таралу коэффициентін қолданады ( $K_d$ ).

$$K_d = C_{a1} / C_{a2}$$

$a_1, a_2$  - а - затының барлық формадағы жалпы концентрациясы.

Таралу коэффициенті заттың табиғатына, температураға, рН-қа, концентрацияға, жылжымалы және жылжымайтын фазалар табиғатына айланысты. Егер берілген заттың  $K_d$  жоғары болса ол қозғалмайтын фазаның жоғары жағында қалып, жәй қозғалады. Ал  $K_d$  кіші болса онда ол колонка бойымен тез жылжиды. Сонымен таралу коэффициенті әр түрлі заттар әр түрлі жылдамдықпен таралып колонка бойында бөлінеді. Хроматографиялық талдауды классификациялаудың бірнеше әдісі бар.

1. Қозғалмайтын және жылжымалы фазалардың агрегаттық күйіне қарай:

- а) сұйықтық хроматография (жылжымалы фаза сұйық) СХ;
- б) газды хроматография (жылжымайтын фаза газ) ГХ.
- в) газ-сұйық хроматография

Сұйықтық хроматография қозғалмайтын фазаның физикалық қасиетіне қарай: қатты - сұйық хроматография (қозғалмайтын фаза қатты) ҚСХ; сұйық - сұйық хроматография (қозғалмайтын фаза сұйық) ССХ.

Дәл сол сияқты газды хроматография – газды адсорбциялау хроматография ҚГХ; газды сұйық хроматография ГСХ болып бөлінеді.

Егер қозғалмайтын фаза сұйық болса, онда оны таралу хроматография деп атайды, мысалы:

- ССХ - таралу хроматографиясы;
- ГСХ - Газды таралу хроматографиясы.

2. Сорбциялану механизіміне қарай молекулярлы және хемосорбциялы хроматография:

а) молекулярлы хроматографияда қозғалмайтын фаза (сорбент) мен анықталатын компоненттердің арасында молекулааралық күш немесе Ван-Дер-Ваальс күші әсер етеді;

б) хемосорбциялық хроматографияға ион алмасу, тұнбаға түсіру, комплекс түзу, тотығу – тотықсыздану, адсорбционды-кешенту хроматографиясы жатады. Мұнда химиялық реакцияның нәтижесінде сорбциялану үрдісі жүреді.

Хроматографиялау әдісі бойынша: а) фронтальді, б) элюенттік, в) жығыстыру болып бөлінеді.

Орындау техникасына қарай колонкалы (қозғалмайтын фаза колонка болады), капиллярлы және жазықтық (қағазды, жұқа қабатты (қозғалмайтын фаза қағаз немесе сорбенттің жұқа қабаты) ол пластинаға немесе шыны орналастырылады және мембранды болып бөлінеді.

**4. Масс-спектроскопия** – электр және магнит өрісінің әсерімен әр түрлі иондарды, молекулаларды, радикалдарды анықтайды. Газ күйінде иондардың электромагниттік өрісте өздерінің массасының заряды қатынасына ( $m/z$ ) қарай бөлу қабілетіне негізделген. Ион салмағының зарядқа қатынасы және осы иондардың салыстырмалы ток шамасының қосынды мәндері заттың масс-спектрін құрайды. Газды-сұйықты хроматографиялық әдіспен біріккен масс-спектрометр ұшқыр қосылыстардың күрделі қоспасын дәл және тез талдайды. Ал сұйықты хроматографпен масс-спектрометр бірігуі жылу шандатқыш құрылғының көмегімен ауыр ұшатын қоспаларға талдау жасайды.

**5. Радиометриялық талдау әдісі** – бұл әдіс радиоактивті элементтер бөлетін сәулелі өлшеуге негізделген. Радиометрлік талдау әдістерін изотоптық сұйықтату, радиометрлік титрлеу, радиоактивтік немесе жай ғана радиоактивтік талдау т.б. әдістер жатады. Радиометриялық талдау радиоактивті сцинтилляционды, ионизационды, нейтронды-активациялық және рентгенспектральды әдістері қолданылады.

**Изотоптық сұйықтату әдісі** бойынша құрамында зерттелетін элементі ба анықталатын затқа белгілі бір меншікті активтілігі бар радиоактивті изотоптың өлшеулі мөлшерін қосады. Сонан соң анықталатын элемент тұнбаға түсіру, шаю, электролиз, сорбция сияқты арнайы әдістердің біреуін қолданып, талданатын заттан бөліп оның активтілігін анықтайды.

**Радиометрлік титрлеу әдісі** екі түрлі жағдайда қолданылады.

а) Анықталатын ионмен нашар еритін тұнба түзетін радиоактивті изотопы бар ерітіндімен титрлейді. Титрлеу үрдісіндегі ерітіндінің ктивтілігін өлшейді.

б) Ерітіндіге анықталатын элементтің радиоактивті изотопын индикатор етінде аз мөлшерде қосады. Титрленуіне қарай анықталатын ион изотоппен ірге тұнбаға түседі де ерітінді активтігі төмендей келе тұрақтанады.

Радиоактивті әдіс зерттелетін затты б-бөлшекпен, нейтрондар, ротондардың ағынымен сәулелендіруге негізделеді. Мұндай сәулеленген аттардың құрамындағы түзілген әр түрлі элементтердің радиоактивті изотоптарын гамма-спектроскопиялық немесе басқа әдістермен анықтайды.

#### Өзін-өзі бақылау сұрақтары

1. Электрохимиялық талдау әдісінің мақсаты қандай?
2. Электрөткізгіштік деген не?
3. Кондуктометрия әдісінің мәні қандай?
4. Радиометриялық талдау әдісі дегеніміз не?
5. Хроматография әдісін түсіндіріңіз?

## IV ТАРАУ

### ТІРШІЛІК ӘРЕКЕТІ ҚАУІПСІЗДІГІНДЕГІ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ

#### 4.1 Қалдықтар қауіптілігінің сипаттамасы және анықтау әдістері

Биосферадағы тіршілік әрекеті антропогенді факторлар нәтижесінде ан алуан қауіптілікке ұшырайды, оған әр өндірістен түзілетін алдықтардың әсері ерекше. Қалдықтар тұрмыстық, өнеркәсіптік, ұылшаруашылықтық болып бөлінеді. Олар агрегаттық күйіне, химиялық драмына қарай зиянды және зиянсыз әсер етеді.

*Қауіпті қалдықтар* деп адам және қоршаған ортаға қауіп төндіретін драмында зиянды заттектері бар қауіпті қасиеттерге ие қалдықтарды айтады.

Заттардың қауіптілік қасиеттеріне тоқталсақ, олар төмендегіше іктеледі.

Тері немесе шырышты қабықпен аз, ұзақ мерзімді немесе көп рет анасуы нәтижесінде қабынуға әкелетін препараттарды *тітіркендірушілер* деп атайды.

Ағза ішіне немесе теріге түскенде денсаулықтың шектелген қатеріне ккелуі мүмкін препараттар мен субстанциялар *зиянды* деп аталады.

«Уытты»: адам ағзасына немесе теріге түскен жағдайда күрделі, жедел емесе созылмалы ауруға, тіпті қаза болуына әкелуі мүмкін субстанциялар ен препараттар (соның ішінде жоғары уытты субстанциялар мен репараттар);

«Канцерогенді»: ағзаға немесе теріге түскен жағдайда рак ауруы әкелуі мүмкін немесе осы ауруға шалдығу қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар;

«Тератогенді»: ағзаға немесе теріге түскен жағдайда тұқым қуалайтын кемтарлыққа әкелуі мүмкін немесе олардың қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар мен препараттар;

«Мутагенді»: ағзаға немесе теріге түскен жағдайда тұқым қуалайтын генетикалық кемістіктерге әкелуі немесе олардың қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар мен препараттар;

«Экоуытты»: кем дегенде қоршаған орта элементіне дереу немесе кейінірек қауіп төндіретін немесе төндіруі мүмкін субстанциялар мен препараттар.

Өндіріс қалдықтарының қауіптілік класы заттектердің улылығын негіз ала отырып есептеу арқылы анықталады, әр заттың улылық индексі (I) анықтау үшін оның топырақтағы шекті рауалы концентрациясы (ШРК) негізге алынады.

$$K_i = \text{ШРК}_i / (S + C_3)$$

ШРК<sub>i</sub> – қалдықтың құрамындағы *i* затының топырақтағы шекті рауалды мөлшері

S - *i* затының суда ерігіштігін сипаттайтын өлшемсіз коэффициенті (ерігіштік шаманы 100% бөлу арқылы табылады)

C<sub>3</sub> - бұл компоненттің қалдықтағы мөлшері.

Қалдықтарды залалсыздандыру жағу, химиялық немесе биологиялық жол-мен нейтралдау және көму арқылы жүргізіледі.

Әртүрлі сыныпты полигондарда орналастыруға арналған қалдықтар тізімі Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексінің 299-бабына сәйкес анықталады.

1. Құрамы мен қасиетіне сәйкес қалдықтар келесі сыныпты полигондарда орналастырылады:

а) 1-сынып — қауіпті қалдықтарды орналастыруға арналған полигон;

в) 2-сынып — қауіпті емес қалдықтарды орналастыруға арналған полигон;

с) 3-сынып — инертті қалдықтар орналастыруға арналған полигон.

Қауіпті қалдықтарды қауіпті емес және инертті қалдықтарды полигондарына орналастыруға тиым салынады.

2. Қалдықтарды белгілі бір сыныпты полигонда қабылдау өлшемдері:

а) қоршаған ортаны (әсіресе жер асты және жер беті суларын) және халықтың денсаулығын қорғау;

в) қалдықтарды полигон шегінде қалыпты жағдайға келтіру үрдістерін қамтамасыз ету;

с) қабылданатын қалдықтардың сапалы құрамы;

д) қабылданатын қалдықтар санына және олардың органикалық компоненттерінің биологиялық бұзылу икемділігіне қойылатын талаптар мен шектеулер;

е) аса қауіпті компоненттердің санына қорғаныс өлшемдеріне сәйкес қойылатын шектеулер;

ж) қалдықтар мен құралатын сүзінділердің экоуыттылық қасиеттері.

3. Полигондарда мынадай қалдықтарды көмуге, қабылдауға тиым алынады:

1) сұйық қалдықтарды;

2) полигон жағдайында жарылатын, коррозиялы, тұзданатын, өрт қауіпін ағары немесе өрт қауіпін бар қауіпті қалдықтарды;

3) сумен реакцияға түсетін қалдықтарды;

4) медициналық немесе ветеринариялық мекемелердің жұқпалы болып қойылатын қалдықтарын;

5) тұтас пайдаланылған шиналарды, оларды рекультивациялау кезінде алып тастаушы материал ретінде қолдануды қоспағанда;

6) жойылмайтын органикалық ластаушыларды құрайтын қалдықтарды;

7) пестицидтерді;

8) қабылдау өлшемдерін қанағаттандырмайтын қалдықтарды

#### Таблице-6 Қалдықтар қауіптілігі сипаттамасының кодтары мен тізбесі

Код	Қауіпті қалдық атауы	Сипаттамасы
<b>1-топ – жарылғыш және өрт қауіпті заттар</b>		
H1	Жарылғыш заттар	Жарылғыш заттар немесе қалдықтар – белгілі температура мен қысым әсерінен газ бөлінетін химиялық реакцияға өздігінен қабілетті қатты немесе сұйық заттар немесе қалдықтар (не заттар немесе қалдықтар қоспасы)
H3	өрт қауіпті сұйықтар	«өрт қауіпті» термині «тез жанатын» терминіне сәйкес. Жабық ыдыста 60,6° С немесе ашық ыдыста 65,6° С кезінде өрт қауіпті бу шығаратын сұйықтар, ерітіндісінде қатты заттар немесе суспензиялар (мысалы, бояулар, полиурта, лактар және т.с.с олардың қауіптілік қасиеттеріне сәйкес өзгеше сыныпталған заттар немесе қалдықтардан басқа).
H4.1	өрт қауіпті қатты заттар	Тасымалдау үрдісінде тез жануға қабілетті не өрт туғызуы немесе үйкелген кезде өртті күшейтуі мүмкін қатты заттар немесе жарылғыш зат ретінде сыныпталғаннан басқа қатты заттар.
H4.2.	өздігінен жанатын заттар	Тасымалдаудың қалыпты жағдайларында өзінен өзі жануы немесе ауада ағылуы мүмкін қатты заттар немесе қатты қалдықтар
H4.3	Сумен әрекеттескен кезде өрт қауіпті газ бөлетін заттар немесе қалдықтар	Сумен әрекеттескен кезде өздігінен жануға немесе қауіпті мөлшерде тез жанатын газ бөлуге қабілетті заттар немесе қалдықтар.



<b>2-топ – тотықтырғыш заттар</b>		
H5.1.	Оттегі бөлуі есебінен басқа материалдардың жануына әсер ететін өзін өзі тотықтыратын заттар	Өз бетімен жанбайтын, бірақ оттегі бөлуі есебінен басқа материалдардың жануына туындататын немесе әсер ететін заттар
H5.2.	Органикалық пероксидтер	Термиялық тұрақсыз әрі экзотермия өзінен тез ыдырайтын, құрамында бивалентті тобы бар органикалық заттар
<b>3-топ – ұятты заттар</b>		
H6.1.	Ұятты (улы) заттар	Тыныс алу, ас қорыту немесе тері арқылы организмге елген кезде адамның өліміне әкелуі немесе оған теріс әсер етуі мүмкін заттар немесе қалдықтар
H6.2.	Инфекциялық	Жануарда немесе адамда ауру туындататын немесе туындатуы ықтимал тірі микроорганизмдер немесе токсин құрамында бар заттар немесе қалдықтар
H10	Ауамен немесе сумен әрекеттескен кезде токсинді газ шығаратын заттар	Ауамен немесе сумен өзара әрекеттескен кезінде қауіпті көлемде токсинді газ шығаруы мүмкін заттар немесе қалдықтар
H11	Созылмалы немесе тұрақты ауру туындататын ұятты заттар	Тыныс алу, ас қорыту немесе тері арқылы организмге елген кезде ісікті ауруларды туындататын заттар немесе қалдықтар
H12	Экоұятты заттар	Қоршаған ортаға түскен кезде дереу немесе уақыт өткен соң биоаккумуляция нәтижесінде қоршаған ортаға қауіп төндіруі немесе биотикалық жүйелерге ұятты әсер етуі мүмкін заттар немесе қалдықтар
<b>4-топ – шымшуыр әрі коррозиялық заттар</b>		
H8	Коррозиялық заттар	Химиялық әсер ету жолымен тікелей және кезінде тері тінді елеулі түрде зақымдануы немесе ағып кетсе немесе төгілсе басқа жүзеге келуі мүмкін заттар немесе қалдықтар
<b>5-топ – олардың физикалық-химиялық немесе биохимиялық өнімдерінің ауаға жайылуы салдарынан қауіпті заттар немесе материалдар</b>		
H13	Басқа да қауіпті қалдықтар	Жойылғаннан кейін әлде бір тәсілмен, мысалы сілтіге айналуы арқылы басқа материалдарға түзуі мүмкін заттар, оның үстіне басқа материалдар жоғарыда аталған қасиеттерге ие болуы мүмкін
<b>6-топ – қауіпсіз заттар</b>		
H14	қауіпсіз	Қауіптіліктің (ұяттылығы) 5-сыныбына жататын заттар

Қазақстан Республикасы Қоршаған ортаны қорғау министрінің 20 жылғы № 6 бұйрығымен қатты тұрмыстық қалдықтар полигонының әрб

қиясына арналған газ мониторингін жүргізу жөніндегі әдістемесі бекітілген.

Қатты тұрмыстық қалдықтардың (ҚТҚ) полигонда жинақталуы биогаздың (қоқысты газдың) шығуымен байланысты, оның мөлшері ондаған жылдар бойы үлкен көлемге жетуі мүмкін. Полигонның бойындағы газ полигонда орналастырылған органикалық қалдықтардың ыдырауы әтижесінде пайда болады. Әдетте, олар метан мен (көлемінің 65% дейін) әмірқышқыл газының (көлемінің 35% дейін) қоспасы болып табылады. Газдың пайда болу деңгейі полигонның әрбір «тіршілік циклінің» кезеңінде әтүрлі және ол бірнеше факторларға байланысты болады. Мысалы, қалдықтардың типі, көму тереңдігі, ылғалдылық құрамы, тығыздалу деңгейі, полигонның рН-і, температурасы және қалдықтарды көму уақыт кезеңі. Полигонның бойындағы газ жану мен жарылыс қауіпін қоса алғанда, адам денсаулығы мен қоршаған орта үшін қауіп тудырады. Сондықтан, полигондағы газдың пайда болуына тиімді мониторинг жүргізіп отыру қажет.

Полигон бойындағы газды бақылауды қамтамасыз етуді қарастыратын ҚТҚ полигондарына арналған газ мониторингінің арнайы жобасы:

1. Полигон бойындағы газдың жинақталуы мен таралуын бақылау бойынша шаралар;

2. Биоыдыраған қалдықтарды көмуге қабылдайтын барлық полигондарда газдарды жинақтау, кәдеге жарату және пайдалану жүйесі ұйымдастырылуы тиіс. Егер жинақталған газ энергия өндіру үшін айдалануға келмейтін болса, оны алау ретінде жағуды қамтамасыз ету қажет;

3. Полигон бойындағы газды жинақтау және кәдеге жарату қоршаған орта үшін аз мөлшерде залалмен және адам денсаулығы үшін қауіпсіз түрде жүргізілуі тиіс. Адамның денсаулығы мен өмірінің қауіпсіздігі талабына әйкес жарылыс қауіпі бар биогаз қоспасының ауамен шегі - 5... 15%.

**Биогаз санын есептеу** ҚТҚ органикалық құрамдас анаэробты ыдырау кезінде пайда болған биогазды кәдеге жаратуды мақсатты түрде қарастыру қажет.

Биогаз энергетикалық қондырғылар үшін (қазанагрегаттар, өндірістік ештер, стационарлық қозғалтқыш-генераторлар) немесе баллондарды толтыруға қолданылуы мүмкін. *Ескерту.* Биогаздың шамалап алғандағы құрамы: метан - 40...60 %, көміртек диоксиді - 30...45 %, азот, күкіртті сутек, сутек, көміртек және т.б. газдар - 5...10 %. Биогаздың жылу шығару мүмкіндігі - 18...25 МДж/м<sup>3</sup>. Биогаздың ауамен жарылысқауіпті қоспасының шегі - 5... 15 %

Бөлінген биогаз мөлшерін болжауда ҚТҚ құрамы мен қасиетін, ҚТҚ полигонын пайдалану мерзімі мен сыйымдылығын, ҚТҚ жинақталуының арынша биіктік сызбасын, ҚТҚ жинақталу учаскесінің гидрогеологиялық жағдайын, ҚТҚ сулы сығындысының рН көрсеткіштерін есепке ала отырып жүргізу тиімді нәтиже береді.

ҚТҚ 1 т анаэробтық ыдырауы кезінде шығатын биогаздың мөлшерлі мөлшерін мынадай формула бойынша жүргізу ұсынылады:

$$V_{p,б} = P_{ТБО} \cdot Кл.о \cdot (1-Z)K_p \quad (36)$$

мұнда  $V_{p,б}$  - биогаздың есепті саны,  $m^3$ ;

$P_{КТҚ}$  - полигонда жинақталған ҚТҚ жалпы массасы, кг;

$Кл.о$  - қалдықтардың 1 т жеңіл ыдырайтын органиканың құрамы ( $Кл.о$  0,5...0,7);

$Z$  - органикалық заттың күлділігі ( $Z = 0,2...0,3$ );

$K_p$  - есепті кезеңдегі органикалық заттың анаэробты ыдырау деңгейін барынша мүмкіндігі ( $K_p = 0,4...0,5$ ).

Күтпеген жағдайды есепке ала отырып, биогазды жинақтау жүйесі пайдаланудың барлық кезеңіндегі қатты тұрмыстық қалдықтардың тоннасынан жинақтауға мүмкін биогаздың үлес көлемі мынадай формула бойынша анықталады:

$$V_{p,б} = V_{p,б} K_c K \quad (37)$$

Мұнда  $V_{p,б}$  - ҚТҚ 1 тоннасынан жинақтауға мүмкін болатын биогаздың көлемі,  $m^3$ ;

$K_c$  - биогаз жинақтау жүйесі тиімділігінің коэффициенті ( $K_c = 0,5$ );

$K$  - күтпеген жағдайға арналған түзету коэффициенті ( $K = 0,65...0,70$ ).

Есептеу кезінде мынадай өлшемдерді ескеру қажет:

биогаздың анаэробты ыдырауы кезінде ҚТҚ күлсіз ыдыратылған 1 татынан алынған 1 г биогаз, биогаздың салмақ саны;

Биогаздың көлемді массасы -  $1 \text{ кг}/m^3$ ,

Биогаздың жылу шығару мүмкіндігі -  $5000 \text{ ккал}/m^3$  ( $\sim 21 \text{ МДж}/m^3$ ).

Газ мониторингі екі негізгі бағыттарды қамтиды.

1) Атмосфералық ауаның нақты жай-күйін бағалау;

2) Атмосфералық ауаға әсерді реттеу.

Газ мониторингін ұйымдастыруда мынадай негізгі құжатта қолданылады:

1) ГОСТ 17.2.3.01-96. Табиғатты қорғау. Атмосфера. Елді мекенде ауасының сапасын бақылау қағидасы;

2) РД52.04.186-89. Атмосфераның ластануын бақылау жөніндегі нұсқаулық;

Полигонның бетінде және объектінің санитарлық-қорғау аймағын пайда болған қалдықтардың саны мен құрамын анықтауда мониторинг жүргізілуі тиіс.

Мониторинг бағдарламасының орындалу уақыты полигонды пайдаланғаннан бастап және қалдықтардың биологиялық ыдырау процесі аяқталғанға дейін жалғасуы қажет. Жаңа полигон жағдайларында жергілікті геологиялық жағдайға байланысты метан мен көмірқышқыл газының табиғи фондық деңгейі белгіленеді.

Бақылау желісі ҚТҚ полигонының газ мониторингі үшін ұйымдастырылады.

**Таблица 7. Бақылау желісін ұйымдастыру тәсілдері**

Технологиялық объект	Кезеңділігі	Мониторинг объектісі	Мониторинг нүктесін орналастыру орны	Нүктелердің саны	Бақылау параметрлері
Атмосфералық ауа	тоқсанын а 1 рет	Атмосфералық ауаның ластануы	Полигонның СҚА шекарасында	4	Көмірсутектер (метан); күдікті сутек; көміртек оксиді; күдікті диоксиді;

Атмосфералық ауадан сынамалар алған кезде метеорологиялық өлшеулердің бақылауын жүргізу қажет:

- 1) Желдің жылдамдығы мен бағыты;
- 2) Қоршаған ауаның температурасы;
- 3) Атмосфералық қысым;
- 4) Ылғалдылық;
- 5) Бұлт қабаты (теңіз зерттеулері кезінде);
- 6) Толқынның биіктігі (толқындау) және толқынның бағыты (теңіз зерттеулері кезінде).

РД 52.04.186-89 «Атмосфераның ластануын бақылау» жөніндегі нұсқаулық құжатына сәйкес сынамаларды іріктеу ауа құрамындағы зиянды заттарды ұстайтын аэрозольді сүзгі немесе заттарды ұстауға арналған құрал немесе қатты сорбентпен толтырылған сіңіргіш қондырғы арқылы ауаның белгілі көлемін аспирациялау жолымен орындалады. Өлшемдер ауа сынамаларын іріктеуге арналған жабдықтармен және зиянды қоспалар концентрациясын үздіксіз анықтауға арналған автоматты газталдағыштармен жабдықталған стационарлық немесе жылжымалы бекеттерде жүргізіледі. Ауа сынамасын іріктеу үшін электраспираторлар немесе ауаіріктегіштер қолданылады (12 және 13 кестені қара).

Сынамаларды сақтау және тасымалдау РД 52.04.186-89 «Атмосфераның ластануын бақылау» жөніндегі нұсқаулық құжатына сәйкес жүргізіледі.

Сынама алынған соң сіңіргіш аспаптар (сорбциялық түтіктер) полиэтиленнен жасалған бітеуішпен жабылады және полиэтиленді қапшықта онда ылғалды конденсациялар болдырмас үшін герметикалық жабылған сорбент қабатымен төмен термосқа орнатылады.

8-кесте. Улы заттарды анықтауға арналған индикаторлық түтіктердің тізбесі

№	Анықталы	ИТ шартты	Өлшеуіні концентрацияның диап
1	Күкіртті	ГХПВ ТИ H <sub>2</sub> S-1,5	0,01 -1,500
		ГХ-М H <sub>2</sub> S- 0,0066	0,005-0,10
		ГХ-Е H <sub>2</sub> S-0,0066	0,005-0,10
		Күкіртті сутекке ИТ	0,001 - 0,05
		Күкіртті сутекке КИТ	0,004 - 0,20
2	Көміртек оксиді	ГХПВТИ СО-1,0	0,05 -1,00
		ГХ - М СО - 0,25	0,006 -3,00
		ГХ - М СО - 0,5	3,0 - 60,0
		ГХ - Е СО -0,25	0,006 - 3,00
		ГХ - Е СО - 5	3,0 - 60,0
		ИТ-СО	0,005 -0,03
		ТИ СО - 2,5	0,1 - 2,5
		Көміртек оксидіне ИТ	0,005 - 0,05
ИТ-28:	0,10-1,0.		
ВН-39	0,35 - 7,0		
3	Күкірт диоксиді	ГХПВ ТИ-SO <sub>2</sub> -1,5	0,005-1,50
		ГХ-М SO <sub>2</sub> -0,007	0,0057 - 0,2000
		ГХ-Е SO <sub>2</sub> -0,007	0,0057 - 0,2000
		ИТ-ДС	0,05 - 0,200
		ТИ SO <sub>2</sub> -0,7	
		ТИ SO <sub>2</sub> -0,06	
		Күкірт диоксидіне ИТ	0,005 - 0,02

9-кесте. Ауа сынамасын іріктеуге арналған қондырғылардың тізімі мен параметрлері

№	Зат	аспаптың/ жабдықтың атауы	Жабдықтың негізгі техникалық сипаттамалары
1	Күкірт диоксиді	аспиратор	Берілген көлемді шығынымен ауа/газ сынамасын іріктеуге арналған. Жұмыс аймағының ауасы мен атмосфералық ауаны бақылау кезінде белгіленген шығын мәні мен соғу уақыты бойынша белгіленген көлемнің сынамасын іріктеуге мүмкіндік береді.
2	Азот диоксиді		
3	Күкіртті сутек		
4	Көміртек оксидтері	Тұзды жабықпен жабылған	
5	Көмірсутектер	пластикалық бөтелке	

**I-кесте. Ауа сынамаларын іріктеу параметрлері және оларды сақтау ерзімдері**

№	Зат	Ауа көлемі, дм <sup>3</sup>	Аспирацияның жылдамдығы (ауа сынауларын алу жылдамдығы), дм /мин	Сынаудың ұзақтылығы, мин	Сақтау мерзімі	Сынаманы іріктеуге арналған жабдық
1	Күкірт диоксиді	10	0.5	20	1 ай	Сорбциялық гүтіктер
2	Азот диоксиді	5-10	0.25 - 1	20	20 күн	Сорбциялық гүтіктер
3	Күкіртсутек	30-100	4-5	20	14 күн 5-8°C	Сорбциялық гүтіктер
4	Көміртек оксидтері	0.2-0.4			1 ай	Тұзды жабықшыпен жабылған пластикалық бөтелке
5	Өлшенген заттар	200-400	20	20	1 ай	Сүзгілер АФА - ХП
6	Көмірсутектер	0.2-0.4			1ай	Тұзды жабықшыпен жабылған пластикалық бөтелке

Күкірт диоксиді мен күкіртсутек сынамаларын күн түсуден қорғау керек. Ауа температурасы 25°C астам болса күкірт диоксидіне жасалған сынаманы тоңазытқышқа немесе мұз кесектері бар полиэтиленді қапқа орнатылған және герметикалық дәнекерленген (гермос көлемінің 20-30%) сең ауызды термосқа салу керек.

**II-кесте. Сынамаларды талдау әдісі**

Параметрлер	Әдістің аталуы
Күкірт диоксиді	КФК-3-01 фотометрге арналған фотометриялық әдіс
Азот диоксиді	α- нафтиламині бар фотометриялық әдіс
Күкіртті сутек	Газды хромографиялық әдіс
Көміртек оксиды	Метиленді көктің пайда болу негізіндегі фотоколориметрлік әдіс
Өлшенген заттар	Граиметрия
Көмірсутектер	Газды хромографиялық әдіс

Сынамаларды дайындау және сараптау кезінде мынадай нормативті құжаттар қолданылады:

1) РД 52.04.186-89 «Атмосфераның ластануын бақылау» жөнінде нұсқаулық

2) ГОСТ 17.2.4.05-83 «Шаның өлшенген бөлшектерін анықтауды гравиметриялық әдісі».

#### 4.2 Қоршаған орта мен техногенді қызмет өнімдерін талдауды химиялық әдістері

Қоршаған орта мен техногенді қызмет өнімдері негізінен бейорганикалық және органикалық заттардан тұрады. Сондықтан да белгісіз құрамды өнім немесе топырақ, су, ауа т.б заттарға талдау жасағанда алдымен сапалық, сонан соң сандық талдаулар жасалады. Зерттелетін заттың агрегаттық күйіне және сыртқы түріне, формасына және түсіне қарап оның біртекті немесе бірнеше заттар қоспасынан тұратынын анықтауға болады.

Келесі этап алынған сынаманы еріту үшін еріткіш таңдалады. Егер зерттелетін зат қатты болса алдымен аз бөлігін дистелденген суда ерітеді. Қажет болса затты майдалау қажет. Егер сынама тіпті қыздыру кезінде де суда ерімес онда келесі реттілікпен қышқыл қолдану қажет. Негізінен зерттелетін заттың толық еритін еріткіш таңдалады.

а)  $\text{CH}_3\text{COOH}_{\text{сұйыт}}$

б)  $\text{HCl}_{\text{сұйыт}}$  бөлме температурасында және қыздырып

в)  $\text{HCl}_{\text{конц}}$

г)  $\text{HNO}_3_{\text{(сұйыт)}}$  бөлме температурасында және қыздырып

д)  $\text{HNO}_3_{\text{(сұйыт)}}$

Кей жағдайларда қышқылдарда ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) кейбір катиондар ерімділігі төмен тұнба түзеді. Сондықтан заттарды балқыту жолымен ерітінді көшіреді. Мұндай күрделі қоспалар үшін арнайы сапалық талдау әдістері қарастырылады.

#### 12-кесте Жеке элементтерді анықтау

Элемент	Реагент	Қосылыстар класы
S	а) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ б) натрий нитропруссиді	Сульфидтер, меркаптандар, сульфидтер, сульфоқышқылдар, сульфидтер сульфоамидтер, сульфоқышқыл эфирлері, сульфаттар
N	а) п-нитробензальдегид метилцеллозоляве, о-нитробензол NaOH метилцеллозоляве б) $\text{Na}_2\text{S}_2$ , $\text{FeCl}_3$	Аминдер, аминқышқылдары, нитроқосылыстар, нитрилдер
Cl, Br, I	а) $\text{AgNO}_3$ б) жалын бояуы в) $\text{NaNO}_2$	Галогенқұрамды туындылар
	г) ализарин-цирконийлі индикатор қағазы	фторқұрамды туындылар

### 3-кесте Органикалық қосылыстарды идентификациялаудағы классификациялық реакция

Қосылыстар немесе класы	түрі	Реакцияға қатысушы функциональды топтары	Реагент
Альдегид, кетон		$=C=O$	а) 2,4-динитрофенилгидразин б) гидроксилламин гидрхлориді в) натрий гидросульфаты
Амин		$-NH_2$	а) азотты қышқыл б) бензолсульфохлорид
Ароматты көмірсутек		$C_6H_6$	Азоксибензол және алюминий хлориді
Қанықпаған көмірсутек		$-C=C-$	а) $KMnO_4$ ерітіндісі б) $CCl_4$ , бром ерітіндісі
Нитроқосылыстар		$-NO_2$	а) $Fe(OH)_2$ (мора тұзы + KOH) б) мырыш шаңы + $NH_4Cl$ в) 20%-ті NaOH ерітіндісі
спирт		(R)-OH	а) $(NH_4)_2[Ce(NO_3)_6]$ б) HCl-дағы $ZnCl_2$ ерітіндісі в) Иод қышқылы
фенол		$C_6H_5OH$	а) пиридиндегі $FeCl_3$ б) бром суы
Жәй эфир		(R)-OR	а) HI б) бром суы
Күрделі эфир		(R)-COOR	а) KOH немесе NaOH б) гидроксилламин гидрхлориді

Анықталатын заттарға талдаулар жасау үшін гравиметриялық, триметриялық және физико-химиялық және физикалық әдістер қолданылады.

Сапалық құрамы белгісіз заттарды фарфор табақшада, микротигельде ыздырады, жалынның түсі тексеріліп, бояулы перлдер алынады. Тотықтырып, тотықсыздандырғыш, газтүзуші иондарға т.б. алдын-ала сынақтар жүргізіледі. Осындай алдын-ала жүргізілген сынамадан кейін ғана ерітіндіге өшіріледі. Сонан соң ғана зат құрамындағы катиондар мен аниондарға сүйелі түрде талдаулар жасалады.

Осылайша зерттелетін зат құрамына талдаулар жасалып, оның молекулалық құрамына сай бейорганикалық қосылыстары анықталады. Алдын-ала жүргізілген сынама мен химиялық талдаулар нәтижесі бойынша заттың физикалық қасиеттері анықталады.

Зерттелетін қоспаның немесе өнімнің сапалық құрамын анықтағаннан соң ғана сандық талдау әдістерін қарастырамыз.

Ал органикалық қосылыстарға талдаулар жасау және оларды бөлуде химиялық әдістер қиыншылық тудырмайды. Бұл мақсатта физикалық және физико-химиялық әдістер; хроматографиялық, инфрақызыл спектроскопия, масс-спектрометрия т.б. әдістер қолданылады.



**14-кесте Титриметриялық әдіспен органикалық қосылыстарды анықтау**

Қосылыстар	Титрлеу әдісі	Тыгрант
Азоқосылыстар	Тотығу-тотықсыздану	Аскорбин қышқылы, Ti(III)
Альдегидтер (формальдегид)	Тотығу-тотықсыздану	$K_2Cr_2O_7$ , $KMnO_4$ , $I_2$
Амид, имидтер, аминқышқылдары	Қышқылды-негізді	$KOH$ , $NaOH$ , алкоголь
Аминдер (полвамин, анилин, нафтиламин)	Қышқылды-негізді	Бейорганикалық қышқыл
ангидридтер	Қышқылды-негізді	$KOH$ , $NaOH$ , алкоголь
белоктар	Қышқылды-негізді	$KOH$ , $NaOH$
майлар	Тотығу-тотықсыздану	$Cl_2$ , $Br_2$
Карбон қышқылдары	Қышқылды-негізді	$KOH$ , $NaOH$ , алкоголь, аммиак ерітіндісі
Құмырсқа қышқылы	Тотығу-тотықсыздану	$K_2Cr_2O_7$
Щавел қышқылы	Тотығу-тотықсыздану	$KMnO_4$ , $KBrO_3$ , $Ce(IV)$ тұздары
бояулар	Тотығу-тотықсыздану	Аскорбин қышқылы, $K_2Cr_2O_7$ , $Ce(IV)$ , $Cr(II)$ , $KMnO_4$
Қанықпаған көмірсутектер	Тотығу-тотықсыздану	$KBrO_3 + Br_2$ , $KMnO_4$
Полисахаридтер (крахмал)	Тотығу-тотықсыздану	$KIO_3 + I_2$
Қант	Тотығу-тотықсыздану	$Cu(II)$ тұздары
Карбон қышқылдарының тұздары (малаттар, цитраттар, тартраттар, оксалаттар, олеаттар)	Тұндыру	Барий тұздары
ацетаттар	Қышқылды-негізді	Бейорганикалық қышқыл
Көпатомды спирттер (глицерин)	Тотығу-тотықсыздану	$K_2Cr_2O_7$
спирттер	Тотығу-тотықсыздану	$K_2Cr_2O_7$
ЭДТА	Комплексометрия	$Ca^{2+}$ , $Co^{2+}$ , $Cu^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Pb^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Zn^{2+}$

Химиялық әдістермен органикалық қосылыстарды идентификациялауда:

1. Агрегатты күйін, түсін, иісін анықтау, сынаманың жанғыштығын физикалық константасы, молекулалық массасы.

2.  $H_2O$ ,  $HCl$ ,  $NaOH$ ,  $NaHCO_3$  сұйытылған ерітінділерінде, органикалық еріткіштерде ерігіштігін және алынған ерітіндінің рН мәні.

3. Кейбір элементтерге (N, S, Cl, Br, I, Si, металдарға және т.б) реакция жасап тексеру

4. Функциональды топтарды реакция жасап анықтау жүргізледі.

Қатты заттар үшін балқу температурасын, сұйықтар үшін қайнау температурасын, тығыздығын, сыну көрсеткішін анықтау қажет.

**Өзін-өзі бақылау сұрақтары:**

1. Белгісіз құрамды қосылыстарға химиялық талдау жүргізу реттілігі қандай?

2. Сапалық құрамы белгісіз қосылыстарға қандай зерттеу тәсілдері жүргізіледі?

3. Алынған сынаманы еріту тәсілдері қандай?

4. Белгісіз құрамды қосылыстарға сандық талдау әдісін жүргізу үшін, алдын-ала қандай шаралар жүргізіледі.

5. Органикалық қосылыстарға талдаулар жасауда қолданылатын әдістерді атаңыз.

#### 4.2.1 Атмосфераның техногенді және радиоактивті ластануы

Ауаны ластайтын компоненттердің химиялық құрамы отынэнергетика ресурстарының түріне, өндірісте қолданылатын шикізатты өңдеу технологияларына байланысты болады.

Өнеркәсіптерден бөлінетін газдардың өлшемді немесе сұйық бөлшектері 2 жүйелі фаза құрайды. *Тегіс фазалық* жүйеде газ түзіледі, *дисперсті ортада* қатты немесе сұйықтық тамшылары түзіледі. Осындай аэродисперсті жүйелерді *аэрозоль* деп атайды. Оларды *шаң, түгін, тұман* деп бөледі. *Шаңдар* 5-50 мкм-ге дейін қатты бөлшектерден тұрады. *Түгін* құрамында 0,1-5 мкм-ге дейін қатты бөлшектер болады. *Тұман* 0,3-5 мкм мөлшердегі сұйықтық тамшыларынан тұрады және су конденциясы немесе сұйық газдардың ерітіндісі нәтижесінде түзіледі.

Ластағыштардың атмосферада таралуын анықтайтын ең негізгі параметрге олардың атмосферада болу уақыты жатады. Осыған байланысты ластаушы заттектердің өзі немесе шығарындылар үш түрге бөлінеді:

1. әлемдік көлемде ластайтындар. Қай жерде шығарылса да қоршаған ортада әлемдік аумақта тарайтын қабілеті бар заттар, атмосферада көп уақыт бойы сақталатын шығарынды заттектер;

2. аймақтық (региондық) көлемде ластайтындар. Үлкен аймақты ластайтын, бірақ-та оның мөлшері осы жердің шекарасынан ұзауы нәтижесінде тез төмендегеніне қарамай ластанудың іздік мөлшерде жан-жаққа таралып, шектеулі уақыт бойы атмосферада сақталатын шығарынды заттектер;

3. жергілікті көлемде ластайтындар – атмосферада аз уақыт қана сақталатын шығарынды заттектер.

Әртүрлі көздерден пайда болған шығарындының ұзақтығына байланысты олар *үздіксіз* және *бір дүркінді* болып бөлінеді. Апатты жағдайлардағы шығарындылар бір дүркінділер тобына жатқызылады. Қалдық газдарды газ және бу тәрізді токсинді заттардан залалсыздандыру үшін келесі әдістерді қолданады. Физикалық және химиялық абсорбция, сорбция, каталитикалық, термиялық конденсация және компрацирлеу.

Көптеген өндірістерден шығарылатын газдар құрамында органикалық заттар кездеседі, олар өте уытты оларды деструктивті каталитикалық тазарту әдісімен өңделеді. Осы үрдіске арналған каталитизаторларды хромнан, кобальттан, марганецтен, никельден, платинадан, палладийден жасайды. Кейбір жағдайларда табиғи материалдар қолданылады.

Атмосфераның құрамына кіретін радионуклидтерді бірнеше топқа бөлуге болады.

• Космогендік сәулелену әсерінен атмосферада пайда болатын радионуклидтер ( $^7\text{Be}$ ,  $^{10}\text{Be}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{33}\text{P}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ,  $^{38}\text{Cl}$  және т.б.), олардың максималды концентрациясы 15-20 км биіктікте байқалады;

• Космогендік шаң мен бірге атмосфераға түсетін радионуклидтер ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{10}\text{Be}$  және т.б.). Олардың максималды концентрациясы микрометеориттердің булануы байқалатын 80-100 км биіктікте болады;

• Жер және су беттерінен атмосфераға түсетін табиғи радиоактивті аэрозольдер;

• Адамның тіршілік нәтижесінде атмосфераға түсетін жасанды радионуклидтер.

Кейбір радионуклидтер табиғи үрдістер және адамның техникалық тіршілігі нәтижесінде де атмосфераға түсуі байқалады (мысалы, тритий, көмір-қышқыл газы-14, криптон-85). Радионуклидтердің атмосферадағы мөлшері әлдеқайда құбылмалы және көп есе метеорологиялық шарттарға тәуелді.

Табиғи радионуклидтер үлкен екі топқа – біріншілік (Жермен бірге түзілген тұрақты заттар) және космостық (космостық сәулеленің әсерінен үнемі түзілетін ядролық реакциялар нәтижесіндегі заттар) болып бөлінеді.

Иондаушы сәулеленің затқа және тірі ағзаларға әсері «доза» түсінігімен бағаланады. Жұтылған доза бірлігі – грей ( $1\text{Гр} = 1\text{ Дж/кг}$ ). Сәулеленің тірі ағзаларға әсерін бағалауда эквивалентті доза пайдаланады. Оны есептеуде иондалған сәулеленің әртүрлі типтері және энергияларының ағзаларға әсерін қарастырады. СИ жүйесінде эквивалентті доза бірлігі-зиверт (зв). Жұтылған доза қиын өлшенеді, сондықтан эквивалентті және жұтылған дозаны есептеу үшін экспозиционды доза қолданылады. Экспозиционды доза бірлігі-рентген (Р) белгіленеді.  $1\text{Р}-1\text{см}^3$  ауада ( $0^\circ\text{C}$ , 760 мм.рт.ст) түзілген  $2,08 \cdot 10^9$  электрондарына сәйкес келеді. Жүйеден тысқары бірлікке іс жүзінде пайдаланылатын бірлік өлшем үлесі - рад;  $1\text{Гр}=100\text{рад}$ ;  $1\text{рад} = 0,01\text{Дж/кг}$ .

Радиоактивті ыдырау радиоактивті изотоптың сан мөлшерімен немесе оның активтігі екі есе азайған аралық уақыты жартылай ыдырау кезеңімен анықталады.

**15-кесте Атмосферадағы табиғи радионуклидтердің орташа концентрациясы ( $\text{бк/м}^3$ )**

Радионуклидтер	Атмосфераның жақын жерге		Тропосфераның жоғарғы бөлігі	Стратосфераның төменгі жағы
	Жер үсті	Мұхит асты		
$^{222}\text{Rn}$	2.3	$2.3 \cdot 10^{-2}$	-	-
$^{214}\text{Pb}$	-	$2.3 \cdot 10^{-2}$	-	-
$^{212}\text{Pb}$	0.046	$2.3 \cdot 10^{-3}$	-	-
$^{210}\text{Pb}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	-	$2.0 \cdot 10^{-4}$	$2.9 \cdot 10^{-4}$
$^{210}\text{Po}$	$1.2 \cdot 10^{-5}$	-	$8.5 \cdot 10^{-5}$	$4.0 \cdot 10^{-4}$
$^7\text{Be}$	-	-	$3.7 \cdot 10^{-3}$	0.11

Қазіргі уақытта қоршаған ортада негізінен біріншілік радионуклидтер ездеседі.

### 6-кесте. Негізгі біріншілік радионуклидтер

Радионуклид	$T_{1/2}$ , жыл	Табиғи изотроптар қоспасының мөлшері, (%)
$^{238}\text{U}$	$4.5 \cdot 10^9$	99.27
$^{235}\text{U}$	$7 \cdot 10^8$	0.72
$^{232}\text{Th}$ (торий)	$1.4 \cdot 10^{10}$	100
$^{40}\text{K}$	$1.3 \cdot 10^9$	0.0117
$^{87}\text{Rb}$	$4.9 \cdot 10^{10}$	27.8
$^{150}\text{Nd}$ (неодим)	$5 \cdot 10^{10}$	5.6
$^{147}\text{Sm}$ (самарий)	$1.6 \cdot 10^{10}$	15.07
$^{176}\text{Lu}$ (лютеций)	$3.6 \cdot 10^{10}$	2.6
$^{138}\text{La}$ (лантан)	$1 \cdot 10^{11}$	0.089

Қазақстанда табиғи радиоактивтіліктің жоғары деңгейін беретін уран өндірісі алты ірі геологиялық өңір, көптеген шағын кен орындары мен уран байқалатын кеніштер, уран өндіруші кәсіпорындар мен ядролық жарылыстар қасалған жерлерде шоғырланған қалдықтар бар. Қазақстан аумағының 0%-да адам денсаулығына айтарлықтай қауіп төндіретін табиғи радиоактивті газ - радон бөлінуінің ықтимал мүмкіндігі жоғары.

«Қазақстан Республикасында радиоактивті қалдықтарды көму реттілігі» заңымен ҚР Үкіметінің 18 қазан 1996 ж. № 1283 бұйрығымен бекітілді.

1. Сұйық радиоактивті қалдықтар санитарлық талаптарға сай төмендегіше категорияларға бөлінеді: Белсенділігі төмен -  $1 \times 10^{-5}$  Ки/л (370 Бк/л) дейін; Белсенділігі орта -  $1 \times 10^{-5}$  Ки/л-ден 1 Ки/л дейін (370 Бк/л-ден 3700 Бк/л дейін);

2. Меншікті белсенділігі бойынша қатты қалдықтар радиоактивті болып саналады.

Егер бета-активті заттар үшін -  $2 \times 10^{-6}$  Ки/кг (74 Бк/кг) артық ;

альфа-активті заттар үшін -  $2 \times 10^{-7}$  Ки/кг (7.4 Бк/кг) артық ;

гамма-активті заттар үшін  $1 \times 10^{-7}$  г экв.Ра/кг (0.05 нГр х м<sup>2</sup>/с кг) артық

трансуранды элементтер үшін  $1 \times 10^{-8}$  Ки/кг (0.37 Бк/кг) артық

3. Қатты радиоактивті қалдықтар бетінен 10 см қашықтықтағы дозаның мөлшеріне тәуелді түрде 3 топқа бөлінеді.

1 топ - 0.3 мЗв/сағ (30 мбэр/сағ) дейін;

2 топ - 0.3 мЗв/сағ (30 мбэр/сағ) – тан 10 мЗв/сағ (1000 мбэр/сағ) дейін;

3 топ - 10 мЗв/сағ (1000 мбэр/сағ) жоғары.

## 4.2.2 Атмосфераны ластаушы заттарды анықтаудың физико-химиялық әдістері

Газ қоспасындағы қандайда бір компонент концентрациясын де анықтау үшін үлгіні дұрыс алудың маңызы зор. Егер ауаның анықталаты құрам бөлігі-газ немесе бу болса онда оны зат еритін сұйықтық сіңіргі арқылы өткізеді. Егер анықталатын зат сұйықтық болса, қатты сіңіргі адсорбент пайдаланылады. Нәтижесінде бөлшектер іріленіп адсорбцияланады. Қатты қоспалар мен шаң қатты сіңіргіштерде ұсталады.

Ауа құрамына талдау жасау кезінде сынама алу үрдісі басқ объектілерге қарағанда өте қиын және жауапкершілікті талап етеді. Анықталатын заттардың концентрленуі әдеттегідей сынама алу үрдісі кезінде жүреді. Сынама алатын ыдыс ретінде шыны шприцтер, газды пипеткалар полимерлі пленкадан жасалған қапшық, резиналы камералар және тағ басқа заттар қолданылады.

Сынама алудағы негізгі кемшіліктер сынама алатын қондырғыларды герметизациясының бұзылуына байланысты, пленкалы материалдарды өткіз-гіштігінен, сынама алатын ыдыстың ішкі бетіне макро өлшем заттардың сорбциялануынан зерттелетін заттардың белгілі бір мөлше жоғалады.

Ауа бассейніндегі көптеген улы заттар үшін үлгі жинау ұзақтығы 20-3 минут. Мұндай жағдайда улы заттар концентрациясы 2-5 минут аралығындағы жиналған үлгіге қарағанда орташа нақты мәннен 3 есе төме болады.

Ластанған ауа көзіне дейінгі қашықтықты есептей отырып үлгі жина қажет. Мысалы, ластау көзінен 3 км қашықтықтағы ластанған ауан зерттеуде жиналатын үлгі сұйық сіңіргішті аспирация жылдамдығы 2 дм<sup>3</sup>/мин 7 Р рихтер моделімен 4-5 минут, ал 10 км-ге дейінгі қашықтық жылдамдығы 50 дм<sup>3</sup>/мин 10Р рихтер приборымен 2-3 минутті жинайды. Ауадағы зерттелінетін заттар мөлшерін анықтау үшін жиналға үлгі анықтауға жеткілікті болу керек. Қажетті ауа көлеміндегі улы заттард анықтауда мына формуланы қолданады.

$$V = aV_0 / C_0V_1 \quad (38)$$

$V_0$  - қалыпты атмосфералық қысымда және 0<sup>0</sup> С-дағы ауа көлемі, м<sup>3</sup>

$a$  - зерттелетін үлгі көлеміндегі затты анықтау сезімталдығы (стандартт шкалалы бірінші пробиркадағы зат құрамымен сәйкестігі) мкг;

$V$  - үлгінің жалпы көлемі, см<sup>3</sup>

$V_1$  - талдауға алынған үлгі көлемі, см<sup>3</sup>

$C_0$  - зерттелетін заттың  $S$  қаныққан шекті концентрациясы, мг/м<sup>3</sup>

Үлгідегі ауа көлемі өндіріс жағдайына және зерттеу талаптарын тәуелді. Оны қалыпты жағдайда Бойл-Мариот және Гей-Люссак заңдарын сәйкес келтіреді.

$$V_0 = V_1 * 273P / (273 + t) 760 \quad (39)$$

$V_1$  – зерттелетін ауа көлемі,  $дм^3$ , Р- үлгі жинау кезіндегі барометр қысымы, Па; Т – үлгі жинау кезіндегі температура,  $С^0$

Көп көлемді газды калибрлі газометрмен жинайды. Қазіргі таңда үлгі жинауда автоматтандырылған кондырғылар қолданылады.

Ауаны ластаушы газқоспаларына әртүрлі әдістермен талдаулар жасалады.

*Органолептикалық әдіс* анықталатын қоспаны түсі және иісі бойынша қоспа құрамын жуықтап анықтайды. Күкіртсутек, хлор, аммиак, күкірт-диоксиді, фосфор оксидтері, көмірсутектер және көптеген органикалық заттардың өздеріне тән иісі болады. Ал фтор, хлор, азотдиоксиді бояулы индикаторларды құрайды.

Газдарға сапалық талдауларды сүзгі қағазына сіңірілген реактивке сәйкес жүргізуге болады. Олар өздерінің түстерін кейбір газдарға сәйкес өзгертеді. Бұл құбылысты төмендегі кестеден көруге болады.

*Сұйық немесе кеуекті сіңіргіштер көмегімен индикациялау.* Ауаны арнайы реактивтермен өңделген сұйықтық немесе кеуек сіңіргіштер (пемза, пломогель, силикагель) арқылы өткізеді. Бояу түсінің өзгеруі немесе өрітіндінің лайлануы ауада қоспалар барлығын көрсетеді. Газды қоспаларға сапалық талдаулар жүргізгенде сапалық құрамы және сандық мөлшері анықталады.

*Гравиметриялық талдау* газдың құрам бөліктерін химиялық реакциялар негізінде тұнба түрінде бөліп алады. Тұнбаны жуып, сүзіп, кептіріп немесе сүзді алып тастап, сонан соң өлшейді.

Газ қоспасының құрамдас бөлігін анықтауда арнайы реактивтермен *өйтараптау, тотығу-тотықсыздану, тұнбаға түсіру, коллекстүзу әдістері* қолданылады.

Кесте-17 Индикатор қағазы түсінің өзгеруі

№	Индикатор қағазы	Анықталатын газдар	Түсінің өзгеруі
1	Қызыл лакмус	$NH_3$	көгереді
		$NO, HCl, H_2S, SiF_4, SO_2, CO_2$	өзгермейді
2	Көк лакмус	$NH_3$	өзгермейді
		$NO, NO_2, HCl, H_2S, SiF_4, SO_2, CO_2$	қызарады
3	Көк және қызыл лакмус	$Cl_2$	ағарады
4	Иодкрахмал	$NO, NO_2, Cl_2$	көгереді
5	Қорғасын ацетаты сіңірілген	$H_2S$	қараяды

Ластаушы заттарды анықтауда химиялық және физико-химиялық әдістер қолданылады. Ол мына бекітілген стандарттар негізінде жүзеге асырылады.

ҚР СТ 1957-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Органикалық емес газдың анықтау әдісі»

ҚР СТ 1958-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Құрамындағы аммиакты анықтау әдісі»

ҚР СТ 1959-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Хлорлы сутегіні анықтау әдісі»

ҚР СТ 1960-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Құрамындағы фенолды анықтау әдісі»

ҚР СТ 1961-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Мыстың құрамын анықтау әдісі»

ҚР СТ 1962-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Марганецті анықтау әдісі»

ҚР СТ ИСО 8186-2010 «Табиғатты қорғау. Атмосфера. Көміртектотығын анықтау әдісі»

ҚР СТ 1984-2010 «Табиғат қорғау. Атмосфера. Ластану көздеріндегі формальдегидтің мөлшерін анықтау әдісі»

ҚР СТ 1987-2010 «Табиғат қорғау. Атмосфера. Күкірт диоксидін анықтау әдісі»

ҚР СТ 1989-2010 «Жұмыс аймағының ауасы. Құрамындағы бенз(а)пиреннің мөлшерін анықтау. Тиімділігі жоғары сұйық хроматография әдісі»

ҚР СТ 1990-2010 «Табиғат қорғау. Атмосфера. Құрамындағы күкірт сутегі мөлшерін анықтау әдісі»

ҚР СТ ИСО 11632-2010 «Стационарлық көздер шығарындылары Иондық хроматография әдісімен күкірт қос тотығының массалық концентрациясын анықтау»

ҚР СТ 2013-2010 «Табиғат қорғау. Атмосфера. Құрамындағы метанол мөлшерін анықтау»

ҚР СТ 2017-2010 «Жұмыс аймағының ауасы. Құрамындағы метанолды мөлшерін анықтау әдісі»

ҚР СТ ИСО 8518-2010 «Жұмыс аймағының ауасы. Қорғасын бөлшектерін және қорғасын қосылыстарын жалынды атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісімен анықтау»

ҚР СТ ИСО 16362-2010 «Табиғат қорғау. Атмосфера. Құрамындағы хош иісті полициклдік көмірсутек бөлшектерінің мөлшерін тиімділігі жоғары сұйықтық хроматография әдісімен анықтау»

ҚР СТ ИСО 16740-2010 «Жұмыс аймағының ауасы. Ауадағы қатты бөлшектердегі алты валентті хром құрамын анықтау. Дифенилкарбазидті қолданып ионды хроматография және спектроскопиялық өлшеуді анықтау»

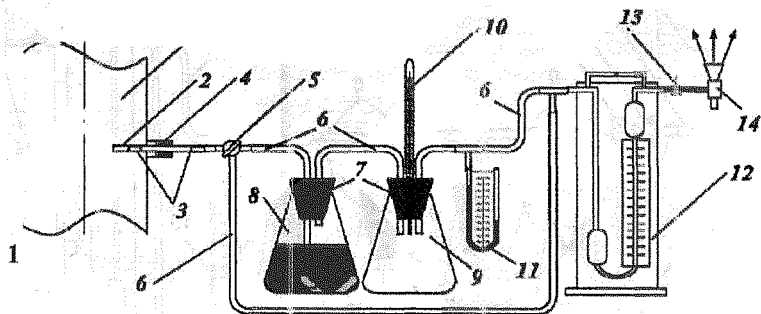
ҚР СТ ИСО 17733-2010 «Жұмыс аймағының ауасы. Сынапты және бейорганикалық сынапты қосылыстардың концентрациясын анықтау. Суық будағы атомдық-флуоресцентті және атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісі»

Ластаушы газ құрамындағы күкірт диоксиді мөлшеріне қарап титриметриялық және йодометриялық анықтау әдістері қарастырылады.

### 1) Титриметриялық әдіспен газ құрамындағы күкірт диоксидін анықтау

Қалыпты жағдайда (температура 0°C және қысым 101308 Па) газ құрамындағы 30-дан 30000 мг/м<sup>3</sup> дейін күкірт диоксиді болса индикатор ретінде торона I қолдана отырып титриметриялық әдіс пайдаланады. Жұтылу

рдісінде сутегі асқын тотығы әсерінен күкірт диоксиді күкірт ангидридiне дейін тотығады, ерітіндіден суды сіңіре отырып күкірт қышқылына айналады.



**Сурет 1 — Титриметриялық әдіспен газ құрамындағы күкірт диоксидін анықтау құрылғысының сызбасы**

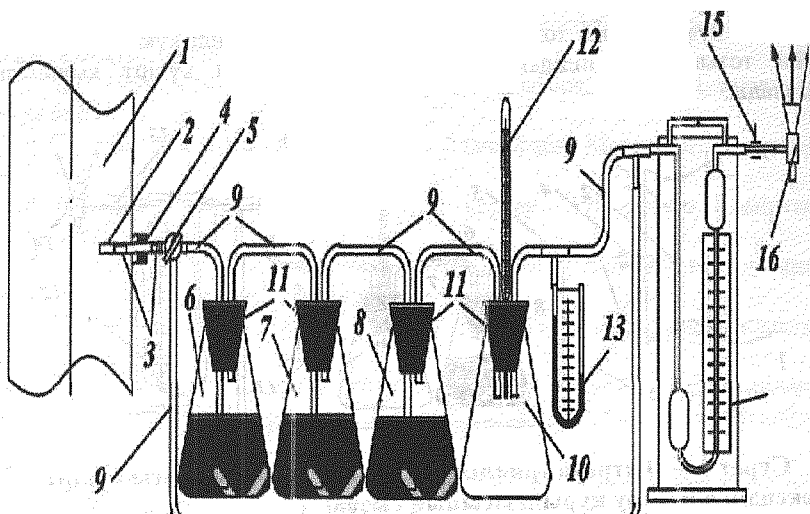
1 — газеткіш; 2 — газжинағыш түтік; 3 — шыныталшықты тығын; 4 — резина немесе асбесті інуурлы штуцер; 5 — үшмойынды кран; 6 — резина трубка; 7 — резина тығын; 8 — сіңіргіш сутегі асқын тотығы бар колба; 9 — холба; 10 — термометр; 11 — манометр; 12 — реометр; 13 — жеттеуші қысқыш; 14 — эжектор

Түзілген күкірт қышқылын торон I индикаторы қатысында барий хлориді ерітіндісімен титрлеп анықтайды. Осылайша қиын еритін барий сульфаты тұнбаға түседі. Барий ионының артық мөлшері торон I индикаторымен ашықбояулы комплекс түзеді. Қондырғыда жоғары мөлшерде диаметрі 6-8 мм шыны түтіктер, байланыстырғыш резина трубкалар қолданылады. Газ температурасы 250 °C дейін молибден ынысынан, ал жоғары температурада тот баспайтын құрыштан жасалған газжинағыш түтік қолданады.

## 2. Йодометриялық әдіспен газ құрамындағы күкірт диоксидін анықтау

Газда күкірт диоксиді қалыпты жағдайда 3 г/м<sup>3</sup>-тен 150 г/м<sup>3</sup> дейін болса йодометриялық әдіс пайдаланылады. Бұл әдіс йод ерітіндісінің күкірт диоксидін күкірт қышқылына дейін тотықтыруға негізделген. Күкірт диоксидін йод ерітіндісінен өткізгеннен кейін оның артық мөлшерін стандартты күкіртті натрий ерітіндісімен (кері йодометриялық титрлеу) титрлейді. Металл иондары әсер етпеу үшін алдын-ала шаңнан газды жинап аламыз.





Сурет 2— Йодометриялық әдіспен газ құрамындағы күкірт диоксидін анықтау құрылғысының сызбасы

1-газөткіш; 2 — газжинағыш түтік; 3 — шыныталшықты тығын; 4 — резина немесе асбесті шнурлы штуцер; 5 — үшмойынды кран; 6,7,8 — сіңіргіш ыдыстар; 9 — резина трубка; 10 — колба; 11 — резина тығын; 12 — термометр; 13-манометр; 14 — реометр; 15 — реттеуші қысқыш; 16 — эжектор

Кесте-18 Атмосферадағы газ шығарындылары компоненттері құрамын анықтау әдістері

№	Компонент атауы	өлшеу әдістері	әдебиет
1	Азот оксидтері	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
3	Аммиак	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
4	Ацетон	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
5	Ацетилен	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
6	Мышьяқты сутек	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
7	Толуол	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
8	Уайт-спирт	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
9	Көміртек оксиді	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
10	Мұнай көмір-сутектері	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
11	Цианидтер	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
12	Бензин	Бензин.Қорғасынды анықтау әдісі	ГОСТ 28828-90

		Бензил. Ароматты көмірсутектерді газохроматографиялық әдіспен анықтау	ГОСТ Р 51941-2002
13	Бензол	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
		Бензил. Бензол және ароматты көмірсутектер жиынтығын анықтау әдісі	ГОСТ 29040-91
14	Қысым	Настаушы тұрақты көздерден шығарылатын газды шаң қалдықтарының қысымын анықтау	ГОСТ 17.2.4.07-90
15	Күкірт диоксиді	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
		Жылдам әдіс (Экспресс метод)	СТ РК 17.0.0.04-2002
16	Күкіртсутек	Потенциометрлік титрлеу әдісі	ИСО 6326-4, 3 бөлім
		Газохроматографиялық әдіс флуориметрия әдісі	ИСО 6326-4, 4 бөлім
17	Жылдамдық	Настаушы тұрақты көздерден шығарылған газ-шаң ағынының шығымы және жылдамдығын анықтау	ГОСТ 17.2.4.07-90
18	Көміртек диоксиді	Индикаторлы әдіс	ГОСТ 12.1.014-84
19	Бензин көмірсутектер	Индикаторлы әдіс	ГОСТ 12.1.014-84
20	Фенол	Индикаторлы әдіс	ПНД Ф 13.1.36-02
21	Формальдегид	флуориметрия әдісі	ПНД Ф 13.1.13-02
22	Фосген	Индикаторлы әдіс	ГОСТ Р 51712-2001
23	Хлор	Индикаторлы әдіс	ГОСТ 12.1.014-84
24	Цинк қосылыстар	Атомды-абсорбциянды әдіс	СТ РК 1052-2002 7,8 бөлімі

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Табиғи радионуклидтер қанша топқа жіктеледі?
2. Санитарлық талаптарға сай сұйық радиоактивті қалдықтар қандай категорияларға жіктеледі?
3. Аэрозоль дегеніміз не?
4. Аэрозольдерді залалсыздандыру тәсілдері қандай?
5. Атмосферадағы радионуклидтер тобын атаңыз.
6. Органолентикалық талдау әдісін түсіндіріңіз.

### 4.3 Топырақ құрамына талдау жасау және оның ластануы

Топырақ – қоршаған ортаның маңызды объектілерінің бірі болып табылады. Ол 90 % - ке жуық тағам өнімдерін береді және өндірісте әр түрлі өнімдер алу үшін шикізат көзі қызметін атқарады. Топырақ құрамы бойынша әр текті және күрделі құрылымды. Оның құрамында: 5% - ке жуық

минералдар, өсімдік биомассасының ыдырауы нәтижесінде түзілген органикалық заттар, су, ауа, әртүрлі микроағзалар, бактериялар және тағы басқа заттар кездеседі. Топырақта күрделі физика – химиялық, биологиялық және басқа да үрдістер үздіксіз жүреді. Топырақтың қоршаған ортаның басқа су, ауа сияқты объектілерінен ерекшелігі, онда жүретін өзін – өзі тазарту үрдісі айтарлықтай мөлшерде емес. Кейбір заттар үшін, соның ішінде ауыр металдар топыраққа күшті сіңіріледі де, ондағы гумуспен әрекеттесіп нашар еритін қосылыстар түзеді. Осылайша заттар топырақта жиналады. Сонымен қатар, топырақта әртүрлі факторлардың әсерінен топыраққа тасталынған заттардың тұрақты миграциясы және ол заттардың үлкен қашықтыққа тасымалдануы жүреді.

Антропогенді факторлар әсерінен келетін зиянның дәрежесі топырақты ластайтын заттарды өсімдіктердің сіңіру қабілеттілігіне байланысты анықталады. Зиянды заттар топыраққа әр түрлі жолдармен түсуі мүмкін: өндірістік кәсіпорындардың қалдықтарының құрамына кіретін ірі дисперсті фракция аэрозоль түрінде атмосфералық ауадан және жауын – шашынмен азот және күкірт қышқылдары, сульфаттар, нитраттар және басқа заттар түсіп, осы заттардың нәтижесінде топырақтың қышқылдануы жүреді. Топырақтың зиянды заттармен ластану дәрежесі, басқа жерлерге таралуы және тасымалдануы, бір жағынан қуаттылығына, кәсіпорынның жұмыс істеу ұзақтығына, транспорттың жүру қарқындылығына, ал басқа жағынан топырақтың ландшафты – геоморфологиялық жағдайына, топырақтың сіңіргіштік қабілетіне, горизонтта судың жылжуына, рН мәніне және тағы басқа тәуелді.

Топырақтағы қосылыстарға химиялық талдаулар жасау үшін әр түрлі сулы, тұзды, қышқылды немесе сілтілі топырақ сүзіндісін бөліп алады. Мұндай жағдайларда топырақты фторлы сутек (плавиковая) қышқылы немесе басқа қышқылдармен ( $\text{HCl} + \text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ ) өңдейді.

Топырақ үлгілеріне көптеген талдаулар құрғақ ауа жағдайында жүргізіледі. 500-1000г топырақ үлгісін жұқа қабатты қағаз бетіне жайып, құрғақ және таза ауада кептіреді. Топырақтың ірі бөліктерін бөліп алады. Органикалық қалдықтарды электролизденген шыны таяқшамен бөліп алады. Кей жағдайларда топыраққа талдау жасауда алдын-ала кептірмей алаң басынан алу бойына мысалы; нитрат иондарын анықтайды. Келімен майдалап және диаметрі 1 мм елеуіш арқылы елейді. Еленіп алынған топырақты тығыны бар шыны ыдыста қағаз пакеттерінде сақтайды.

Сулы топырақ сүзіндісін дайындау үшін 100 г топырақты 750-1000 см<sup>3</sup> кең мойынды ыдысқа салып, 5 есе көп дистилденген су құйылады. Ыдысты тығынмен жауып және 5 минут шайқайды. Ал, тұзды топырақты зерттегенде араластыруды 2 сағат аралығында жүргізіп, 1 тәулік тұндырады немесе тек 6 сағат шайқау қажет. Алынған сүзіндіні диаметрі 15 см шұңғыма арқылы сүзеді. Сүзілген ерітінді түссіз болуы қажет. Сулы бөлікке топырақтағы суда еритін органикалық және минералдық заттар бөлінеді. Тұздардың судағы ерітіндісі зиянды болуы мүмкін. Олар зиянды әсері бойынша төмендегіше орналасады:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{NaCl} > \text{CaCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{MgSO}_4$ .

Тұзды топырақта  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  мөлшері тіпті 0,005 % болса өсімдік өсуі тоқтайды. Қышқыл батпактанған және батпақты-торфты топырақтағы өсімдіктер үшін алюминий, марганец, темірдің (III) тұздарының суда еритін тұздары улы заттар болып табылады.

### Кесте - 19 Топырақтың тұздылығы бойынша жіктелуі

Тұздану дәрежесі	Тұздану түрі масс.үлес, %			
	хлоридті	Сульфатты-хлоридті	Содалы-хлоридті және хлоридті - содалы	Содалы-сульфатты, сульфатты-содалы
тұзданбаған	0,03	0,05	0,1	0,15
әлсіз тұзданған	0,10 -0,30	0,05-0,12	0,10-0,15	0,15-0,20
орта тұзданған	0,10 -0,30	0,12-0,35	0,15-0,30	0,25-0,35
күшті тұзданған	0,30 -0,60	0,35-0,70	0,30-0,50	0,35-0,60
өте күшті тұзданған	0,6	0,7	0,5	0,6

Қазақстанның барлық жер көлемі 2724,9 мың км<sup>2</sup> ғылыми-техникалық прогрестің қарқынды дамуы биосфераға тікелей әсер етуде. Соның нәтижесінде республика жерінің 180 млн.га жер жарамсыз, оның 30 млн.га топырақ эрозиясына, 60 млн.га тұздану, 10 млн.га химиялық және радиоактивті заттармен ластанған. Топырақтың ауыр металдармен және радионуклидтермен ластануы барлық аймақтарды қамтып отыр. Республика жерінде химиялық қалдықтар 2,3 млрд.т, ал 529 объектіде радиоактивті қалдықтар сақталған.

Ауыр металдардың ішінде қауіптілері кадмий (Cd), қорғасын (Pb) және белгілі концентрацияда улылық қасиет көрсететін мырыш (Zn) пен мыс (Cu). Ауыр металдар ортаға әртүрлі көздерден түседі.

### Кесте-20 Топырақтағы химиялық заттардың шекті рауалы концентрациясы(ШРК)

№	Көрсеткіштер атауы	ШРК мг/кг (сұрғақ топырақта)	Лимиттеуші көрсеткіш
1	2	3	4
1	Альфа-метилстирол	0,5	Ауа-миграциясы (миграционно-воздушный)
2	Ацетальдегид	10,0	Ауа-миграциясы
3	Бенз(а)пирен*	0,02	жалпысанитарлық
4	Бензол	0,3	Ауа-миграциясы
5	Ванадий	150,0	жалпысанитарлық
6	Изопропилбензол	0,5	Ауа-миграциясы
7	Изопропилбензол +	0,5	Ауа-миграциясы

	альфамстилстирол		
8	Кобальт* жылжымал түрі (подвижная форма)	5,0	жалпысанитарлық
9	Кеңіс (орто, мета, пара)*	0,3 (жалпы құрамы)	транслокационды
10	Марганец	1500	жалпысанитарлық
11	Нитраттар	130,0	Ауа-миграциясы
12	Никель	4,0 (жылжымалы түрі, рН 4,6 ацетатты-аммоний буферінде бөлініп алынады)	жалпысанитарлық
13	Мышьяк*	2,0	транслокационды
14	Мыс	3,0 (жылжымалы түрі, рН 4,8 ацетатты-аммоний буферінде бөлініп алынады)	жалпысанитарлық
15	Марганец+ванадий	1000+100	жалпысанитарлық
16	Көмір флотациясы қалдықтары	3000, (жалпы құрамы)	Су-миграциясы
17	Қорғасын*	32,0	жалпысанитарлық
18	Формальдегид*	7,0	Ауа-миграциясы
19	Толуол	0,3	Ауа-миграциясы және транслокационды
20	Сурьма	4,5	Су-миграциясы (миграционно-водный)
21	Суперфосфат (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	200,0	транслокационды
22	Стирол*	0,1	Ауа-миграциясы
23	Күкірт қышқылы*	160,0	жалпысанитарлық
24	күкіртеугек*	0,4	Ауа-миграциясы
25	күкірт*	160,0	жалпысанитарлық
26	қорғасын+сынап*	20,0 + 1,0	транслокационды
27	Фтор*	2,8 Жылжымалы түрі рН 6,5 артық емес 0,006М НСІ, рН6,5 артық 0,003 М К <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> топырақтан бөлінеді)	транслокационды
28	Хлорлы калий*	560,0	Ауа-миграциясы
1	2	3	4
29	магния хлораты	1,0	Ауа-миграциясы
30	Фтор*	10,0 (суда еритін түрі)	транслокационды
31	Хром*	6,0 (жылжымалы түрі, рН 4,8 ацетатты-аммоний буферлі ертіңісінде бөлініп алынады)	жалпысанитарлық
32	Хром (VI)	0,05	жалпысанитарлық

Табиғатты ластайтын аса қауіпті заттар ретінде радионуклидтер стронций – 90 мен цезий -137.

ҚР қоршаған ортаны қорғау Министрінің 19 қыркүйек 2006 ж №290-п құжаттамасына сәйкес Қазақстан Республикасы мемлекеттік тізіміне енгізілген топырақ компоненттері құрамын анықтау әдістерінің тізімі

бекітілген. Осы нақты тізімге сай келесі 23-кестеде топырақ компоненттерін анықтаудың физико-химиялық әдістері қарастырылады.

**Кесте-23 Топырақ құрамындағы компоненттерді анықтау әдістері**

№	Көрсеткіштер атауы	өлшеу әдістері	әдебиет
1	2	3	4
1	Калий жылжымалы (подвижный)	Аммоний молибдатымен фотометриялық анықтау Маслов әдісі бойынша	ГОСТ 26204-91 ГОСТ 26207-91 ГОСТ 26210-91
2	Калий айнымалы (обменный)	Маслов әдісі бойынша	ГОСТ 26210-91
3	Гидролитикалық кешқылдылық	Ионометриялық анықтау	ГОСТ 26212-91
4	Марганец жылжымалы (подвижный)	Пейве және Ринькиса әдісі Крупск және Александров әдісі	ГОСТ Р 50682-94 ГОСТ Р 50685-94
5	Мыс және кобальт, жылжымалы қосылыстары	Крупск және Александров әдісі	ГОСТ Р 50683-94
6	Мыс жылжымалы (подвижная)	Пейве және Ринькиса әдісі	ГОСТ Р 50684-94
7	Молибден жылжымалы (подвижный)	Грига әдісі	ГОСТ 50689-94
8	Мұшьяк	Атомно-абсорбционды әдіс	М 03-07-2003
9	Мұнайәнімдері	Флуориметриялық әдіс «Флюорат-02» талдау апаратында ІК-спектрометриялық әдіс	ПНД Ф 16.1.21-98 ПНД Ф 16.1.2.22-98
10	Органикалық заттар	Фотометриялық анықтау	ГОСТ 26213-91, әдіс 1
11	Тығыз қалдық	Максималды тығыздықты анықтаудың зертханалық әдісі	СТ РК 1285-2004
12	Радионуклидтер	Табиғи радионуклидтердің меншікті тиімді белсенділігін анықтау	ГОСТ 30108-94
13	Күкірт	Гравиметриялық әдіс	ГОСТ 14047.6-78
14	Жалпы көміртек (общий)	Құрғақ күйдіруден кейінгі жалпы көміртекті және органикалық құрамын анықтау	ИСО 10594:1995
15	Түйіршік калий минералды тыңайтқышы	Титриметриялық әдіс Эталонды әдіс (Эталонды метод)	ГОСТ ИСО 5310-2002 ГОСТ ИСО 5318-2002
16	Минералды тыңайтқыштар	Фосфатты анықтау әдісі	ГОСТ 20851.2-75 (ИСО 5316-77, ИСО 6598-85, ИСО 7497-84)
17	Минералды тыңайтқыштар	Калийдің мөлсөлмек үлесін анықтау әдісі	ГОСТ 20851.3-93
18	Фосфор қозғалмалы (подвижный)	Фотоколориметриялық анықтау	ГОСТ 26211-91

19	фосфор және калий қозғалмалы түрлері (Подвижные формы)	Чириков әдісі бойынша	ГОСТ 26204-91
		Эгнера-Рима (дл-метод) әдісі бойынша	ГОСТ 26209-91
20	фосфор және калий қозғалмалы түрлері (Подвижные формы)	Мачигина әдісі бойынша	ГОСТ 26205-91
		Кирсанова әдісі бойынша	ГОСТ 26207-91

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Топырақтың ластану дәрежесі қандай параметрлерге тәуелді?
2. Топырақтағы қосылыс гарға химиялық талдаулар жасау түрлерін атаңыз.
3. Топырақтың тұздылығы бойынша жіктәлуі қандай?
4. Топырақ құрамындағы компоненттерді анықтау әдістері.
5. Сулы топырақ сүзіндісін дайындау тәсілі қандай?

### 4.4 Су құрамы және оның ластануы

Қазіргі кезеңде біздің республикамыздағы маңызды экологиялық мәселелердің бірі су бассейндерінің ластануы және таза ауыз су тапшылығы болып отыр.

Физикалық жай-күйіне байланысты ағынды судың ластануы екіге бөлінеді. Олар: 1) ерімейтін қоспалы, олар ағынды суда ірі өлшемді бөлшек түрінде (диаметр миллиметрдің ондық бөлігін құрайтын бөлшек) және суспензия, эмульсия, көбік түрінде кездеседі (ол бөлшектердің диаметрі 0,1 мкм дейін жетеді).

2) еритін бөлшектер, олар диаметрі 0,001 мкм-ден кіші - молекулалы-дисперсті бөлшек түрінде кездеседі. Олар өз алдына дара фаза түзе алмайды және жүйе бір фазалы- біртекті ерітінді болады.

Табиғатына байланысты ластану минералдық, органикалық және бактериялық болып бөлінеді.

Минералдық ластануға құм, саз, руда бөлшектері, шлактар, минералды тұздардың ерітіндісі, қышқыл, сілті, минералды май, темір, кальций, магний, кремний, калий және басқа да бейорганикалық заттар жатады.

Органикалық ластану жануарлар мен өсімдіктер қалдықтарынан пайда болады. Өсімдік қалдықтары, қағаз, май ( өсімдік) және т.б. ластанудың бұл түрінің негізгі химиялық элементі көміртегі болып келеді. Жануарлар әсерінен ластану нәтижесінде су құрамында азот көп мөлшерде, сондай - ақ ағынды суда фосфор, күкірт және сутегі кездеседі.

*Бактериялық және биологиялық ластану* негізінен микроорганизмдер - ашытқы саңырауқұлақтары, су өсімдіктері мен бактериялары әсерінен тұрмыстық суда және өндірістік ағызынды судың кейбір түрінде болады. Өзінің химиялық құрамы бойынша олар органикалық ластануға жатады, бірақ оларды арнайы топқа бөліп қарастырады. Себебі, бұл ластану басқа ластанулармен тығыз байланыста болады.

Тұрмыстық ағызынды су ластануының 42 % минералды заттар, 51% - органикалық заттар құрайды. Су көздерінің ластануы ауылшаруашылық ақаптарында қолданылған улы химикаттарға байланысты артып отырады.

Ағызынды судың құрамын қарастырғанда негізгі ұғым болып ластану концентрациясы мг/л немесе г/мл өлшенеді. Әдетте ластану концентрациясының ең жоғары дәрежеде билуы таңертеңгі және кешкі уақыттарда жүзеге асады, ал ең кіші дәрежесі түнгі мезгілде. Қыс мезгілінде ластану концентрациясы жазға қарағанда жоғары болады, сондай-ақ әрбір тұрғынның су пайдалануы қыста төмен болады. Жыл мезгіліне байланысты ағызынды су температурасы өзгеріп отырады.

Ағызынды судағы ерімейтін заттар ірі дисперсті ( ірі өлшем түрінде) және ұсақ дисперсті (суспензия,эмульсия және көбік) болады. Қағаз сүзгіде ұсталған ағынды судағы ерімейтін заттардың бөлшектері талдау әдісі бойынша *өлшенді заттар* деп аталады. Олардың мөлшері 105<sup>0</sup>С температурада кептірген соң анықталады.

Жеке бөлшектердің мөлшеріне байланысты (дисперстік шамасына) және олардың тығыздығы бойынша өлшенді заттар тұнба түрінде тұнады, сондай - ақ су бетінде жүзіп жүруі немесе өлшенді күйінде қалуы мүмкін. Суда ұсақ дисперсті күйде болатын көптеген бөлшектердің беріктілігі ауырлық күшімен салыстырғанда күшті болады, сондықтан бұл бөлшектер тұнбайды, тек өлшенді күйінде қалады.

*Тұнба түзетін деп* лаборатория жағдайында 2 сағат тұнба түзуге қойған кезде ыдыс ішінде тұнба түрінде кездесетін ерімейтін заттарды айтамыз. Тұрмыстық ағызынды судағы өлшенді заттардың бір адамға тәулігіне бөлінетін жалпы мөлшері – 65 г, олардың ішінде тұнатыны 35 - 50 г, 60- 70 % жалпы мөлшерден құралады.

Өндірістік және тұрмыстық ағызынды суда өлшенді заттардың мөлшері және тұнбасы әр түрлі болады.

Тұрмыстық қалдықтардың тұнбасы 2 сағат аралығында 97,5%, біріншілік ылғалдылыққа ие болады. Одан кейін тұнба нығыздалуы нәтижесінде ылғалдылығы 93- 95 % - ға төмендейді, ал мұндағы құрғақ қалдықтар 2,5 - тен 5 - 7 %-ке жоғарылайды.

Ағызынды судағы ерімейтін заттар органикалық және бейорганикалық бөліктен тұрады. Массаны анықтау үшін оның тұнбасын 105<sup>0</sup>С- қа кептіріп, содан-соң ауалы – құрғақ тұнбаны 600<sup>0</sup>С температурада қалдырады, мұнда органикалық заттар жанып , бейорганикалық бөлігі күл түрінде қалады.

Тұрмыстық ағызынды судың тұнбасында күл массасы 20 - 30% арасында болады.Тұрмыстық ағызынды судағы коллоидты және еритін заттардың химиялық құрамына ақуыз, май, көміртегі, азықтық өнімдері айтарлықтай әсер етеді. Сонымен қатар су құбырындағы түрлі гидрокарбонаттардан, сульфаттардан, хлоридтерден және кейде темірден тұратын су құрамы да өз әсерін тигізеді. Тұрмыстық ағызынды суда коллоидты бөлшектер барлық – өлшенді заттың 30-40 % құрайды.



Тірі организмде зат алмасу кезінде ақуыздық заттардан мочеви́на түзіледі  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , олар батпақтағы бактериялардың әсерінен ағызынды суда гидролизденіп азотты аммоний тұзының түзілуіне алып келеді:



Ағызынды суда азот аммоний карбонаты түрінде кездеседі, сосын аммоний карбонаты жіктеліп аммиакқа айналады. Аммиактың түзілуі келесі теңдеумен жүреді:



Аммоний тұзындағы азот массасы бір адамға тәулігіне шаққанда өте көп емес 7-8 г аралығында болады. Азоттан басқа ағызынды судың құрамына көміртегі, күкірт, фосфор, калий, натрий, темір және тұз түріндегі хлор кіреді. Тұрмыстық ағызынды суда хлордың болуы тұрақты жағдай. Сол хлор мөлшерінің өзгеруі ағызынды суда қоспаның түзілуіне алып келеді.

Өндірістік ағызынды судың ластануы әр түрлі, оның сипаты мен массасына қарай ол тек судың шығу көзіне байланысты емес, сондай-ақ түрлі технологиялық үрдістерге байланысты болады. Әр түрлі жағдайдағы ағызынды судың құрамынан ағызынды судың сапалық және мөлшерлік сипаттамасы (жұмыс істеп тұрған кәсіпорынның); өндірістік технологиясы бойынша ластаушы заттардың массасы мен сапасының көрсеткіші міндетті түрде анықталуы керек.

Қазіргі кездегі *физико-химиялық* зерттеулер әдісі ағызынды судың толық тазалануын қамтамасыз ететіндігін дәлелдеп отыр. Физико-химиялық әдіс өндірістік ағызынды суды тазалауда жиі қолданылады.

Өндірістік ағызынды суларды жіктеу өте қиын, себебі олар әр текті. Бірақ ағызынды сулардың екі негізгі тобын ажыратуға болады.

1. Құрамында уыттылық қасиеті бар биоорганикалық қоспалы ағызынды сулар.

2. Құрамында улы органикалық заттар бар ағызынды сулар.

Бірінші топқа сода, азот, күкірт қышқылдары зауыттарының ағызынды сулары және сонымен қатар қорғасын, мырыш, никель рудаларын байыту фабрикаларының және де басқа өндіріс саласының ағызынды сулары жатады.

Бұл судың құрамында қышқылдар, сілтілер, тұздар, күкіртті қосылыстар, ауыр металдардың иондары, қалқымалы минералды заттар және басқа да су қоймасындағы судың қасиетін, мөлдірлігін, түсін, дәмін, кермектігін өзгеретін заттар кездеседі.

Екінші топтың ағызынды суларына мұнай, мұнай өңдеу және химия зауыттарының сулары және синтетикалық каучук, органикалық синтездеу кәсіпорындарының ағызынды сулары жатады. Бұл судан әр түрлі мұнай, аммиак, көмірсутектер, спирттер, альдегидтер, кетондар және ерекше қауіпті су қоймалары үшін фенол, шайыр, меркаптан және басқа да зиянды заттар кездеседі. Ағызынды суға тасталынған заттар тотығу үрдісіне қолайсыз әсер етіп, суда оттегінің мөлшерін төмендетеді.

#### 4.4.1 Суды физико-химиялық талдау әдістері

Беткі су көздері және ағызынды сулары тазалауда механикалық, химиялық, физико-химиялық, биологиялық әдістер қолданылады.

Суды *физико-химиялық тазарту* әдістерінің басқа әдістермен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар. Олар;

1. Ағынды судағы улы заттарды бөліп алуға болады;
2. Тазартудың терең де тұрақты дәрежесіне жету;
3. Құрылыстардың шағын да ыңғайлы болуы;
4. Толық автоматтандырудың мүмкіндігі;
5. Тірі организмдердің іс-әрекетін бақылаудың қажетсіздігі;
6. Түрлі заттарды рекупирациялау мүмкіншілігі;

*Физикалық-химиялық тазалау әдісі* коагуляция және флокуляция үрдістері нәтижесінде жүзеге асады.

Коагуляция - дисперстік бөлшектердің бірігіп, іріленуі нәтижесінде олардың агрегаттануы. Табиғи және ағызынды суды тазарту үрдісінде арнайы коагулянттарды қосу әсерінен коагуляция үрдісі жүреді. Коагулянт ретінде алюминий және темірдің тұздары және олардың қоспалары пайдаланылады. Коагулянттар суда ақ ұлпа түрінде металдар гидроксидін түзеді, олар ауырлық күші әсерінен тұнады.

Судың сапасын жақсартуда коагулянт пен флокулянтты бірге қолдану жақсы нәтиже береді. Молекулалық массасы жоғары полиэлектролиттердің флокуляциялау тиімділігі жоғары болады. Сондықтан олардың аз мөлшерін пайдаланады, себебі артық мөлшерін пайдалану суспензияны тұрақтандырады. Флокулянт пайдалану арқылы коагулянт мөлшерін, коагуляция үрдісінің ұзақтығын азайтуға және түзілетін ұлпаның шөгуге жылдамдығын арттыруға болады.

Табиғи және ағызынды суларды терең, әрі тиімді тазалауда сорбциялық әдістің маңызы зор. Бұл әдіс *табиғи және синтетикалық* (жасанды) сорбенттерді пайдалануға негізделеді.

*Синтетикалық* сорбенттер ретінде ионалмасқыш шайыр, силикагель, бір-неше металдардың ( $Al^{3+}$ ,  $Cr^{6+}$ ,  $Sr^{2+}$  және т.б) қиын еритін оксидтері, өнеркәсіп қалдықтары пайдаланылады.

Сулы ерітіндіден металл иондарын тұндыру үшін, суда еритін құрамында бір гидрофильді тобы бар (-ОН, -COOH, -NH<sub>2</sub>, -NH<sub>4</sub>, -NH) полимерлерді қолданады. Мұндай типті полимерлерге - поливинил спирті, карбоксиметацеллюлоза, галактион қышқылы, метаакрил қышқылының сополимерлері және полимерлері, итакон қышқылы, полиэтиленимин, полиаллиламин, винилпиридин немесе оның сополимерлері пайдаланылады.

Ағызынды суды тазалау әдісінде, құрамында Na<sub>2</sub>O - 5-12 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 5 - 10%, CaO - 1-3%, FeO - 0,5-1,5 %, церий оксиді-0,5-1,0 %, қалған мөлшері кремний оксидінен тұратын өнеркәсіп қалдықтарын да пайдалануды ұсынады.

*Табиғи* сорбенттер қатарын цеолит, бентонит және польгorskитті саздар, диатомиттер, опоктар, трепелдер, кейбір тау жыныстары мен минералдары құрайды.

Кеңінен таралған сорбент ретінде, әр түрлі маркалы активтелген көмір табиғи өнімі жатады. Активтелген көмірмен тазалау тиімділігі, оның микрокеуектілігімен, сонымен қатар белгілі мөлшердегі супермикрокеуектілігіне негізделеді.

Суды көптеген ластағыш заттардан, яғни органикалық және бейорганикалық өнімдерден тазалауда, сорбенттердің сорбциялық қабілеті жоғары. Активтілігі жоғары сорбенттерді пайдаланып, судағы ластаушы заттардың қалдық концентрациясын толық жоюға болады.

Суды өңдеу үрдісінде микроағзалардың жалпы санын төмендету және патогенді микробтарды толық бөліп алу үшін залалсыздандыру әдісі қолданылады. Ол физикалық және химиялық әдістермен іске асырылады. Химиялық әдістерге озондау, хлорлау, ауыр металл тұздарымен өңдеу жатады. Суды физикалық әдіспен залалсыздандыруда микроағзаларға ультракүлгін сәулесімен, ультрадыбыс, жоғары температураның әсері қолданылады. Соңғы жылдары суды залалсыздандыруда электрофорез, электрқауғуляция, электрмен зарядтау, комплекстік электрлік әсер, гиперфилтрация, иондаушы сәулелер пайдалану зерттелуде.

Суды залалсыздандыру нәтижесі көптеген факторларға, соның ішінде негізінен маңызды қасиеті микроағзалардың биологиялық әрекетшілігіне, реагенттің бактериялық қасиетіне, сулы орта күйіне тәуелді болады.

Реагенттің бактериялық белсенділігі тотығу потенциалы және микроағзалар клеткасының құрамдық бөліктерінің әрекеттесу қабілетімен анықталады. Реагенттің залалсыздандыру әсері суды өңдеу қасиеттеріне, рН мәніне, бейорганикалық және органикалық заттардың болуымен, олардың тотығу қабілетіне, өлшенді және коллоидтық қоспаларға тәуелді болады.

Азот құрамды органикалық заттар хлормен күшті әрекеттеседі. Судағы өлшенді заттар залалсыздандыру үрдісін тез төмендетеді, себебі: хлор өлшенді бөлшектерге адсорбцияланады. Сол себепті бөлшектер ішіндегі микроағзалар залалсыздандырушы реагент әсеріне ұшырамайды.

Суды залалсыздандыру әдістерінің ішінде газ түріндегі хлор немесе оның оттекті қосылыстарын пайдалану түрі кеңінен таралған. Залалсыздандыруда хлордың әсері су құрамындағы органикалық заттарды тотықтырып және хлорлайды. Хлор және оның оттекті қосылыстары микроағзалар клеткасының құрамдық бөлігіне, бірінші ретте ферменттерге әсер етеді. Ферменттердің биологиялық белсенділігінің жойылуы нәтижесінде тотығу, хлорлау, орын басу реакциясы жүреді. Фермент құрылысының өзгеруі, микроағзалар клеткасында зат алмасу үрдісін бұзады және оның жойылуын болдырады.

Суды залалсыздандыруда хлордан өзге хлорлы қышқыл тұздары – кальций және натрий гипохлориті, хлорлы әк және кальций хлориді пайдаланылады.

Суды залалсыздандыру үшін пайдаланылатын реагент сапасы белсенді хлор мөлшерімен анықталады. Техникалық хлорлы әк құрамында 32-35% белсенді хлор болуы қажет.

Кальций гипохлориті құрамында хлор мөлшері 50 - 60% - ға дейін болады. Локальді қондырғыларда және егістік жағдайында суды залалсыздандыру үшін органикалық хлораминдер қолданылады. Б хлорамин құрамында белсенді хлор мөлшері 25,5 % - ды құрайды.

Суда хлорамин гидролизі суды залалсыздандыруда қолданылатын өзге хлор құрамды реагентпен салыстырғанда өте баяу жүреді, сондықтан суда белсенді хлор ұзақ уақыт сақталады. Хлораминнің бактерицидтік әсері, оның гидролизінің рН мәніне тәуелді. Ол, хлорлы қышқыл немесе гипохлорит ионының түзілуінен болады.

Суды залалсыздандыруда хлордиоксиді  $\text{ClO}_2$  қолданылады. Хлор диоксиді - тұрақсыз қосылыс. Органикалық заттармен қосылып,  $60^\circ\text{C}$ -ға дейін қыздырғанда, тікелей күн сәулесінен ыдырап, хлор және оттегін түзеді. Қышқыл ортада ол тұрақты, рН мәні артқан сайын гидролиз реакциясы жүреді. Хлор диоксидін су құбырларын тазалау қондырғыларындағы натрий хлориті  $\text{NaClO}_2$  және натрий хлоратынан  $\text{NaClO}_3$  біртіндеп алады. Хлорға қарағанда, хлордиоксиді өте күшті залалсыздандырғыш қасиет көрсетеді.

1)суды залалсыздандыруда бос хлормен судың араласу уақыты 30 минут, хлормен байланысуы 60 минуттан кем болмауы керек. Қалдық хлор мөлшері таратушы жүйелерге суды жіберу алдында тексеріледі. Суда бос және байланысқан хлордың болуы бірауқытта болғандықтан жалпы концентрациясы 1,2 мг/л артпауы керек.

#### Кесте-24 Суды өңдеу үрдісінде түзілетін химиялық заттар

Көрсеткіштер	өлшеу бірлігі	Шекті рауалы концентрациясы - ШРК	Зиянды көрсеткіш	Қауіптілік классы
Хлор:Бос қалдықты	мг/л	0,3-0,5	Орг.	3
Байланысқан	мг/л	08-1,2	Орг.	3
Хлороформ (суды хлорлауда)	мг/л	0,2	С.-т.	2
Озон қалдығы	мг/л	0,3	Орг.	
Формальдегид (суды озондауда)	мг/л	0,05	С.-т.	2
Полиакриламид	мг/л	2,0	С.-т.	2
Активтелген кремний-қышқылы (Si)	мг/л	10	С.-т.	2

*норматив бойынша бекітілген зиянды заттың лимитирлеуші белгісі:*

*с.-т. - санитарлы-токсикологиялық, орг.- органолептикалық;*

Жеке жағдайларда, территорияльды санитарлы-эпидемиологиялық бақылау басқармасының келісімімен ауыз судағы хлор концентрациясы 1 мл/л дейін артуы мүмкін.

2) озон қалдығын араластырғыш камерасынан кейін 12 минуттан кем емес араласу уақытынан кейін тексереді.

**Кесте-25 Суды өңдеу үрдісінде түзілетін улы химиялық заттарды анықтау әдістері**

Көрсеткіш атауы	Нормативті құжат бойынша анықтау әдістері
Хлор бос қалдық	Титриметрия
Хлор байланысқан қалдық	Титриметрия
Хлороформ (суды хлорлау)	Газсұйық хроматография
Қалдық Озон	Титриметрия
Формальдегид (суды озондау)	Фотометрия, Флуориметрия
Полиакриламид	Фотометрия
Активтелген кремний қышқылы (Si б/ша)	Фотометрия
Подифосфаты (по PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	Фотометрия

Сонымен қатар суды залалсыздандыруда модифицирленген табиғи сорбенттер қолданылады.

Қазақстан Республикасындағы экономикалық маңызы жоғары өзендердің бірі Сырдария өзені. Бірақ Сырдария өзені суының басқа республика территориясынан бастау алуы себепті, олардың егістік және өнеркәсіпке қолданылған ағынды сулары әсерінен су құрамының Мемлекеттік стандарт талаптарына сай келмеуі байқалады. Сырдария өзенінің облыс экономикасы, оның ішінде ауыл шаруашылығында алатын орны ерекше. Соңғы 10 жылда өзенде жасанды ингредиенттер пайда болуынан өзен суы өзінің табиғи қасиеттерін жоғалтқан. Су сапасына жоғары құрамдық минералдық тұздары мен пестицидтері бар ауылшаруашылығының коллекторлық – дренаждық суларының құйылуы үлкен әсер етуде.

Сырдария өзені судың ластану индексіне сәйкес 3 - класты орташа ластанған су көздері қатарына жатады. Өзен суының гидробиологиялық көрсеткішіне қарағанда өзеннің төменгі ағысы ең лас сулар қатарына жатады. Зерттеулер нәтижесінде Сырдария өзені суының Қызылорда облысы халқының денсаулығы мен егін шаруашылығына зиянды әсерінің жоғарылығы байқалады. Судың кермектілігінің жоғарылығы халықты ауыз сумен қамтамасыз етудегі су құбырларының тез істен шығуын болдырумен қатар, адам ағзасының бүйрек, қуық және өт жолдарында тас пайда болуын және эзофагит ауруларының санын жоғарылатуда.

Ал, Сырдария суы құрамында фтор ионының өз нормасында болмауы және фторлау қондырғыларының елді мекендерде жоқтығынан зоб аурулары жиі кездеседі.

СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 талаптарына сай су құрамында ауру тудырғыш бактериялар кездеспеуі қажет. Дегенмен Сырдария суы құрамында ауру тудырғыш бактериялардың кездесуінен, әртүрлі ішек және басқа жұқпалы аурулар жыл сайын кезекті қайталанады.

Өзен суы құрамында кездескен кейбір бактериялардың патогенді сипатына тоқталсақ;

*Сальмонелла* – сальмонеллез ауруын бодырады. Сальмонеллаға монопатогенді ішек-қарын, А- паратифі және II-паратифтік қоздырғыштарын жатқызады.

*Шигелла* - дизентерия қоздырғышы.

*Клебсиелла* - энтеробактерия туысына жатады, әртүрлі ауруларды қоздыратын капсулалық бактерияларды біріктіреді. Пневмония және басқа ірінді-асқыну үрдістерін болдыратын – *K.pneumoniae*, *риносклерома* - *K. rinosclero-matis*, ауру тудырғыш бактериялар болып саналады. Бұл бактерия жоғарғы тыныс алу жолдарымен ішекке, әртүрлі ағзаларға және қан құрамына еніп, ірінді – қабыну үрдістерін, сепсис, менингит ауруларын тудырады.

*Стафилококктар* адам ағзаларында келесі ауруларды болдырады; пиодер-мия, фурункул, абсцесса; әртүрлі ағзалармен жасушалардың қабыну үрдіс-терін; цистит, остеомиолит, мастит; сепсис; тағамдық улану және өзгелер.

*Протей* әртүрлі түрдегі жұқпалы ауруларды туындатады. Ағзаларға жара және күйген терінің беткі бөлігі арқылы енген бактерия, ағзаларда ірінді – қабыну үрдісін дамытады.

Мұндай жағдайда суды тазарту және залалсыздандыру мақсатында экономикалық және экологиялық тиімді әдіс табиғи сорбенттерді модифицирлеп пайдалану болып табылады.

Минералдар арасында адсорбциялық қабілетіне қарай бірінші орынды монтмориллонит тобы: гумбрин, бентонит, кил, ионтронит алады. Ал қалған минералдар (монотермит, каолинит, асбест) микроағзалар клеткаларын аз мөлшерде адсорбциялайды. Адсорбенттер бактерия клеткаларын адсорбциялау қабілетіне қарай келесі қатармен орналасады. Дауэкс 1 > Дауэкс 50> гумбрин > бентонит > кил > аонтронит > монотермит > каолинит > асбест .

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Су тазарту әдістері қандай түрлерге жіктеледі?
2. Су тазартудың физико-химиялық әдісін түсіндіріңіз.
3. Суды механикалық тазалау әдісі қандай?
4. Суды тазалауда қолданылатын синтетикалық талшықтарды атаңыз.
5. Залалсыздандыру әдісі дегеніміз не?
6. Суды залалсыздандыруда қолданылатын реактивтерді атаңыз?
7. Суды залалсыздандыру қандай факторларға тәуелді?

#### 4.4.2 Ауыз су сапасына қойылатын талаптар және құрамын анықтау әдістері

Ауыз су құрамының сапасы жоғары органолептикалық және эпидемия, радиация және химиялық құрамы бойынша зиянсыз болуы қажет. Ауыз су құрамы гигиеналық нормаларға сай болуы керек. Ауыз су құрамының эпидемиологиялық қауіпсіздігі оның микробиологиялық және паразитологиялық көрсеткішімен сипатталады.

- термотолерантты колиформды бактерияларды анықтауда алынған 100 мл су үлгісіне 3 реттен зерттеу жасалынады

- сыртқы су беру және ішкі су жүйесі нүктелерінен 12 ай арасында алынған жыл бойында 100 – ден кем емес зерттеу үлгілерінде жалпы калиформ бактерияларының артуынан су үлгісінің 95 % рұқсат берілмейді.

- колифаг және цист лямблиялары тек сумен қамтамасыз ету жүйелерінде беткі су көздерінен тарату желілеріне суды беру алдында тексеріледі

- сульфитредуцирлеуші клостридий споралары суды өндеу технологиялары тиімділігін бағалауда анықталады.

Қазақстан Республикасы денсаулық сақтау министрлігінің 28.06.2004 ж № 506 бұйрығы бойынша «Мәдени-тұрмыстық су пайдалану және тұрмыстық –ауыз сумен қамтамасыз ету орындарына қойылатын санитарлық –эпидемиологиялық ережелер және нормалар» бекітілген. Соның ішінде «Орталықтандырылған ауыз сумен қамтамасыз ету жүйелерінде су сапасына қойылатын санитарлы –эпидемиологиялық талаптар» бойынша санитарлы –эпидемиологиялық ережелер және нормаларды қарастырайық.

#### Кесте-26 Сужинау орындарында суға сынама алу кезектілігі және саны

Көрсеткіштер	Бір жылда алынатын сынама саны	
	жерасты	Жер беті
Микробиологиялық	4(жыл мезгілі)	12(ай сайын)
Паразитологиялық	жүргізілмейді	12(ай сайын)
Органолептикалық	4(жыл мезгілі)	12(ай сайын)
Жалпы көрсеткіштер	4(жыл мезгілі)	12(ай сайын)
Бейорганикалық және	1	1
Органикалық заттар	1	1
Радиологиялық		

#### Кесте-27 Ауыз судың радиациялық қауіпсіздік көрсеткіші

Көрсеткіштер	Өлшеу бірлігі	Нормативтер	Зиянды көрсеткіші
Жалпы б-радиоактивтілік	Бк/л	0,1	Радиация
Жалпы в-радиоактивтілік	Бк/л	1,0	Радиация

**Кесте-28 Ауыз судың органолептикалық қасиеті**

Көрсеткіштер	Өлшеу бірлігі	Нормативтер, артық емес
Исі	балл	
Дәмі	балл	
Түсі	градус	20(35)
Лайлығы	БЛФ (формазин бойынша лайлану бірлігі) не/се	2,6 (3,5)
	мг/л (каолин бойынша)	1,5 (2)

**Кесте-29 Ауыз су сапасының микробиологиялық және паразитологиялық көрсеткіші**

Көрсеткіштер	Өлшеу бірлігі	Нормативтер
Жалпы микроб саны	Бактерия колониясы түзуші сан	1 мл-де 50-ден артық емес
Жалпы калиформды бактерия	100 мл бактерия саны	-
Термотолерантты калиформды бактерия	100 мл бактерия саны	-
Колифаг	100 мл БОЕ	-
Сульфитредуцирлі споралар	20 мл спора саны	-
Лямблиялар цисті	50 л цист саны	-

**Кесте-30 Ауыз су сапасының жалпы көрсеткіштерін анықтау әдістері**

Көрсеткіш атауы	Нормативті документ бойынша анықтау
Сутекті көрсеткіш	pH-метрмен өлшенеді, қателігі 0,1 pH көп емес
Жалпы минералдығы	Гравиметрия (ГОСТ 18164)
Жалпы мерметтік	Титриметрия (ГОСТ 4151)
Пермангантты тотығу	Титриметрия
Мұнай енімдері	ИК-спектрофотометрия
Анион-активті беттік активті заттар (БАЗ)	Флуориметрия, спектрофотометрия (СТ РКГОСТ Р 51211)
Фенольды индекс	Спектрофотометрия

**Кесте-31 Ауыз су құрамындағы кейбір органикалық заттарды анықтау әдістері**

Көрсеткіш атауы	Нормативті документ бойынша анықтау әдістері
г-изомер ГХЦ (линдан)	Газды-сұйық хроматография (СТРК ГОСТ Р 51209)
ДДТ (сумма изомеров)	Газды-сұйық хроматография (СТРКГОСТ Р 51209)
2,4-Д(2,4-	Газды-сұйық хроматография (СТРКГОСТ Р 51209)
Тертхлорлы көміртек	Газды-сұйық хроматография (СТРКГОСТ Р 51209)
Бензол	Газды-сұйық хроматография (СТРКГОСТ Р 51209)
Бенз(а)пирен	Хроматография Флуориметрия



**Кесте-32 Ауыз су құрамындағы кейбір бейорганикалық заттарды анықтау әдістері**

Көрсеткіш	Нормативті құжат бойынша анықтау әдістері
1	2
(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Фотометрия (ГОСТ 4192)
(Al <sup>3+</sup> )	Фотометрия (ГОСТ 18165). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309). Атомды-эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309). Флуориметрия
(Ba <sup>2+</sup> )	Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309). Фотометрия
(Be <sup>2+</sup> )	Флуориметрия (ГОСТ 18294). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309) Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
B, жиынтық	Флуориметрия (СТ РК ГОСТ Р 51210). Спектрофотометрия . Флуориметрия . Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309)
Fe, жиынтық	Фотометрия (ГОСТ 4011). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
Cd	Фотометрия . Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
Mn	Фотометрия (ГОСТ 4974). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
Cu жиынтық	Фотометрия (ГОСТ 4388). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).. Флуориметрия . Инверсионды вольтамперометрия
Mo, жиынтық	Фотометрия (ГОСТ 18308). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309)
As, жиынтық	Фотометрия (ГОСТ 4 132). Инверсионды вольтамперометрия . Титриметрия. Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды-эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
Ni, жиынтық	Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309). Фотометрия
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Фотометрия (ГОСТ 18826, ) Спектрофотометрия . Ионды хроматография
(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	Фотометрия (ГОСТ 4192). Ионды хроматография . Спектрофотометрия . Флуориметрия
Hg,	Атомды-абсорбционды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51212)
Pb, жиынтық	Фотометрия (ГОСТ 18293). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309) Флуориметрия . Инверсионды вольтамперометрия
Se, жиынтық	Флуориметрия (ГОСТ 19413). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия (СТ РК ГОСТ Р 51309).
Sr <sup>2+</sup>	Эмиссионды жалынды фотометрия (ГОСТ 23950). Атомды-эмиссионды спектрометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309.
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Турибидиметрия, гравиметрия (ГОСТ 4389) Ионды хроматография
F-	Фотометрия, потенциометрия с ионоселективным электродом (ГОСТ 4386). Флуориметрия . Ионды хроматография
Cl-	Титриметрия (ГОСТ 4245) ионды хроматография

$\text{Cr}^{3+}$	Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды-эмиссионды спектрометрия ( СТ РК ГОСТ Р 51309). Фотометрия . Хемилпоминометрия Фотокolorиметрия ГОСТ 26449.1
Дианидтер (CN-)	Фотометрия
$\text{Zn}^{2+}$	Фотометрия (ГОСТ 18293). Атомды-абсорбционды спектрофотометрия по СТ РК ГОСТ Р 51309. Атомды- эмиссионды спектрометрия ( СТ РК ГОСТ Р 51309). Флуориметрия . Инверсионды вольтамперометрия

СТ РК ГОСТ Р 51232-2003 стандартына сәйкес анықтау әдістері қарастырылды.

### Кесте-33 Су қурамындағы химиялық заттардың жалпы көрсеткіші

Көрсеткіштер	өлшеу бірлігі	Шекті рауалы концентрациясы - ШРК	Зиянды көрсеткіш	Қауіптілік класы
1	2	3	4	5
Жалпы көрсеткіштер				
Сутектік көрсеткіш	pH	6-9		
Жалпы минералдығы (құрғақ қалдық)	мг/л	1000 (1500)		
Жалпы кермектілік	мг-экв./л	7,0 (10)		
Перманганаты тотығу	мг/л			
Мұнай өнімдері	мг/л	0,1		
Беттік активті заттар (БАЗ),анион-активті	мг/л	0,5		
Фенольды индекс	мг/л	0,25		
Бейорганикалық заттар				
Алюминий (Al 3+)	мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba 2+)	мг/л	0,1	с.-т.	2
Бериллий (Be 2+)	мг/л	0,0002	с.-т.	1
Бор (B, жиынтық)	мг/л	0,5	с.-т.	2
Железо (Fe, жиынтық)	мг/л	0,3(1,0)	орг.	3
Кадмий (Cd, жиынтық)	мг/л	0,001	с.-т.	1
Марганец (Mn, жиынтық)	мг/л	0,1(0.5)	орг.	3

Медь (Cu, жиынтық)	мг/л	1,0	орг.	3
Молибден (Mo, жиынтық)	мг/л	0,25	с.-т	2
Мышьяк (As, жиынтық)	мг/л	0,05	с.-т	2
Никель (Ni, жиынтық)	мг/л	0,1	с.-т	3
Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	мг/л	45	с.-т	3
Ртуть (Hg, жиынтық)	мг/л	0,0005	с.-т	1
Қорғасын (Pb, жиынтық)	мг/л	0,03	с.-т	2
Селен (Se, жиынтық)	мг/л	0,01	с.-т	2
Стронций (Sr <sup>2+</sup> жиынтық)	мг/л	7,0	с.-т	2
Сульфаты (SO <sub>4</sub> )	мг/л	500	орг	4
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	мг/л	350	орг	4
Хром (Cr 6+)	мг/л	0,05	с.-т	3
Цианиды (CN <sup>-</sup> )	мг/л	0,035	с.-т	2
Цинк (Zn 2+)	мг/л	5,0	орг	3
Органикалық заттар				
у-ГХЦП (лицидан)	мг/л	0,002	с.-т	1
ДДТ (изомерлер жиынтығы)	мг/л	0,002	с.-т	2
2,4-Д	мг/л	0,03	с.-т	2

*норматив бойынша бекітілген зиянды заттың лимитирлеуші белгісі:  
с.-т. - санитарлы-токсикологиялық, орг.- органолептикалық;*

### Өзін-өзі бақылау сұрақтары:

1. Беткі су көздерінің ластану түрлері қандай?
2. Тұрмыстық ағызынды судың ластану дәрежесі қандай?
3. Ластану концентрациясы дегеніміз не?
4. Су тазарту әдістері қандай түрлерге жіктеледі?
5. Су тазартудың физико-химиялық әдісін түсіндіріңіз.

## **Зертханалық сабақтар**

### **Зертханалық жұмыс №1**

#### **Зертханалық жұмыстарды орындау техникасы.**

#### **Аналитикалық таразы, өлшеу ережелері және жұмыс істеу тәртібі**

#### **Зертханада жұмыс істеу ережелері**

Химиялық зертханада жұмыс істеуге кірісер алдында әрбір студент төмендегі ережелерді міндетті түрде есте сақтауы тиіс:

1. Жұмыс орнын тәртіппен таза ұстау. Егер стол үстіне зат төгілсе, не стол ластанса оны дереу сүртіп алу қажет. Ол үшін зертханада шүберек немесе сүлгі болуы керек.

2. Жұмыс орнында сабаққа қажеті жоқ портфель, бас киім тағы басқа заттар болмасын.

3. Аммиак пен қышқылдарды және денсаулыққа зиянды ұшқыш ерітінділерді жұмыс орнында қыздыруға рұқсат етілмейді. Ондай жұмыстар арнаулы тартпалы шкафта орындалады.

4. Қажетсіз қағаздар, сынған ыдыстар шелекке тасталынады.

5. Реактивтерді пайдаланғанда мынадай тазалық пен ұқыптылық сақталсын:

а) ерітінді құйылған шөлмектерді, құрғақ реактивтер салынған банкаларды жабық ұстаңыз, тек пайдалану алдында ғана ашыңыз;

ә) шөлмектерді жапқанда тығындарды ауыстырып алмау, ауысып кеткен реактивтер ластанып, пайдалануға жарамай қалады;

б) салынып (құйылып) алынған реактивтердің (ерітінділердің) артық мөлшерін ыдысқа қайта салмаңыз (құймаңыз), бұлай еткенде ол ластанып, жарамсыз болып қалуы мүмкін;

в) жалпы пайдалануға қойылған реактивтерді өз столыңызға қоймаңыз. Жалпы және жеке пайдалануға тиісті реактивтерді реттеп өз орындарына қойыңыз;

г) күміс тұзы ерітінділерінің артығын тартпалы шкафтағы арнаулы ыдысқа құйыңыз;

д) ерітінділері бар шөлмектерден реактивтерді құйғанда, оның этикеткасын (ластамау, бүлдірмеу үшін) әр уақытта үстіне қаратып алақанның астына келтіре ұстаңыз;

е) шөлмектен ерітінді құйып алу үшін, оны ашқанда тығынын қолда ұстаңыз, не тығынның ыдысқа енетін жағын жоғары қаратып стол үстіне қойыңыз;

ж) егер жұмысты орындағанда алынатын заттың мөлшері дәл көрсетілмесе, реактивтерді 1 – 2 миллиметрден артық алмаңыз. Реактивтерді үнемдеп жұмсауды есте сақтаңыз;

з) реактивтердің дәмін татуға болмайды, әйткені көптеген реактивтер организмге улы әсер етеді.

6. Зертханада кездейсоқ оқиғаларды болдырмау үшін сақтық шараларын естен шығармау керек.

7. Қыздырылған ыстық заттарды бірден стол үстіне қоймаңыз, өйткені столдың беті бүлінеді. Оларды (аспаптарды, құралдарды) асбест тордың үстіне қою керек.
8. Зертханада тыныштық сақталсын. Жұмыс кезінде студенттер қажет болған жағдайдың өзінде жайлап сөйлесуі керек.
9. Әрбір студент жұмыстарды жеке-жеке орындайды. Оқытушының айтуымен ғана жұмысты екеу ара, үшеу ара орындауға болады.
10. Тәжірибе шықпай қалғанда абыржымай тәжірибенің орындалуына көз жіберіп, жіберілген кемшілікті еске түсіріңіз. Оқытушыдан ақыл-кеңес алғаннан кейін тәжірибені қайта орындаңыз.
11. Жұмысты толық орындап болған соң, стол үстін тәртіпке келтіріңіз, содан кейін ғана зертханадан шығуға болады.

### **Зертханада жұмыс кезіндегі сақтық шараларын есте ұстау**

1. Улы және жағымсыз иісті заттармен жасалатын барлық тәжірибелер тартпалы шкафта орындалады.
2. Белініп жатқан газды ыдысқа еңкейіп иіскеуге болмайды. Газдың иісін ажырату қажет болған жағдайларда, оның ауамен қоспасын қолмен желпіп, сақтықпен иіскеу керек.
3. Күшті қышқылдарды, мысалы күкірт қышқылын сұйылтқанда қышқылға су құймайды, керісінше суға сақтықпен, ыдыстың қабырғасы арқылы күкірт қышқылын құяды.
4. Реактивтерді құйғанда бетке және киімге шашырамау үшін оған еңкейіп, не үңіліп қарауға болмайды.
5. Сұйық заттарды қыздырғанда да оған еңкейіп қарамаңыз. Сұйықтық ыдыстан шашырап кетуі мүмкін.
6. Пробиркадағы затты қыздырғанда, оның аузын өзіңізге не жолдастарыңызға қаратып қоймаңыз.
7. Егер бетіңізге не қолыңызға сұйықтық шашыраса, дереу сумен жуу керек. Күшті қышқылдың шашырандысын көп мөлшерде сумен, содан кейін қышқыл тиген жерді соданың әлсіз ерітіндісімен, ал сілті тиген жерді сабыны кеткенше сумен мұқият жуу керек.
8. Тәжірибелерді оңай от алғыш ұшқыш заттармен жасау оттан қашық жерде не тартпалы шкафта жүргізілсін.
9. Жанып жатқан бензин, спирт, эфирді сөндіру үшін жалынға құм шашады.
10. Горелка жалынында не қыздырылған заттар арқылы күйгенде, күйген жерді калий перманганаты ерітіндісімен шайып, күйкке қарсы қолданылатын сұйықтық сіңірілген мақтаны, не дәкені күйген жерге қою керек.
11. Уланғанда, кесіп алғанда және қатты күйгенде алғашқы көмек көрсетіп, тез арада дәрігерге хабарлау керек.
12. Зертханадан шығарда газ горелкалары шүмегінің жабықтығын және электр аспаптарының желіден ажыратылуын мұқият тексеріңіз

## Таразы және таразымен жұмыс істеу

Химиялық зертханадағы қажетті құралдың бірі – таразы. Әрбір студент таразымен жұмыс істей білуі керек. Әдетте, химия зертханасында технокимиялық, аналитикалық таразылар қолданылады. Технокимиялық таразыда зат 0,01 г дәлдікке дейін өлшенеді. Бұл таразы көбіне заттарды синтездеуде реакцияға кірісетін және реакция нәтижесінде түзілетін заттарды өлшеу үшін пайдаланылады.

Технокимиялық таразыда өлшеу барысында мына ережелерді есте сақтау керек.

1. Өлшеу барысында технокимиялық таразының дұрыс жұмыс істемейтіндігі байқалса, ал байқалған ақауды өлшеуші жөндей алмайтын болса, бұл туралы оқытушыға не лаборантқа қабарлайды.

2. Таразы табақшаларына ылғалды, былғаныш және қатты, ыстық нәрселерді, ұнтақ заттарды салуға болмайды.

3. Өлшенетін зат таразының сол жақтағы табақшасына, гирлер оң жақтағы табақшасының дәл ортасына салынады.

4. Гирлерді ластанудан сақтау үшін жалаң өзін стол үстіне қоюға болмайды. Гирлерді пинцетпен ұстап, өзіне сәйкес келетін қорап ұяшықтарына орналастыру керек.

5. Өлшеуге қажетті ұсақ гирлерді басқа таразының ұсақ гирлер салатын қорабынан алуға болмайды. Егер заттың салмағын теңестіруге алынған қораптағы ұсақ гирлердің біреуі не бірнешеуі жетіспесе, онда өлшеу реттілігінің дұрыс сақталмағандығы.

6. Зертханалық жұмыс барысында алынған затты бірнеше рет өлшеу қажет болса, тек бір таразыда ғана өлшеу ұсынылады.

7. Өлшеуді аяқтағаннан кейін таразыда бөгде заттар қалдырылмауға тиіс. Жұмыс аяқталғаннан соң таразыны және ұсақ гирлерді тексеріп, таразыны арретирлеп қою тапсырылады.

## № 2 Зертханалық жұмыс

### Өлшемдік ыдыстар және оларды қолдану ережелері

Көлемдерді өлшеу үшін, пипетка, бюретка және өлшемдік колбаларды қолданады.

#### 1.1 Бюреткалар

Бюретка титрлеу үшін қолданылады. Төменгі жағына резинка трубканың көмегімен созылған шыны ыдысқа трубка жалғайды. Резинка трубканың бос бөлігіне металл қысқыш немесе трубканың ішіне кішкене шыны шарик салады. Титрлеу кезінде резинка шлангты бүлдіретін ерітінділер қолданылса /мысалы, калий перманганаты/ шыны шүмегі бар бюретканы қолданады. Кейбір ерітінділер, әсіресе сілтілер көп қолданылған кезде резинка шланг орнынан қозғалмай қалады. Сондықтан әрбір қолданылған соң бюретканы мұқият тазалап отыру керек. Бюреткалар

миллилитрге, миллилитрдің ондық бөліктеріне бөлінген, нольдік белгілі бюретканың жоғарғы жағында орналасқан. Бюреткалар әр түрлі көлемде /25,50/ қолданылады.

**Бюретканы тазалау.** Сандық талдауда ыдыстың таза болуы үлкен маңызды. Ыдысқа дұрыстап қарағанда кір жоқ болса және су ыдыстың қабырғаларына қалып қоймай ағып кетсе, ыдыс сол уақытта ғана таза деп есептелінеді.

Ыдыстың қабырғаларында май болса, ол ыдыста тамшы қалады, сондықтан бюретканың ішін ыстық су құйып бюреткамен жуу керек. Одан соң судың орнына сода ертіндісін құйып бұл операцияны қайталап, соңынан бірнеше рет крандағы сумен шаю керек. Егер бұл әдіспен бюретка тазармаса, онда бюретканы «хром қоспасымен» яғни қалай бихроматы  $K_2Cr_2O_7$  мен коцентрленген күкірт қышқылының ертінділерінің қоспасымен жуу керек. Ол үшін хром қоспасын тазаланатын бюреткаға құйып, ішкі қабырғаларын сүртіп шығады. Одан соң хром қоспасын алынған ыдысқа қайтадан құйып қою керек: оны бірнеше рет қолдануға болады.

Хром қоспасын қолданғанда өте сақ болу керек, себебі қоспа күйдіргіш.

Майды кетіргіш тотықтырғыш қоспамен жуған соң бюретканы бірнеше қайталап крандағы сумен жуып сосын 2-3 рет дистилденген сумен шаю керек. Жуған кезде бюретканың аузын саусақпен жабуға болмайды, себебі ол қайтадан майланады. Дистилденген сумен шайған соң 2-3 рет бюретканы толтыратын заттың аз мөлшерімен шаю керек.

Бюретканың шүмегіні майлау. Шүмек пен цилиндрдің ескі майларын қағаз салфеткамен ұқыпты сүртіп, шүмектің тесігін бітеп алмай ақырындап майлау керек. Шүмекті цилиндрге салып тез-тез айналдыру керек. Егер дұрыс маайланса, шүмек пен цилиндрдің жанасу беті түссіз болып көрінеді, сұйық ақпайды және май бюретканың ішіне ағып түспейді.

**Көлемді өлшеу техникасы.** Бюреткадағы /пипеткадағы/ сұйықтық беті айқын қисайып тұрады: бұл қисаю мениск деп аталады. Есептеу нүктесі ретінде менискінің төменгі жағы алынады. Осы минимумды өте дәл анықтау үшін бөлінген шкаланың артына жартысы ақ, жартысы қара қағаз жапсырылған картон қою керек. Егер осы экранды қара жағымен менискадан 1мл төмен болатындай етіп орналастырылса, онда мениска шағылудың әсерінен айқын көрінеді.

Бюретка бойынша есептеуден жіберілген қателікті титрлік өлшеуде жіберілген қателіктердің маңызды біреуі деп есептейді.

Көлемді есептегенде көз сұйық деңгейінде болуы керек, әйтпесе қате кетуі мүмкін. Егер сұйық деңгейінен /1/ жоғары болса, онда өлшенген көлем нағыз көлемнен төмен болады, ал егер байқау нүктесі төмен болса/3/, онда шамасы бойынша қарама-қарсы болады.

**Бюретканы толтыру.** Бюретканы жоғарғы жағына қойылған воронканың көмегімен толтырып, сосын воронканы алып тастайды. Сұйықты нольдік белгіштен 2-3 см жоғары құяды. Бюретканың төменгі тартылған жерінде ауа қалмауын мұқият қадағалау қажет. Ауаны шығару үшін қысқышты ашып, сұйықты қатты ағынмен қолбаға немесе стаканға ағызып

алу керек. Шыны шүмектік бюреткадан ауаны шығару үшін алдындағы әдісті қолдануға болмайды. Ол үшін бюретканың төменгі бөлімін берілген ерітіндіге салып шүмекті ашып, бюретканың жоғарғы жағындағы аузы арқылы грушамен аздаған сұйықтықты сорып алып, сосын бюретканы толтыру керек. Бюреткадағы сұйық деңгейін төменгі мениск бойынша нольге қояды.

### **Бюреткамен жұмыс**

1. Титрлеу. Колбаның астына және жанына ақ қағаз салады. Бюретканың ұшын колбаның аузына салады. Оң қолмен колбаны араластырып, сол қолмен бюретканың шүмегін бұрап, бақылап отырады. Бастапқыда титрантты порциямен 1мл –ден немесе осы мөлшерде құяды. Титрлеу аяқталуға жақындағанда, яғни ерітіндінің түсі өзгере бастағанда құйылатын реагенттің мөлшерін азайтады. Эквиваленттік нүктесі жақындаған сайын жұмысшы ерітіндісін тамшылатып құяды.

2. Әрбір титрлеудің алдында бюретканы ерітіндімен нольдік белгішке дейін/воронкамен/ толтырып отыру керек. Бюретканың әрбір бөлімін әр түрлі болатындықтан, бір бөлігінде титрлеп, көлемін өлшегенде қате аз жіберілетінін есте сақтау керек.

3. Титрлеудің дұрыс нәтижелерін алу үшін титрлеуге жұмсалатын көлем бюретканың көлемінен көп те және одан да аз болмауы керек. Егер біз бір тамшы /0,02-0,05мл/ титрлесек, 25 мл-к көлемді титрлеуге 0,08% қате жібереміз, егер титрлеуге тек қана 25 мл кетсе, сонда сол тамшы /0,02-0,05/ 10 есе көп қате жібереміз, яғни 0,8%. Сондықтан титрлеуге титрленетін ерітіндінің көлемі мен концентрациясы әрекеттесетін жұмысшы ерітіндінің көлемі 20-30 мл-дей болатын жағдай жасау керек.

4. Бюретканың көмегімен көлемі 0,02 мл дәлдікте есептеледі. Бюретка тек миллилитрдің ондық бөлігінде ғана болғандықтан миллилитрдің жүздік бөлігі көз мөлшерімен алынады.

### **1.2. Пипеткалар**

Барлық пипеткалар дәл өлшенген сұйықты бір ыдыстан екінші ыдысқа құю үшін пайдаланылады. Пипеткалар өлшемді және жай екіге бөлінеді. өлшемдік пипеткалар калибрленген Мор пипеткасы деп аталады, бірақ мұнда өлшенген көлем бюреткада өлшенген көлемдей емес, дұрыс болмайды, көп қате жіберіледі. Стандартты ерітінділердің аликводтық бөлімін өлшемдік пипеткамен емес, қай пипеткалармен өлшейді. Жай пипеткалар – ортасы кеңейтілген ұзын шыны трубкалар. Пипетканың жоғарғы тартылған жерінде сызық болады. Сол сызыққа шейін пипетканы ерітіндімен толтыру керек. Пипетканың кеңейген жерінде көлемі және пипетканың бөліктерге бөлінген температурасы көрсетілген.

**Пипетканы тазалау.** Пипеткаларды құбырдағы сумен бірнеше рет жуу керек, егер пипетка май болса, онда оны алдында көрсетілген бюретканың майын кетіргендей тазалау керек. Сұйықты әлсіз вакуумды қолданып пипеткаға сорып алады, байқаусызда сұйықты жұттып қоймау үшін сұйықты пипеткаға ауызбен соруға болмайды. Сұйықты сору үшін міндетті түрде резина груша қолданылады. /сурет 5а/. Пипетканы жуу үшін жуғыш



ерітіндіні пипетканың үштен біріне дейін толтырып, су құбырының раковинасының үстінде горизонталь үстеп, ішкі қабырғаларының барлығы жуылуы керек, байқап айналдыру керек. Ешқашан жуған кезде пипетканың жоғары және төменгі тесіктерін саусақпен жауып ұстауға болмайды. Сонан соң 2-3 рет дистилденген судың аз мөлшерімен шайып, 2-3 рет пипетканы толтыратын ерітіндімен шаю керек.

**Пипетканы толтыру.** Пипетканы ерітіндіге салып грушаның көмегімен биелігіден 2см жоғары кылып ерітінді толтырып алады, сонан соң саусақпен сұйық ағып кетпек үшін жабады. Сонан соң пипетканы вертикаль жағдайынан кішкене бұрып сыртын фильтр қағазымен сүртеді де, пипетканы сұйық ағатын шыны ыдыстың қабырғасына тигізіп, менисканың сұйық ағатын ыдыстың қабырғасына тигізіп, менисканың төменгі шеті белгімен бірдей болғанша сұйықты ағызып алады.

Пипетканы тасымалдау және ерітіндіні құйып алу. Пипетканы ерітінді пипетканың төменгі ауыз жағынан жоғарғы жағына ауысу үшін ақырындап, қисайтып тасымалдау керек. Пипетканы ерітінді құйып алатын ыдыстың /қабылдағыштың / үстіне ұстап, сұйықты ағызып алады, сонан соң пипетканың ұшын ыдыстың ішкі қабырғасына тигізіп 20 есе сұйық толық ағып біткенше тосады. Одан соң пипетканың ұшынан ең ақырғы тамшы біткенше өз осінде айналдырып ыдыстан алады. Пипетканың ұшында қалған аз көлемді үрлеп, шайып қабылдағышқа құюдың қажеті шамалы. Жұмыстан соң пипетканы дистилденген сумен ұқыпты түрде шаю керек.

### **1.3. Өлшегіш колбалар.**

Өлшегіш колбалар зерттелетін ерітінділерді белгілі бір көлемге дейін сұйылту үшін қолданылады. Сонымен қоса титрленген ерітінділерді дайындау үшін қолданылады. Титрленген ерітінділер деп концентрациясы белгілі ерітінділерді айтады. Өлшегіш колбалар сұйықты өлшеп алу үшін көрсетілген сызығы бар ұзын тар мойынды ыдыс. Көлемдер әр түрлі /50,100,200, 250,500,1000мл/. Көлемдері қандай температурада бөліктенгені колбаға көрсетіледі. Колбаны пипетка мен бюретканы жұмысқа дайындағандай шаралар жасап жұмысқа дайындайды,яғни ішкі қабырғалары май болса,хром қоспасымен немесе басқа май кетіретін қоспалармен жуады. Сонан соң бірнеше рет су құбырындағы сумен 2-3 рет дистилденген сумен шаяды. /Ешқашан колбаны шайғанда аузын саусақпен жабуға болмайды/. Өлшегіш колбалар зерттелетін ерітіндінің белгілі мөлшерін сұйылту үшін және титрленген ерітінді дайындау үшін қолданылатындықтан пипетка мен бюреткадағы тәрізді сол дайындаған ерітіндімен колбаны шаюға болмайды. Өлшегіш колбаны толтыру үшін алғашқыда воронка арқылы шайғыштан /промывалка/ немесе дистилденген суы бар шлангалы бутылкадан құяды, сонан соң белгіге 1-0,5см қалған кезде суды тамшылатып пипеткамен құяды.

### **1.4. Өлшегіш цилиндрлер**

Өлшегіш цилиндрлер көлемді дәл өлшеу үшін пайдаланылмайды. Бұларды анализде көлемдері тура дәлдікті керек етпейтін жағдайларда қолданылады. Барлық өлшеуіш приборлар белгілі +20<sup>0</sup> бөліктенеді. Бұл приборларды қолданғанда көлемдерін дәл осы температурада өлшейді /20-

25%. Кейбір заттар мысалы, бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , суық суда нашар ериді, ал ыстық суда жақсы ериді, сондықтан бураны өлшеуіш колбаға салып, ерітіндінің көлемін колбаның жартысына дейін жеткізіп, ыстық суда ерітеді. Сонан соң ерітіндінің үй температурасына дейін салқындатып, тек одан кейін ғана колбадағы сұйықтық көлемін дистилденген су қосып белгіге дейін жеткізеді.

Көлемдік анализде бұл көрсетілген өлшеуіш приборлардан басқа титрлеуге арналған конус тәрізді колбалар, жұмысшы ерітінді дайындайтын бутылкалар қолданылады. Бұлар да жұмыс алдында тазаланып жуылуы қажет.

### 1.5. Стандартты ерітінділер

Стандартты немесе титрленген ерітінділер дегеніміз концентрациялары белгілі ерітінділер. Мұндай ерітінділерді дайындаудың екі әдісі белгілі.

1-әдіс. Аналитикалық таразыда химиялық заттың нақты мөлшерін /бірінші стандарт/ өлшеп алады, өлшеуіш колбаға ерітеді, көлемін менисканың төменгі шетімен бірдей қылып белгіге шейін жеткізеді.

Таза заттың салмағын біле отырып, колбаның көлемін біле отырып, алынған ерітіндінің концентрациясын есептейді. Осы ерітіндінің титрі.

$$T = q/v \text{ [г/см}^3\text{] тен.}$$

Мұндағы,  $T$  - заттың титрі яғни 1 мл ерітіндідегі заттың граммен алынған мөлшері.

$q$  - заттың граммен алынған салмағы.

$v$  - колбаның миллилитрмен алынған көлемі.

Осы әдіспен титрленген ерітінді стандартты ерітінді деп аталады.

Стандартты ерітінділерді дайындау үшін қолданылатын қосылыстар мынадай талаптарға сай болуы керек:

1. Қосылыстың құрамы формулаға сәйкес болуы керек. Құрамында гидраттанған су болмауы керек.

2. Зат химиялық таза болуы керек.

3. Зат сақтауға шыдамды болуы керек, яғни атмосфера компоненттерінің әсеріне төзімді болуы керек. / Суды адсорбцияламау және ауадан көміртек диоксидін сіңірмеу керек. /

4. Зат мүмкіндігінше үлкен эквивалентті массада болуы керек, заттың массасы артқан сайын өлшеуіштердің салыстырмалы қатесі кемиді.

Жоғары көрсетілген талаптарға сай бірінші стандарт, негізгі немесе қалыптасқан деп аталады, себебі осы қосылыстардың көмегімен 1-ші әдіспен дайындауға болмайтын заттардың концентрациясын анықтауға болады.

2-ші әдіс. Егер зат стандартты заттарға қойылатын талаптарға сай болмаса, жуық шамамен берілген концентрациядағы ерітіндіні дайындап стандартты ерітіндінің көмегімен нағыз концентрациясын анықтайды. Мысалы, күйдіргіш натрийдің тура нағыз концентрациясын анықтау үшін бірінші стандарт ретінде қымыздыққышқылдың  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  қолданады.

Концентрациялары стандартты заттардың көмегімен анықталатын ерітінділерді салыстырмалы ерітінділер деп атайды.

3-әдіс. Титрленген ерітінділерді дайындау үшін сонымен қоса «фиксаналдар» қолданылады. Фиксанал деп дәл өлшенген /массасы, көлемі/ заты бар аузы бекітілген шыны ампулаларды айтады. Титрленген ерітінді дайындау үшін ампуланы тазартып, дистилденген сумен шайып, соққыш құрылғының /бойка/ көмегімен өлшеуіш колбаның үстіне қойылған фиксаналдың екі жағынан сындырады. Одан соң дистилденген сумен шайып, өлшегіш колбаға зат толық ерігенше дистилденген су құяды. Колбадағы затты колбаның аузын тығынмен жаппай дөңгелетіп айналдырып ерітеді. Зат толық еріген соң колбадағы ерітіндінің көлемін белгіге шейін дистилденген сумен құйып, тығынмен жауып колбаның ішіндегіні жоғарыдан төмен, төменнен жоғары айналдырып жақсылап араластырады.

### №3 Зертханалық жұмыс

**Барий хлоридінің кристаллогидратындағы кристалданған суды анықтау**

*Тәжірибе жасау.* Таза және құрғақ аузы жабылған бюксті аналитикалық таразыда өлшейді. Барий хлоридінің 1,5 г мөлшерін бюкске салып тағы да өлшейді. Осы бюксті 2 сағат 120-125<sup>0</sup>С –да кептіргіш шкафқа қойып алады да эксикаторда 20 минут салқындатып аналитикалық таразыда өлшейді. Сонан соң қайтадан бюксті кептіргіш шкафқа 1 сағат қойып, эксикаторда салқындатып тағы да өлшейді. Алғашқы өлшенген мөлiмет пен соңғы өлшем мәнінің арасындағы айырмашылық 0,0002 г артпаса кристалданған судың толық бөлінгені деп есептеледі.

*Талдау нәтижелерін есептеу.* Кристалды судың массалық үлесі мына өрнекпен анықталады:

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O}) \cdot 100\%}{m(\text{талданатын зат})}$$

мұндағы;

$m(\text{талд. зат}) = m$  - талданатын зат массасы  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ол бюкстің затпен қосқандағы массасынан, бос тигельдің массасын алғанға тең.

$m(\text{H}_2\text{O}) = m$  –барий хлориді кристаллогидратындағы су массасы, ол кептіргенге дейінгі заттың бюксмен қосқандағы массасынан, кептіргеннен кейінгі бюкстің затпен қосқандағы массасын  $m_{\text{ц}}$  алғанға тең.

Абсолютті және салыстырмалы қателіктерді төмендегі келтірілген формуламен есептейді.

$D = (x - a)$ , мұндағы  $D$  – абсолют қате;  $x$  – практикалық мән;  $a$  – теориялық мән.

#### №4 Зертханалық жұмыс

**Барий хлоридіндегі барийді анықтау  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (кристалды тұнба)**

##### *Тәжірибе жасау:*

Талдау жұмысын жүргізу үшін көлемі 250 – 300 мл және 100 – 150 мл термиялық тұрақты стакан, шыны таяқша, воронка, «көк белдеулі» күлсіз сүзгіш қағаз және тұрақты масаға дейін кептірілген фарфор тигелі қажет.

Таза және құрғақ бюксге 0,2-0,25г барий хлориді кристаллогидраты өлшенеді. Бос бюкс масасасы мен заты бар бюкс массасының айырмашылығы барий хлоридінің масасасын береді. Өлшенген барий хлориді көлемі 250 – 300 мл химиялық таза стаканға салынады. Бюкс қабырғасын бірнеше рет дистилденген сумен жуу қажет. Стакандағы судың барлық көлемі 80-100 мл-ден аспауы қажет. Барий хлориді ерітіндісіне 3-5 мл 2М НСІ қосылады. Ерітіндіні шыны таяқшамен жақсылап араластырады. Басқа стаканға тұндырғыш күкірт қышқылының ерітіндісі дайындалады.

Тұнбаға түсіргіштің көлемін есептеу. Мұндай есептеу жұмыстары химиялық тендеулерге сүйеніп жүргізіледі. Тендеу бойынша  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  1 моль эквиваленті (122г), 1 моль эквивалент  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – пен (49г) әрекеттеседі. Егер тұнбаға түсіргіш заттың мөлшері 1,5 есе көп болу керек екенін ескерсек онда көлем тәмендегі формуламен анықталады.

$$V_{\text{мл}}(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ еріт.}) = \frac{1,5 \cdot m(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) 1000}{M_3(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})C_3(\text{H}_2\text{SO}_4)}$$

$M_3(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{1}{2} M(\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 122$  г/моль эквиваленттің мольарлық массасы.

Көбінде нормальдық концентрациясы  $C_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$  моль/л күкірт қышқылы ерітіндісінен 4 – 8 мл жұмсалады.

Екінші стаканға есептеп табылған, концентрациясы  $C_3(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1$  моль/л күкірт қышқылы ерітіндісі құйылады. Қышқылдың үстіне 30 мл дистилденген су қосылып қыздырылады. Екі стаканда электр плитасына қойылып қыздырылады. Ерітінділер қайнау температурасына жақындаған кезде барий хлориді ерітіндісіне аздаған мөлшерде қышқыл ерітіндісін біртіндеп үздіксіз шыны таяқшамен араластыра отырып қосады. Барий нондарының толық тұнбаға түскенін тексеру қажет. Ол үшін тұнба бетіндегі ерітіндіге стакан қабырғасымен 2 – 3 тамшы қышқыл ерітіндісін қосады, егер лайлану байқалмаса, онда барий ионының тұнбаға толық түскені болып саналады. Таяқшасы бар стаканды қағазбен тығыз жауып келесі сабаққа қалдырады. Тұнбаны сүзу үшін өте тығыз «көк белдеулі» сүзгіш қағазы қолданылады. Сүзгіш қағазды шұңғымаға орналастырып, шұңғыма қабырғасына тығыз жабысу үшін дистилденген сумен сулайды. Онан соң тұнба үстіндегі ерітінді сүзіледі. Ал стакандағы тұнбаны 2-3 рет 15-20 мл көлемде жуғыш сұйықтықпен (200 мл суға 2-4 мл 1М  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дайындалған)

декантациялайды. Тұнба ыдыс түбіне шөккеннен кейін, үстіндегі ерітінді тағы да сүзіледі. Бұл операция 2 – 3 рет қайталанады. Осылайша (декантация әдісі) жуылған тұнбаны толығымен шыны таяқшаның көмегімен шұңғымадағы сүзгіш қағазға салады. Мұндағы тұнбаны тағы да аммоний нитраты ерітіндісімен ( 100 мл суға дайындалған 3 мл 33% -ды  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  ) хлор ионынан толық арылғанша жуады. Толық жуылғанын тексеру үшін сүзгіден өткен ерітіндіден біраз 1 – 2 мл пробиркаға құйып алып оның үстіне 2 – 3 тамшы күміс нитраты ( $\text{C}_0(\text{AgNO}_3) = 1$  моль/л) ерітіндісін қосады. Егер лайлану байқалмаса, онда тұнба хлор ионынан тазартылған болып саналады. Бұдан кейін шұңғымадағы тұнбаны ыстық дистилденген сумен жуа отырып сульфат ионынан тазартады. Сүзгіден өткен ерітіндіге барий хлориді ерітіндісін қосқанда лайлану байқалмаса жуу процесін тоқтатады.

Жуып тазартылған тұнбаны сүзгіш қағазымен бірге орап, алдын ала тұрақты массаға кетірілген фарфор тигельге салады. Тигельді электр плитасына қойып қағаз жана бастағанша кептіреді. Сонан соң фарфор тигельді темір қысқышпен алдын ала қыздырылған температурасы  $600 - 800^\circ\text{C}$  болатын муфель пешінде 40-37. минутқа қалдырады. Фарфор тигельді эксикаторға салып белме температурасына дейін салқындатады да салмағын таразыда өлшейді. Қыздыру және эксикаторда салқындату процесін масса тұрақты болғанша бірнеше рет жасайды. Тұнбасы бар тигель массасымен соңғы екі өлшеу айырмашылығы 0,0002 г аспауы қажет.

*Талдау нәтижелерін есептеу.* Талданған заттың құрамындағы барийдің массалық үлесін мына формуламен табады.

$$W(\text{Ba}) = \frac{m(\text{өлшенген форма}) \cdot 100\%}{m(\text{талдан. зат})}, \text{ мұндағы}$$

$m(\text{өлшенген форма})$  -  $\text{BaSO}_4$  тұнбасы гравиметриялық өлшенетін формасының массасы;

$m(\text{талдан. зат})$  – талданатын зат ( $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) массасы;

$F = \frac{M(\text{Ba})}{M(\text{BaSO}_4)}$  - гравиметриялық көбейткіш – есептеу факторы.

## № 5 Зертханалық жұмыс

### Темір хлориді ерітінділеріндегі темірді (III) анықтау

#### Тәжірибе жасау:

Талдау жұмысын жүргізу үшін сымдылығы 250 – 300 мл термиялық тұрақты таза стакан, көлемі тұнбаны жуатын сұйықтық, шыны таяқша, воронка, «ақ», «қызыл» белдеулі күлсіз сүзгіш қағаздар және тұрақты массаға дейін жеткізілген фарфор тигелі қажет.

Стакандағы зерттелетін бақылау ерітіндісіне 1-2 мл 2М  $\text{HNO}_3$ , азғана құрғақ аммоний нитратын қосып қайнағанша қыздырады. Концентрлі аммиак ерітіндісін аморфты тұнбаларды түсіру жағдайларын ескеріп, тұнбаға түсіргішті жылдам, темір ерітіндісін шыны таяқшамен араластыра отырып аммиак иісі шыққанша қосады. Тұнба үстіндегі ерітінді мөлдірленген кезде, тұнбаның толық түскен – түспегені тексеріледі. Ол үшін 2 – 3 тамшы аммиак ерітіндісі стакан қабырғасымен темір ерітіндісіне қосылады. Содан кейін тұнбаның толық түскен – түспегені жоғарыдағыдай тексеріледі. Лайлану байқалмаса тұнбаны бірден сүзіп ерітіндіден бөліп алады. Тұнбаға түсіру процесі аяқталғаннан кейін осы ерітіндіге 100-150 мл ыстық су қосылады. Ерітіндіні тұнба шөккенше 5 минут қалдырады. Содан соң күлсіз «қызыл»сүзгі қағазы арқылы тұнба үстіндегі ерітінді сүзіледі. Қалған тұнба декантация әдісі бойынша жуылады. Стакандағы тұнба бірнеше рет ыстық сумен жуылады. Содан кейін сүзгіге салып аммоний нитраты және аммоний гидроксиді бар қоспаны салқын сумен құрамындағы хлорид ионы жойылғанша жуады сынаманы күміс нитратымен тексеру).

Жуылған тұнбаны кептіру шкафында кептіріліп сәл ылғал күйінде тигельге ауыстырылады. Сүзгі қағазы көмірлене бастағанша электр плитасына қойылады. Содан кейін тигельді темір қысқышпен температурасы  $900 - 1000^\circ\text{C}$  муфель пешіне салып, тұрақты массаға дейін қыздырады. Бірінші 25-30 мин, ал екінші рет 10-15 минут қыздырылады.

Талдау нәтижесін есептеу.

$$F = \frac{2M(\text{Fe})}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)}$$

$m(\text{Fe}) = m(\text{өлшенетін форм.}) \cdot F$ , мұндағы- гравиметриялық көбейткіш – есептеу факторы.

$m(\text{өлшен. форм.})$ - гравиметриялық өлшенетін форманың  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  массасы

## № 6 Зертханалық жұмыс

### Су объектілерінің органолептикалық қасиеттерін анықтау

**Органолептикалық қасиеттер.** Органолептикалық қасиеттер көру (лайлылық, түстілік) және иіс сезу (иіс) органдарымен анықталады. Қанағаттандырылмайтын органолептикалық қасиеттер судың ластануын көрсетеді. Алғашқы су сапасын бағалау, оның температурасын, органолептикалық қасиетін анықтау суатта жүргізіледі. Судың температурасын анықтау жылулық ластануды бақылау үшін қажет, сондықтан өлшеуді бір-бірінен бірнеше 100 м қашықтықта болатын бірнеше нүктелерде жүргізу керек. Ерекше назар аударарлық зат, бұл суатқа құятын жылға, өзен, ақаба сулары болуы тиіс. Өлшенген температуралардың бірнеше градус (температуралық градиенттер) айырмашылығы болса, жылулық ластану жайында айтуға болады.

Су сапасының органолептикалық бағалануы – суды бақылаудың алғашқы міндетті санитарлы-химиялық процедураларының бірі.

#### 1. Иісті анықтау

Судың иісі, суға табиғи жолмен немесе ақаба суларымен түскен, иіс аңқығыш ұшқыш заттарға негізделген. Барлық дерлік органикалық заттардың иісі болады және ол суға бөріледі. Әдетте, иісті белме (20°C) және жоғары (60°C) судың температурасында анықтайды.

Иісті субъективті өзіндік сезінулерге байланысты екі топқа бөледі:

- 1) Табиғи шығу тегі (тірі және өлі организмдер, топырақтың әсері, су өсімдіктері және т.б.);
- 2) техногенді қасанды шығу тегі. Әдетте ондай иістер суды өңдеу барысында едәуір өзгеріске ұшырайды.

#### Құрал-жабдықтар және реактивтер:

250-500 мл тығыны бар колба немесе тығыны бар нөмірленген пробиркалар, штатив (иісті мойны кең колбада анықтау қолайлы);

#### Жұмыстың барысы:

- 1) колбаның 1/3 бөлігіне су құйып, тығынмен жабыңыз;
- 2) колбаның құрамын шайқаңыз;
- 3) колбаны абайлап ашыңыз да, байқал дем тартыңыз, бірде иістің интенсивтілігін және өзгешелігін анықтаңыз. Егер иіс бірден сезілмесе немесе анық болмаса, онда колбадағы суды 60°C температураға дейін қыздырып, тәжірибені қайталауға болады.

#### 1-кесте - Иістің қарқындылығы

Иістің қарқындылығы	Иіс білінуінің сипаты	Балл
Жоқ	Иіс сезілмейді	0
Өте әлсіз	Иісі сол ғана білінеді	1
Әлсіз	Егер көңіл аударса, иіс білінеді	2
Айқын	Иіс оңай білінеді	3
Анық	Иісі көңіл аудартады, ішуге келмейді	4
Өте қатты	Иісі соншама қатты, ішуге мүлдем келмейді	5

## 2-кесте - Иістің қасиетін анықтау

Табиғи шығу тегі	Жасанды шығу тегі
Анық емес (немесе жоқ)	Анық емес (немесе жоқ)
Топырақты	Мұнай өнімді
Шіріген	Хлорлы
Көгерген	Сіркелі
Жертезекті	Фенолды
Шөптесін	Күкіртсутекті
Басқа (қандай екенін көрсетіңіз)	Басқа (қандай екенін көрсетіңіз)

Судың иісін, ауада бөгде иісі жоқ жерде зерттеу қажет. Иістің интенсивтілігін және қасиетін бірнеше зерттеушілер анықтаса дұрыс болар еді.

## 3-кесте - Иістің сипаты

Символ	Иістің сипаты	Иістің жуық түрі
X	Хош иісті	Қиярлы, гүлді
Бат	Батпақты	Тұнбалы, балдырлы
Шір	Шіріген	Фекальды, ақаба
A	Ағашты	Ылғалды жоққаның, ағаштың иісі
T	Топырақты	Жаңа жыртылған жердің бозданған иісі
Бал	Балықты	Балық, балық майы
K	Күкіртсутекті	Шіріген жұмыртқа
Шөп	Шөпті	Жаңа шабылған шөп, пішеннің иісі
Бел	Белгісіз	Шығу тегі табиғи иіс

### 2. Температураны анықтау

#### Құрал-жабдықтар:

- 1) калибрленген термометр;
- 2) үлгіні іріктегіш (судың тереңдігін өлшеу үшін).

#### Жұмыс барысы:

Термометрді үштен бір бөлігіндей ғана етіп, 5 минутқа суға батырыңыз;

- термометрді судан алмай, көрсеткішін санап шығарыңыз (минималды белудің жартысына дейінгі дәлдікпен);

- жылулық ластануды зерттегенде, бір-бірінен 100 м қашықтықта суаттағы бірнеше орындардың су температурасын анықтаңыз. Температуралардың айырмашылығын есептеңіз.

### 3. Судың түстілігі

Түстілік – темір қосылыстардың кешенді және гуминді заттардың болуымен негізделген табиғи сулардың кәдімгі қасиеті. Судың түсі суат түбінің құрылымына және қасиетіне, су өсімдіктерінің сипаты және суатқа жақын келген топырақтарға, бассейндегі шалшық және жертезектерге, т. б. тәуелді болуы мүмкін.



Пробиркалардың биіктігі 10-12 см-дей су түсінің сипатын сапалы түрде анықтауға болады. Судың түсін немесе түстілігін анықтау, ақаба сулардың анализі немесе табиғи сулардың бояу сапалығының бағалануы бойынша ғана әзекті. Ауыз судың түсі болмайтынын білеміз.

Су бағанасының сәйкес биіктігі аспауы тиіс: шаруашылық-ауыз су суаттарының сулары үшін тағайындалады– 20 см; мәдени-тұрмыстық – 10 см.

**Құрал жабдықтар:**

- 1) Биіктігі 15-20 см шығы пробирка;
- 2) ақ қағаздың бір беті (фон ретінде)

**Жұмыстың барысы:**

- пробирканы 10-12 см-ге дейін сумен толтырыңыз;  
 - жеткілікті жарықпен (күндізгі, жасанды) ақ фонда пробирканы қарап, судың түстілігін анықтаңыз.

Төменде келтірілген 6- кесте бойынша сіздің жағдайыңызға сәйкес түстің астын сызыңыз немесе бос жолды толтырыңыз.

**4-кесте - Судың түстілігі**

Судың түстілігі
Әлсіз-сары
Ашық-сары
Сары
Интенсивті-сары
Қоңырлу
Қызыл-қоңыр
Басқа (қандай екенін көрсетіңіз)

**4. Судың лайлылығын (мөлдірлігін) анықтау**

Судың лайлылығы шығу тегі әртүрлі ерімейтін немесе коллоидты бөлшектердің, судағы өлшенген ұсақ дисперсті қоспаларға негізделген. Судың лайлылығы кейде басқа сипаттарымен негізделеді:

- Тұнбаның болуы, ол едәуір көзге көрінетін, үлкен, өте үлкен немесе болмауы да мүмкін (мм);
- ірі дисперсті қоспалардың немесе өлшенген заттар санының болуы (1л суға қоспа массасының 1мг өлшенеді);
- мөлдірлік су бағанасының биіктігін өлшегендей болады, одан қараған кезде, ақ қағаздағы стандартты мөрлі шрифт көрінуі керек.

Биіктігі 10-12 см лайөлшегіш пробиркадағы бағанның лайлану дәрежесі бойынша, лайлылықты анықтау үшін визуальді әдісті қолданады. Пробирканың лайлылығын келесі сапа бойынша анықтайды: мөлдір; әлсіз опалесцирентті (минералдың атауы – қараңғы фонда жақсы бақыланатын, бүйір жарық барысында коллоидты ерітінділердің жарықтану құбылысы); опалесцирентті; әлсіз лайлы, лайлы, өте лайлы.

**Құрал-жабдықтар және реактивтер:**

- 1) пробиркалар;
- 2) модельді ерітінділер.

### Жұмыс барысы:

- Биіктігі 4 см стандартты шрифттің үстінен, суы жақсы араластырылып құйылған цилиндрді қою қажет;
- шрифтті әлі оқуға болагын, бағанның биіктігін тауып, цилиндрге суды құйып немесе одан төгіп, шрифтті су бағанының үстінен қарайды;
- зерттеуді жарығы күзу түспейтін, жақсы жарықтанған жерде жүргізеді;
- өлшеуді 2-3 рет қайталап, нәтижесінде орташа мәнді алады. Бақылау нәтижесі бойынша 7- кестені толтырыңыз.

### 5-кесте – Су үлгісінің лайлану дәрежесі

Лайлану дәрежесі	Пробирканың нөмірі
Лайлылығы жоқ	
Әлсіз опалесцирентті	
Спалесцирентті	
Әлсіз лайлы	
Өте лайлы	

### 5. Судың дәмін және татымын анықтау

Табиғи ауыз суының ластануына күмәндік тумаған жағдайда судың дәмін бағалау жүргізіледі. 4 дәмді ажыратады: тұзды, қышқыл, ащы, тәтті. Қалған дәм сезінулерін татымдар деп есептейді (хлорлы, тұзды және т. б.). Санитарлы жағынан күдік туғызатын көздер және ашық суаттардан басқа, дәм және татымды шикі (қайнатылмаған су) суда анықтайды.

Дәм және татымның интенсивтілігін бесбалдық шкала бойынша бағалайды. Зерттелген судың дәмін және татымын анықтағанда, стақаннан суды ұртып, ауызда жұтпай 3-5 секунд ұстайды.

### Құрал-жабдықтар және реактивтер:

- 1) қасық, 200 мл стақандар – 5 дана;
- 2) тұз;
- 3) қышы;
- 4) қант;
- 5) лимон;
- 6) қайнатылған су.

### Жұмыс барысы:

1 нұсқа:

- пробирканы жартылай сумен толтырыңыз;
- пробиркадан 10-15 мл сұйықтықты алып, бірнеше секунд аузыңызда ұстаңыз да, оның дәмін және татымын анықтаңыз. Сұйықтықты жұтпаңыз. Су дәмі мен татымның қарқындылығын анықтап, 6- кестені толтырыңыз.

### 6-кесте - Дәм және татымның сипаты мен қарқындылығын анықтау

Дәм және татымның қарқындылығы	Дәм және татымның пайда болуының сипаты	Дәм және татымның қарқындылығын бағалау
--------------------------------	---	---

## 2 нұсқа:

- 1) бес стақанға 100 мл қайнатылған судан құйыңыз;
- 2) суда ерітіңіз:
  - 1-стақанға 1 қасық қантты (үлгі № 1);
  - 2-стақанға 1 қасық тұзды (үлгі № 2);
  - 3-стақанға 1 қасық қышыны (үлгі № 3)
  - 4- стақанға 1 қасық лимон шырынын (үлгі № 4);
  - 5-стақанға тек қайнатылған су (үлгі № 5).

### 7-кесте - Дәм және татымның қарқындылығы

Дәм және татымның қарқындылығы	Дәм және татымның пайда болуының сипаты	Дәм және татымның қарқындылығын бағалау
Жоқ	Сезілмейді	0
Өте әлсіз	Бірден сезілмейді, бірақ ұқыпты дәл бағалауда анықталады	1
Әлсіз	Егер көңіл аударса, білінеді	2
Көрінетін	Оңай білінеді, және жақсы сипатталмайды	3
Анық	Көңіл аударарлық, ішуге келмейді	4
Өте қатты	Өте қатты, су ішуге жарамсыз келеді	5

2) әр стақаннан кейін қасықты құрғақ сүртіп, сұйықтықты жақсылап араластырыңыз;

3) әр стақаннан 10-15 мл сұйықтықты ұртып, ауызда бірнеше секунд ұстап оның дәмін және татымын анықтаңыз. Бір ретте екі үлгіні ғана зерттеп, 5 минут үзіліс жасаңыз;

4) үлгі үшін сумен араластырып, әртүрлі концентрациялы ерітінділерді жасаңыз;

5) әр стақанға 2 есе, үстінен 100 мл су қосып, дайындаған ерітінділердің дәмі мен татымның интенсивтілігін анықтаңыз. Дәм және татымды бағалау үшін 1.13 кестені қолданыңыз.

Бақылау нәтижесі бойынша 10- кестені толтырыңыз

### 8-кесте - Дәм және татымның қарқындылығының сипаты

Үлгі (ерігінді)	Дәм және татымдар
1	
2	
3	
4	
5	

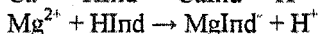
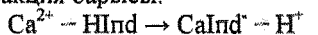
## № 7 Зертханалық жұмыс

### Су кермектілігін анықтау. Комплексометрия.

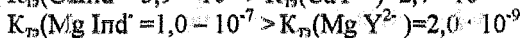
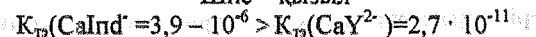
Судың жалпы кермектілігі құрамындағы кальций, магний иондарының мөлшерімен анықталады. Кермектілік уақытша (кальций мен магнийдің гидрокарбонаты) және тұрақты болып (кальций мен магний сульфаттары, хлоридтері) 2 түрге бөлінеді. Жалпы кермектілік кальций мен магний иондарының эквиваленттінің молярлық концентрациясының жиыны ретінде бір литр судағы миллимоль мөлшерімен көрсетіледі (ммоль/л).

ЭДТА –мен тұрақты комплекс түзу ерітіндінің рН ортасына байланысты. Магний ионына қарағанда кальций рН  $\geq 12$  мәнінде өте берік комплекс түзеді. Екі металда рН 9,25 мәнінде берік комплекс түзеді.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  иондарының жиынтық құрамын анықтауда қара – эрихром – Т индикаторын қолданып, ЭДТА –мен титрлейді. Сонан соң тек  $\text{Ca}^{2+}$  құрамын ЭДТА –ның екінші бөлігімен сілтілі ортада мурексид индикаторы қатысында титрлейді.  $\text{Mg}^{2+}$  ионы бұл кезде тұнбаға түсуінен титрленбейді. Эквивалентті нүктеде металл иондары 99,9 % комплекс түзеді.

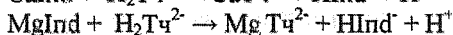
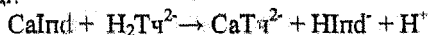
Реакция барысы:



Шие – қызыл



болғандықтан трилон – Б қосу барысында (титрлеу процесі) индикатормен комплекс ыдырап, титрантпен басқа комплекс түзіледі де, түсі өзгереді:



шие – қызыл

көк

Ерітіндінің көкке боялуы реакцияның аяқталғанын және титрлеу соңын көрсетеді. Эквиваленттік нүктеде түс өзгерісінің анық болмау себебі ерітіндіде мыс(II), мырыш және марганец (II) иондары кермектілікті анықтауға кедергі жасайды.

Олардың кедергісін жою үшін талданатын суға 1 – 2 мл аммоний сульфатын 2% -дық  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  қосып, түзілген тұнбаны белместен, трилон – Б ерітіндісімен титрлейді.

#### Құрал-жабдықтар және реактивтер:

Судың кермектігін анықтау үшін титрлеуге қажетті көлемі 250 мл колба, сыйымдылығы 50 мл цилиндр, 25 мл бюретка, 50 мл пипетка, қара – эрихром – Т –ның КСІ –мен қоспасы 1 : 1000 индикатор болуы керек.

#### Тәжірибелік бөлім:

Стаканға талданатын зат салып және үстіне цилиндрмен өлшеп 5 – 10 мл аммиакты буферлік қоспа және қалақ ұшымен қара – эрихром – Т индикаторын қосады. Қоспаны араластырып, алдын – ала нольге дейін толтырған бюреткадағы трилон – Б ( $C_2 = 0,05$  моль/л) стандартты

ерітіндісімен тамшылатып, үздіксіз араластыра отырып түсі шиіе – қызылдан көк түске ауысқанша титрлейді. Титрлеуге жұмсалған трилон – Б көлемінің журналға жазып алады. Бұл жуықтап титрлеу нәтижелері. Осы сияқты үш рет дәлдеп титрлеу жүргізіп, журналға жазады. Жұмсалған трилон – Б көлемін орташа мәнін тауып (титрлеуге жұмсалған көлем ауытқуы  $\pm 0,2$ мл артауы керек), судың жалпы кермектігін есептейді:

*Талдау нәтижелерін есептеу.* Есептеулерді мына формуламен жүргізеді:

$$C_3(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_2(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tч}) \cdot V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tч}) 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}, \text{ мұндағы}$$

$C_3(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+})$  - судың жалпы кермектігі (моль/л немесе ммоль/л);

$C_2(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tч})$  - трилон – Б эквивалентінің молярлық концентрациясы моль/л;

$V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Tч})$  – титрлеуге жұмсалған орташа көлем (мл);

$V(\text{H}_2\text{O})$  – талданатын судың көлемі (мл).

## ҚЫШҚЫЛДЫ – НЕГІЗДІ ТИТРЛЕУ (протолитметрия)

### № 8 Зертханалық жұмыс

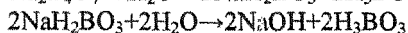
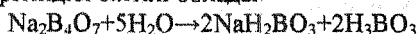
#### Тұз қышқылының титрін анықтауға қажетті натрий тетраборатының 250 мл 0,1 н ерітіндісін дайындау

Тікелей титрлеу тәсілінің негізі болып табылатын ацидиметриялық және алкалметриялық анықтау жұмыстарын жүргізу үшін біріншіден қышқылдың және сілтінің жұмыс (титрант) ерітінділері керек.

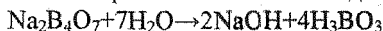
Қышқылды-негізді титрлеу әдісін практикада қолданған кезде көбіне жұмыс қышқыл ерітіндісі ретінде хлорлы сутек (тұз қышқылы) қышқылы қолданылады. Ал концентрлі тұз қышқылы ерітіндісі сұйылта отырып, сұйытылған тұз қышқылы ерітіндісінің дәл концентрациясын дайындау мүмкін емес. Сондықтан концентрлі ерітіндіден, шамалап  $C_3(\text{HCl})=0,1$  моль/л болатындай етіп сұйытылған ерітінді дайындалады да, оның дәл концентрациясы стандартты заттар ерітінділерінің көмегімен титрлеу арқылы анықталады. Қышқыл ерітінділерінің концентрацияларын дәл анықтауда көбінде натрий тетраборатының ерітіндісі қолданылады.

1. Концентрациясы  $C_3(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O})=0,1$ н, көлемі 250мл натрий тетраборатының стандартты ерітіндісін дайындау.

Натрий тетрабораты (бура) суда еріген кезде гидролизденетіндіктен оның ерітіндісі сілтілі болады:



немесе бір сатылы етіп жазғанда



Сондықтан оураның сулы ерітіндісін қышқылмен титрлеуге болады. Титрлеу барысында ерітіндіде әлсіз орта бор қышқылы жинақталады. Сол себепті эквивалентті әрекеттесу нүктесінде ерітіндінің рН-ның мәні 7-ден аз болады. Титрлеу жұмысын жүргізу үшін индикатор ретінде метилді қызылсарғыш (метилоранж) немесе метилді қызыл (метиловый красный) қосылыстары қолданылады.

*Алдын-ала дайындық.* Жұмысты орындау үшін, массасы алдын-ала тұрақты массаға дейін жеткізілген фарфор тигелі, стандартты ерітіндіні дайындауда пайдаланатын сыйымдылығы 250,0мл өлшеуіш колба, воронка, ерітіндінің аликвотын алуға керекті пипетка, титрлеуде қолданатын 3 дана асты тегіс (глюскодонная) колба, бюретка, эквивалентті нүктені анықтауға қолданатын индикатор ерітінділері қажет.

Алдымен 250 мл 0,1 н натрий тетраборатының ерітіндісін дайындауға қажетті үлгінің массасын есептеп алады:

$$m_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} = \frac{N_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} \cdot V_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} \cdot f_{\text{суб}} \cdot M(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)}{1000} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 250 \cdot \frac{1}{2} \cdot 381,4}{1000} = 4,7875g \approx 4,79g$$

*Массаны өлшеу және оны еріту.* Натрий тетраборатының есептеп табылған немесе соған жуық массасын 4-5 г тетраборатты бюкске салып алдымен алғаш техникалық таразыда өлшейді. Содан соң оны аналитикалық таразыда үлкен дәлдікпен өлшейді ( $m_1$ ). Өлшенген үлгіні стаканға салып алып, бос бюксті тағы аналитикалық таразыда өлшейді ( $m_2$ ). Натрий тетрабораты салқын суда нашар ерітіндіктен өлшемді колбаның 2/3 бөлігіне ыстық дистилденген су құйылып, ерітінді араластырылып, зат ерітіледі. Стакандағы тетраборатты араластыра отырып ыстық судың аз мөлшерінде ерітіп, ерітінді суығаннан кейін оны өлшем колбасына воронканы пайдаланып ауыстырады. Стаканды бірнеше рет аз мөлшерлі сумен шайқап өлшем колбасына құяды, воронканы да сумен шайқайды. Содан кейін колбаны белгісіне дейін дистильденген сумен толтырып, дайындалған ерітіндіні колба тығындалғаннан кейін бірнеше рет аударып араластырады.

Дайындалған ерітіндінің нормальдығын үлгінің массасын тауып  $m_{Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O} = m_1 - m_2$ , мына теңдікті пайдаланып анықтайды:

$$N = \frac{m \cdot 1000}{V_{\text{о.к.}} \cdot f_{\text{суб}} \cdot M(Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O)} = \frac{m \cdot 1000}{250 \cdot \frac{1}{2} \cdot 381,4}$$

**Титрлі белгілі бұра ерітіндісімен НСІ титрлі анықтау.**

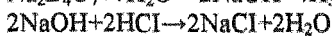
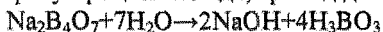
Жақсы жуылған бюретканы дайындалған тұз қышқылы ерітіндісінің аз мөлшерімен 2-рет шайқап, сол қышқылмен толтырады. Қышқылды

бюретканың жоғарғы ноль белгісіне дейін құяр ал-дында бюретканың ұшындағы ауаны ығыстырып қышқылмен толтыру қажет. Пипетканы алдына тетраборат ерітіндісімен 2-рет шайқап алып, өлшенген тетраборат ерітіндісі таза колбаға құйылады. Тетраборат ерітіндісіне 1-2 тамшы метилоранж индикаторын қосады. Титрлейтін колбаны бюретканың астындағы ақ қағаздың үстіне қойып, оған ептөп бюреткадан тұз қышқылын құяды. Тұз қышқылын колбадағы ерітіндіні ұдайы араластыра отырып ерітіндінің алғашқы ашық сары түсі бір тамшыдан қызғылт түске боялғанша қосады. Титрлеуді ең кем дегенде 3-4 рет қайталайды. Әр титрлеудің айырмашылығы 0,1 мл-ден аспауы керек. Титрлеудің көрсеткіші бірдей болған күннің өзінде де бар өлшенген көлемнің мәндерін лабораториялық журналға жазады. Нормальдығы мен көлемі белгілі тетраборат (т.б.) пен титрлеуге кеткен тұз қышқылының көлемін пайдаланып қышқылдың концентрациясын есептеуге болады:

$$N_{\text{т.б.}} \cdot V_{\text{т.б.}} = N_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

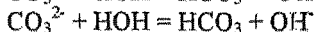
$$N_{\text{HCl}} = \frac{N_{\text{т.б.}} \cdot V_{\text{т.б.}}}{V_{\text{HCl}}}$$

Титрлеу процесі кезінде, ерітіндіде төмендегідей реакциялар жүреді:

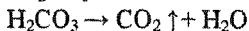


**Ерітіндідегі натрий карбонатының мөлшерін қышқылды – негізді титрлеу арқылы анықтау.**

Натрий карбонаты суда гидролизденетіндіктен оның ерітіндісі сілтілі болып келеді:



Натрий карбонаты ерітіндісін күшті қышқыл ерітіндісімен титрленген кезде гидролиз процесі оңға қарай ығысып, ол толығымен көмір қышқыл газы мен суға ыдырайды. Сондықтан натрий карбонатын тұз қышқылымен титрлеудің толық химиялық тәндеуі төмендегідей болады.



*Тәжірибенің орындалуы.*

Құрамындағы натрий карбонатының мөлшері белгісіз, зерттелетін заттың дәл өлшенген массаның, көлемі 250 өлшемді колбаға салып, үстіне жартылай дистилденген су құйып, толық ерітіп, ерітіндінің көлемі дистилденген су құю арқылы ыдыстың белгісіне дейін жекізіледі және ол жақсылап араластырылады. Сонан соң титрлеуге арналған колбаға дайындалған ерітіндіден пипетка көмегімен ерітіндінің аликвот бөлігі алынып құйылады, үсіне 2 – 3 тамшы метил, күлгін индикатор ерітіндісі

ғамызылады. Осылай төрт колба дайындалады. Оларды бюреткадағы тұз қышқылының стандартты ерітіндісімен индикатордың түсі сарыдан, ганқурай (малина) түске ауысқанша титрлейді. Алғашқыда колбаны жылдам титрлеу арқылы, жұмсалатын тұз қышқылы ерітіндісінің көлемін жуықтап анықтайды. Ал қалған үш колбаны асықпай тиянақты түрде титрлейді де, мөндері (тұз қышқылы ерітіндісінің көлемі) кітапшаға жазылады. Қышқылдың көлемі есептеп табылады.

*Талдау нәтижесін есептеу.*

Титрлеу нәтижесі бойынша, ерітіндідегі натрий карбонатының концентрациясы мына формуламен табылады:

$$C_3(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_3(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{Na}_2\text{CO}_3)}$$

$C_3(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – натрий карбонаты эквивалентінің молярлы концентрациясы (моль/л);

$C_3(\text{HCl})$  – тұз қышқылы эквивалентінің молярлы концентрациясы (моль/л);

$V(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – талданған натрий карбонаты ерітіндісінің аликвотты бөлігінің көлемі (мл);

$V(\text{HCl})$  – тұз қышқылының, кейінгі үш рет титрленген кездегі жұмсалған көлемдерінің орташа мәні (мл).

Осыдан кейін, бастапқы зат құрамындағы натрий карбонатының массасы титрдің көмегімен анықталады.

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_3(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M_0(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}$$

$T(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – талданатын натрий карбонаты ерітіндісінің титрі (г/мл);

$C_3(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – натрий карбонаты эквивалентінің молярлы концентрациясы (моль/л);

$M_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1/2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$

Ал масса мына теңдеумен анықталады.

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V_x$$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – натрий карбонатының массасы зерттелетін заттағы (г);

$T(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – талданатын натрий карбонаты ерітіндісінің титрі (г/мл);

$V_x$  – талданатын зат ерітіндісінің өлшемді колбадағы көлемі (мл).

*2. Жеке өлшеу тәсілі.*

Студенттер, лаборанттан қағазға оралған, құрамындағы натрий карбонатының мөлшері белгісіз, массасы белгісіз зерттелетін заты бар үш пакет алады. Әр қайсысын бөлек – бөлек, алдын – ала титрлеуге дайындалған колбаларға салып, ерігенше көлемі белгілі су құйып, оларды бюреткадағы тұз қышқылы ерітіндісімен индикатордың қатысында, оның түсі сарғыштан малинаға ауысқанша титрлейді. Жұмсалған тұз қышқылы көлемін кітапшаға жазып отырады.

*Талдау нәтижесін есептеу.*



Әр колбадағы ерітіндіні титрлеу сәйкес, ондағы натрий карбонатының массасы анықталады.

$$m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{C_3(\text{HCl}) V(\text{HCl}) M_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1000}$$

мұндағы

$m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – бірінші қағыздағы натрий карбонатының массасы (г);

$C_3(\text{HCl})$  – тұз қышқылы эквивалентінің молярлы концентрациясы (моль/г);

$M_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  – натрий карбонаты эквивалентінің молярлы массасы (г/моль);

$V(\text{HCl})$  – жеке массаны титрлеуге жұмсалған қышқылдың көлемі (мл).

Осы жолмен екінші  $m_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  және үшінші  $m_3(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  қағыздағы натрий карбонатының массалары табылады. Сонан соң, зерттелетін заттағы натрий карбонатының массасының орташа мәні анықталады.

$$m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}$$

### Зертханалық жұмыс №9

**Топырақ сығындысының құрамынан кальций мен магнийді анықтау**

Топырақ сығындысының құрамынан кальций мен магнийді анықтау. Топырақ ерітіндісінен комплексометриялық әдіс көмегімен  $\text{Ca}^{2+}$  мен  $\text{Mg}^{2+}$  мөлшерін анықтау. Бұл әдісте  $\text{Ca}^{2+}$  мен  $\text{Mg}^{2+}$  иондарының мөлшері бірге трилон Б ерітіндісімен титрленеді. Содан  $\text{Ca}^{2+}$  ионы топырақтың сулы ерітіндісін трилон Б ерітіндісімен Мурекид индикаторы қатысында анықталады. Осы айырмашылық  $\text{Mg}^{2+}$  ионының мөлшерін көрсетеді. Топырақтан сулы сығынды дайындау. Борпылдақ – құрғақ топырақты, диаметрі 1 мм болатын елегіштен өткізіледі. Сол топырақтан 50 г өлшеп алып сыйымдылығы 1 л колбаға салып, үстіне қайнатылған дистилденген су құйып, тығынмен колба аузын тығындап, 3-5 минут шайқалынады. Алынған суспензияны қатпарлы сүзгіден сүзеді. Филтрат мөлдір болмаса, қайтадан сүзгіден өткізіледі. Титрленетін колбаға 50 мл топырақтың сулы сығындысынан 50 мл алып, үстіне 5 мл аммонийдің буферлі қоспасы және 25-30 мг қара хромоген қосылады. Содан 0,05 н трилон Б ерітіндісімен қызыл-вино түстен көк түске дейін титрленеді. 100 мл топырақтағы немесе 1000 мл ерітіндідегі кальций мен магний мөлшері мына формула бойынша анықталады:

$$m_{\{\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}\}} = \frac{N_{\text{Na}_2\{\text{H}_2\text{T}, 1\}} \cdot V_{\text{Na}_2\{\text{H}_2\text{T}, 1\}}}{V_{\text{сулы сығынды}}}. 1000.$$

Мұндағы  $N_{\text{Na}_2\{\text{H}_2\text{T}, 1\}}$  – трилон Б ерітіндісінің нормальді концентрациясы

$V_{\text{Na}_2\{\text{H}_2\text{T}, 1\}}$  – титрлеуге жұмсалған жұмысшы трилон Б ерітіндісінің көлемі

$V_{\text{сулы сығынды}}$  – сулы сығынды көлемі (мл)

Кальцийді анықтау. Титрлеу үшін сулы сығындының 50 мл колбаға құйып, үстіне 2,5 мл 2 н натрий гидроксиді, 30-40 мг натрий хлоридінің мурекид

индикаторымен қоспасын қосып, 0,05 н трилон Б ерітіндісімен титрлейді, түсі көк күлгінге келгенше. Бұл түс 2-3 минут аралығында жойылмауы тиіс және 2-3 рет титрлеп орташа мәні алынады.

100 г топырақтағы кальцийдің мөлшері мына формула бойынша есептелінеді:

$$m_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{N_{\text{Na}_2[\text{H}_2\text{T}_1]} \cdot V_{\text{Na}_2[\text{H}_2\text{T}_1]}}{V_{\text{сұйықсыз ұяға}}} \cdot 1000$$

## Глосарий

1. **Аналитикалық реакциялар сезімталдығы тұнба немесе түсті қосылыстардың түзілуі, газдың бөлінуі**
2. **Люминесцентті талдау** зерттелетін ортаның сынап кварцты лампаның немесе өзге сәуле көздерінің ультракүлгін сәулелері әсерінен жарық шығаруына негізделеді.
3. **Рефрактометрлік талдаулар** негізінде бір ортадан екінші ортаға өткенде жарықтың сыну көрсеткішін анықтауға негізделеді.
4. **Фотоколориметрия** - жарықтың фотоэлементке әсерінен пайда болған ток күшін өлшейді.
5. **Кондуктометрия** - реакция өтетін ерітіндінің электрөткізгіштігін өлшейді.
6. **Потенциометрия**—зерттелетін ерітіндідегі электрод потенциалын анықтайды.
7. **Гравиметрлік талдау** – белгілі қосылыс түрінде немесе химиялық таза күйінде құрамы нақты бөлініп алынған анықталатын компоненттің массасын дәл өлшеуге негізделеді.
8. **Титриметрлік талдау** – анықталатын заттың берілген мөлшерімен әрекеттесуге жұмсалған нақты концентрациялы реактив ерітіндісінің көлемін өлшеуге негізделетін әдіс.
9. **Эквивалент нүкте** зерттелетін зат титрантпен эквивалентті мөлшерде әрекеттескен кезде реакция аяқталуын көрсетеді.
10. **Тотығу-тотықсыздану титрлеу** әдістерімен ерітіндідегі зат мөлшерін тотығу - тотықсыздану реакциялары нәтижесінде туындайтын тотығу – тотық-сыздану потенциалдарының өзгерісін анықтайды.
11. **Комплексонометрия** әдісі металл иондарының комплекс түзуші органикалық реактивтермен ішкі комплексті қосылыс түзу реакциясын қарастырады.
12. **Тұнбаға түсіріп титрлеу** анықталатын затты титрантпен тұнбаға түсіру реакциясына негізделеді.
13. **Фиксация** – қатты заттардың дәл өлшеп алынған массасы немесе аузы дәнекерленіп бекітілген шыны ампуладағы қатты зат ерітінділерінің дәл өлшеп алынған көлемі.
14. **Поляриметрия** әдісі оптикалық активті заттардың жарықтың поляризация жазықтығының өзгеруіне әсерін анықтауға негізделген.
15. **Электрогравиметрия** әдісі электролиз көмегімен ерітінден анықталатын элементті (немесе затты) бөліп шығаруға негізделген.
16. **Кулонометрия** – электрохимиялық өзгерістер кезінде зат ерітіндісі арқылы өткен электр тогы мөлшерін өлшейді.
17. **Хроматография** - көп компонентті заттарды бөлу.
18. **Сорбция** дегеніміз газдың, будың немесе еріген заттардың қатты немесе сұйық сорғыштарға (сорбенттер) сіңуі.
19. **Радиометриялық талдау әдісі** –радиоактивті элементтер бөлетін сәулені өлшеуге негізделген.

20. **Тітіркендіруші** терімен немесе шырышты қабықпен қысқа, ұзақ мерзімді немесе көп мәртелік жанасуы нәтижесінде қабынуға әкелетін препараттар мен субстанциялардың расталмаған коррозиялары.

21. **Зиянды** ағза ішіне немесе теріге түскенде денсаулықтың шектелген қатеріне әкелуі мүмкін препараттар мен субстанциялар;

22. **Уытты** адам ағзасына немесе теріге түскен жағдайда күрделі, жедел немесе созылмалы ауруға, тіпті қаза болуына әкелуі мүмкін субстанциялар мен препараттар (соның ішінде жоғары уытты субстанциялар мен препараттар);

23. **Канцерогенді** ағзаға немесе теріге түскен жағдайда рак ауруына әкелуі мүмкін немесе осы ауруға шалдығу қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар;

24. **Тератогенді** ағзаға немесе теріге түскен жағдайда тұқым қуалайтын кемтарлыққа әкелуі мүмкін немесе олардың қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар мен препараттар;

25. **Мутагенді** ағзаға немесе теріге түскен жағдайда тұқым қуалайтын генетикалық кемістіктерге әкелуі мүмкін немесе олардың қатерін жоғарылатуы мүмкін субстанциялар мен препараттар;

26. **Экоуытты** кем дегенде қоршаған орта элементіне дереу немесе кейінірек қауіп төндіретін немесе төндіруі мүмкін субстанциялар мен препараттар.

## Студент білімін бағалау үшін тест тапсырмалары

1. Химиялық талдау әдісінің неше түрі бар  
А. 6  
В. 5  
С. 4  
Д. 2  
Е. 3
2. Химиялық талдау әдісі қалай жіктеледі  
А. Гравиметрия, титриметрия  
В. Фотоколориметрия, нефелометрия  
С. Потенциометрия, титриметрия  
Д. Хроматография, гравиметрия  
Е. Фотометрия, потенциометрия
3. Барий және күміс тұздарының ерігіштігіне байланысты барлық аниондар неше аналитикалық топқа бөлінеді  
А. 6  
В. 5  
С. 4  
Д. 2  
Е. 3
4. Қышқылдық-негіздік жүйе бойынша катиондар неше топқа бөлінеді  
А. 6  
В. 5  
С. 4  
Д. 2  
Е. 3
5. Қышқылдық-негіздік жүйе бойынша 1-топ катиондарын көрсетіңіз  
А.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$   
В.  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   
С.  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$   
Д.  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$   
Е.  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$
6. Макроталдауде зерттелетін зат қандай мөлшерде алынады/граммен алғанда/  
А. 0,05-0,5  
В. 1-10  
С. 0,001- $10^{-6}$   
Д.  $10^{-6}$ - $10^{-9}$   
Е.  $10^{-9}$ - $10^{-12}$
7. Сандық талдау әдісі неше түрге бөлінеді  
А. 6  
В. 5  
С. 4  
Д. 2

Е.3

8. Макроталдау (грамм - әдіс) жүргізу үшін зерттелетін қосылыстан алынатын мөлшер (г)

А. 1-10

В.  $10^{-3} - 10^{-6}$

С.  $10^{-2} - 10^{-4}$

Д.  $10^{-9} - 10^{-12}$

Е.  $10^{-12} - 10^{-14}$

9. Жартылай микроталдау (сантиграмм - әдіс) жүргізу үшін зерттелінетін қосылыстан алынатын мөлшер (г):

А.  $10^{-2} - 10^{-4}$

В. 0,05-0,5

С.  $10^{-3} - 10^{-6}$

Д.  $10^{-6} - 10^{-9}$

Е.  $10^{-9} - 10^{-12}$

10. Микроталдау (миллиграмм - әдіс) жүргізу үшін зерттелінетін қосылыстан алынатын мөлшер (г):

А. 0,05-0,5

В.  $10^{-2} - 10^{-4}$

С.  $0,001 - 10^{-6}$

Д.  $10^{-6} - 10^{-9}$

Е.  $10^{-9} - 10^{-12}$

11. Ультрамикроталдау (микрограмм - әдіс) жүргізу үшін зерттелінетін қосылыстан алынатын мөлшер (г):

А.  $10^{-2} - 10^{-4}$

В.  $10^{-6} - 10^{-9}$

С. 0,05-0,5

Д.  $0,001 - 10^{-6}$

Е.  $10^{-12} - 10^{-14}$

12. Гравиметрия әдісін қалай жіктейміз?

А. тұндыру, хроматографиялау, титрлеу

В. бөлу, титрлеу, экстракциялау

С. Барлығы дұрыс

Д. бөлу, айдау, тұндыру

Е. айдау, титрлеу, тұндыру

13. Борпылдақ (аморфты) тұнба түзілгенде зат массасы есептелінеді:

А.  $a = \frac{v_2 \cdot M_2}{v_1 \cdot M(\text{зр. туп})}$

В.  $F = \frac{v_1 \cdot M(\text{зр. туп})}{v_2 \cdot M_2}$

С.  $a = \frac{v_1 \cdot M_2 \cdot 0,1}{v_2 \cdot M(\text{зр. туп})}$

Д.  $a = \frac{v_1 \cdot M(\text{зр. туп}) \cdot 0,5}{v_2 \cdot M_2}$

$$E. a = \frac{v_1 \cdot M_2 \cdot 0,5}{v_2 \cdot M(\text{эп. туп})}$$

14. Гравиметриялық факторды есептеу формуласы:

$$A. F = \frac{M(\text{эп. туп})}{M_3}$$

$$B. F = \frac{v_2 \cdot M(\text{эп. туп})}{v_1 - M_3}$$

$$C. F = \frac{v_1 \cdot M(\text{эп. туп})}{v_2 \cdot M_3}$$

$$D. F = \frac{v_1 \cdot M_2}{v_2 \cdot M(\text{эп. туп})}$$

$$E. a = \frac{v_1 \cdot M(\text{эп. туп}) \cdot 0,5}{v_2 \cdot M_3}$$

15. Тұндыру титрлеу әдісінде қандай реакцияларды пайдаланады:

A. кешен түзу

B. ерімейтін қосылыстың түзілуіне әкелетін реакциялар

C. тотығу – тотықсыздану

D. еритін қосылыстың түзілуіне

E. бейтарап

16. Тұндыру титрлеуінің негізіне жататын реакциялардың шарты:

A. аса қаныққан өрітінді түзілуі керек

B. реакция қайтымды

C. түзілген тұнбалар аморфты

D. түзілген тұнбалар аморфты болуы керек

E. тұнба түзілмеуі керек

17. Фаянс әдісі бойынша бромидтерді және иодидтерді анықтауда индикатордың ролін қандай зат атқарады?

A. индикаторсыз әдіс

B.  $K_2Cr_2O_4$

C.  $NH_4Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

D. флюоресцеин, эозин

E. крахмал

18. Мор әдісінде эквивалент нүктесін анықтауға қандай реакцияны пайдаланады?

A.  $Ag^+ + I^- = AgI$

B.  $Ag^+ + Cl^- = AgCl$

C.  $2Ag^+ + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4$

D.  $Fe^{3+} + 3SCN^- = Fe(SCN)_3$

E.  $Ag^+ + Br^- = AgBr$

19. Меркурометрия әдісіндегі титрант

A.  $[HgJ_4]^-$

B.  $Hg_2(NO_3)_2$

С.  $Hg_2Cl_2$

Д.  $HgJ_2$

Е.  $Hg(NO_3)_2$

20. Сандық талдау әдісі дегеніміз не?

А. Заттың құрамдас бөлігін анықтайды

В. Талданатын заттың құрамын анықтайды

С. ацидиметрия әдісі

Д. гравиметрия

Е. Заттың мөлшерлік құрамын анықтайды

21. Сандық талдау әдісін қалай жіктейді?

А. Титриметрия, бейтараптану

В. тұндыру әдісі

С. Ацидиметрия, гравиметрия әдісі

Д. комплексонометрия әдісі

Е. Титриметрия, гравиметрия әдісі

22. Аналитикалық таразылар, олардың түрлері қандай?

А. 3

В. 4

С. 1

Д. 6

Е. 5

23. Гравиметрлік талдау әдісі дегеніміз не?

А. Заттың мөлшерлік құрамын анықтайды

В. Заттың құрамдас бөлігінің массасын анықтайды

С. ацидиметрия әдісі

Д. Талданатын заттың құрамының мөлшерін анықтайды

Е. гравиметрия

24. Гравиметрия әдісі қанша түрге жіктеледі?

А. 3

В. 4

С. 1

Д. 6

Е. 5

25. Бөлу әдісінің негізін түсіндір.

А. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті бос күйінде бөліп алу

В. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті ұшқыш қосылыс түрінде толық бөліп алу

С. Зерттелетін заттан құрамдас бөліктің аз еритін белгілі химиялық құрамның қосылыс күйінде тұнуы

Д. Заттың ылғалдылығын анықтау

Е. Нашар еритін ерітінді

26. Айдау әдісі дегеніміз қандай әдіс?

А. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті бос күйінде бөліп алу



В. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті ұшқыш қосылыс түрінде толық бөліп алу

С. Зерттелетін заттан құрамдас бөліктің аз еритін белгілі химиялық құрамның қосылыс күйінде тұнуы

Д. Заттың ылғалдылығын анықтау

Е. Нашар еритін ерітінді

27. Тұндыру әдісінің негізін түсіндір.

А. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті бос күйінде бөліп алу

В. Зерттелетін заттан құрамдас бөлікті ұшқыш қосылыс түрінде толық бөліп алу

С. Зерттелетін заттан құрамдас бөліктің аз еритін белгілі химиялық құрамның қосылыс күйінде тұнуы

Д. Заттың ылғалдылығын анықтау

Е. Нашар еритін ерітінді

28. Тұндыру әдісінде жүзеге асырылатын негізгі іс-шаралар қандай?

А. Сүзу, жуу, кептіру, қыздыру, өлшеу

В. Декантация

С. Тұндыру

Д. Сүзу, жуу

Е. қыздыру, өлшеу

29. Титриметрия әдісінің негізі неде?

А. Әрекеттесетін қосылыстардың тотығу-тотықсыздану дәрежесінің өзгеруіне негізделген

В. Заттың құрамдас бөлігінің массасын анықтайды

С. Әрекеттесетін қосылыстардың ерітіндісінің көлемін нақты өлшеуге негізделген

Д. Талданатын заттың құрамының мөлшерін анықтайды

Е. Заттың сандық құрамын анықтайды

30. Титриметрия әдісіндегі реакцияларға қойылатын талаптар қандай?

А. Әрекеттесетін қосылыстардың тотығу-тотықсыздану дәрежесінің өзгеруіне негізделген

В. Заттың құрамдас бөлігінің массасын анықтайды

С. Реакция қайтымсыз, эквиваленттік мөлшерде, жылдам жүруі, қосымша реакция жүрмеуі қажет

Д. Талданатын заттың құрамының мөлшерін анықтайды

Е. Заттың сандық құрамын анықтайды

31. Титрлеудің қандай тәсілдері бар?

А. Тура, кері, жанама

В. Кері

С. Тура

Д. Жанама

Е. Барлығы дұрыс

32. Берілген реагенттердің қайсысы ІІ аналитикалық топтың катиондарына топтық реагент болып табыдады

А. NaOH

В.  $\text{NH}_4\text{OH}$

С.  $\text{HCl}$

Д.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Е.  $\text{HNO}_3$

33. Берілген реагенттердің қайсысы III аналитикалық топтың катиондарына тоңтық реагент болып табылады:

А.  $\text{HCl}$

В.  $\text{NaOH}$

С.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Д.  $\text{NH}_4\text{OH}$

Е.  $\text{HNO}_3$

34. Берілген реагенттердің қайсысы IV аналитикалық топтың катиондарына тоңтық реагент болып табылады:

А.  $\text{HCl}$

В.  $\text{NaOH}$

С.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Д.  $\text{NH}_4\text{OH}$

Е.  $\text{HNO}_3$

35. Берілген реагенттердің қайсысы V аналитикалық топтың катиондарына тоңтық реагент болып табылады:

А.  $\text{HCl}$

В.  $\text{NaOH}$

С.  $\text{NH}_4\text{OH}$

Д.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Е.  $\text{HNO}_3$

36. Берілген реагенттердің қайсысы VI аналитикалық топтың катиондарына тоңтық реагент болып табылады:

А.  $\text{HCl}$

В.  $\text{NaOH}$

С.  $\text{NH}_4\text{OH}$

Д.  $\text{H}_2\text{SO}_4$

Е.  $\text{HNO}_3$

37. Сірке қышқылында еритін тұнбаны көрсетіндер:

А.  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

В.  $\text{BaCO}_3$

С.  $\text{BaSO}_4$

Д.  $\text{CaSO}_4$

Е.  $\text{SrSO}_4$

38. Концентрленген аммиакта еритін тұнбаны көрсетіндер:

А.  $\text{AgCl}$

В.  $\text{PbSO}_4$

С.  $\text{CaSO}_4$

Д.  $\text{BaSO}_4$

Е.  $\text{SrSO}_4$

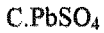
39. Сірке қышқылды ортада калий хроматының әсерімен қандай катионды тұндыруға болады:



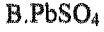
40. Натрий тиосульфатының әсерінен қандай катионды тұндыруға болады



41. Карбонатқа ең жеңіл айналдырылатын тұнбаны көрсетіңдер:



42. Карбонатқа ең қиын айналдыратын тұнбаны көрсетіңдер:



43. Қандай катиондар аммиакпен комплекс түзеді



44. Қай катион I-ші аналитикалық топқа жатады:



45. Қай катион II-ші аналитикалық топқа жатады:



46. Қай катион III-ші аналитикалық топқа жатады:

- A.  $\text{NH}_4^+$
- B.  $\text{Ba}^{2+}$
- C.  $\text{Zn}^{2+}$
- D.  $\text{Fe}^{3+}$
- E.  $\text{K}^+$

47. Қай катион IV-ші аналитикалық топқа жатады

- A.  $\text{K}^+$
- B.  $\text{Sr}^{2+}$
- C.  $\text{Cr}^{3+}$
- D.  $\text{Co}^{2+}$
- E.  $\text{Pb}^{2+}$

48. Қай катион V-ші аналитикалық топқа жатады:

- A.  $\text{Na}^+$
- B.  $\text{Ca}^{2+}$
- C.  $\text{Fe}^{2+}$
- D.  $\text{Ni}^{2+}$
- E.  $\text{Ag}^+$

49. Қай катион VI-ші аналитикалық топқа жатады.

- A.  $\text{Mn}^{2+}$
- B.  $\text{NH}_4^+$
- C.  $\text{Cu}^{2+}$
- D.  $\text{Al}^{3+}$
- E.  $\text{Fe}^{2+}$

50. Атмосфералық ауаның табиғи жолмен ластануына қайсысы жатады?

- A. космостық шаң
- B. көмір өнеркәсібі
- C. автотранспорттан шыққан газ
- D. мұнай өнеркәсібі қалдықтары
- E. көмір қышқыл газы

51. Тұщы судың құрамындағы тұздардың рұқсат етілген мөлшері

- A. 2,5 – 8,5 г/л
- B. 1,5 – 2,5 г/л
- C. 1 – 1,5 г/л
- D. 0 – 1 г/л
- E. 3 г/л

51. Суды тазартудың биологиялық әдісі дегеніміз не?

- A. қалдық сулардың органикалық ластануын биохимиялық үрдістер және азробты микроорганизмдер әсерімен минералдау
- B. қалдық сулардың аорганикалық ластануын металдар мен мұнай көмегімен минералдау
- C. қалдық сулардың органикалық ластануын жасанды талшықтар көмегімен минералдау
- D. қалдық сулардың органикалық ластануын реагенттер арқылы минералдау
- E. барлығы дұрыс

52. Атмосфераны ластайтын кең тараған газ..... болып табылады

Ол әрекеттескіш қандағы гемоглабинмен қосылып, организмді улайды

А. көміртегі оксиді (CO)

В. көмір қышқыл газы (CO<sub>2</sub>)

С. күкірт оксиді (SO<sub>2</sub>)

Д. метан (CH<sub>4</sub>)

Е. автотроф

53. Топырақтағы бүлінген жерді қайтадан қалпына келтіруді

А. Коммуляция

В. Ассимиляция

С. Рекультивация

Д. Десикант

Е. Консумент

54. Атмосфера бөлімдерін ата.

А. тропосфера, стратосфера, ионосфера

В. магнитосфера, биосфера

С. гидросфера, тропосфера, тропопауза

Д. литосфера, ионосфера

Е. литосфера, гидросфера

55. Су тазарту әдістері

А. биологиялық, физикалық, геологиялық

В. механикалық, физико-химиялық, биологиялық

С. химиялық, геологиялық, табиғи

Д. механикалық, биологиялық

Е. Барлығы дұрыс

56. Қалыпты жағдайда 1 см<sup>3</sup> ауада қанша молекулалар бар деп есептеледі?

А.  $2,69 \cdot 10^{19}$

В.  $2,79 \cdot 10^{19}$

С.  $3 \cdot 10^{19}$

Д.  $2 \cdot 10^{19}$

Е.  $2,5 \cdot 10^{19}$

57. Ауаның тұрақты тепе-теңдік жағдайын сипаттайтын формула.

А.  $\tau = \frac{V}{F}$

В.  $\tau = \frac{F}{V}$

С.  $\tau = FV$

Д.  $F = \frac{\tau}{V}$

Е.  $F = \frac{V}{\tau}$

58. Космостық және мегериттік шаң қайсы шаңдар тобына жатады ?

- А. геологиялық шаң
- В. табиғи шаң
- С. биологиялық шаң
- Д. конденсацияланған шаң
- Е. бейорганикалық шаң

59. Конденсацияланған шаңға не жатады ?

- А. ауыр иондар мен тұзды тұмандар
- В. спора мен вирустар
- С. өсімдік тозандары
- Д. құм және тау жыныстар шаңы
- Е. калий ж/е натрий қосылысты шаң

60. Газтәріздес ластағыш заттарды бөлу үшін қандай критерийлер маңызды болып аналады

А. Ластағыш заттың коцентрациясы, газдың көлемі, температура ж/е қатты бөлшектердің мөлшері

В. Газдың көлемі, газ ағынының қысымы мен қатты бөлшектердің қосылысы

С. Газ ағынындағы қатты бөлшектердің гранулометриялық өлшемдері, температура мен қысым

Д. Газдың көлемі, қатты бөлшектердің мөлшері

Е. Ластағыш заттың коцентрациясы, газ ағынының қысымы мен қатты бөлшектердің қосылысы

61. Газ тәріздес компонентті газ қоспасынан арнайы сұйықтықпен бөлу үрдісін атаңыз?

А. адсорбция

В. абсорбция

С. Тотығу

Д. қалпына қайта келу

Е. Каталитикалық тотығу

62. Абсорбция үрдісінің жылдамдығына әсер етуші фактор.

А. қондырғының габариті

В. қатты заттардың гранулометриялық құрамы

С. қысым мен температура

Д. Температура мен ылғалдылық

Е. Газдың көлемі

63. Бөлінетін затқа қарағанда абсорбент қандай болу керек

А. жоғарыселективті

В. ұнтақ тәріздес

С. инертті

Д. түйіршікті

С. дисперсті

## Негізгі әдебиеттер

1. Патсаев Ә.Қ. Аналитикалық химия. «Мәтін» оқулық. Шымкент 2007-473.
2. Шәріпова Н.С. Захаров В.А. Мусабекова А.А. Аналитикалық химиядан тестер. Алматы: Қаз. Уни-ті 2001, 166 бет
3. Құлажанов Қ.С. Аналитикалық химия Алматы. Алматы технологиялық уни-ті 2004. 365 бет.
4. Сапожников Ю.А., Алиев Р.А., Калмыков С.Н. Радиоактивность окружающей среды. Москва, БИНОМ. Лаборатория знаний 2006 – 285 с
5. Балыкбаева Г.Т., Мусабеков К.Б., Тусипбаев Н.К. Способ приготовления средства для обеззараживания воды. № 17746 Предпатент. Астана, 2006

## Қосымша әдебиеттер

1. Мусабекова А. Шаддыбаева А. Нұртаева Ә. Әділханова С. Аналитикалық химиядан методикалық нұсқаулар. Алматы. Қаз. Уни-ті 1991-32бет.
2. Асанова Ж. Химиялық талдау негіздерінен факультативтік сабақтар. Алматы. Мектеп 1976-54 «2»бет.
3. Құлажанов К.С. Аналитикалық химия. Алматы: Санат, 1996
4. Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В. Аналитическая химия, часть 1,2. М Химия, 1990
5. Крешков В.И. Основы аналитической химии. М, Госхимиздат, 1987
6. Васильев В.П. Аналитическая химия. М: Высшая школа, 1989
7. Посьпайко В.И. Химические методы анализа. М: Высшая школа, 1989
8. Логинов Н.А., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия. Москва: Про-свещение, 1979
9. Цитович И.К. Курс аналитической химии. М: Высшая школа, 1977
10. Алексеев В.Н. Количественный анализ. М. Химия, 1972

## Мазмұны

КІРІСТЕ.....	3
<b>I ТАРАУ</b>	
<b>ҚОСЫЛЫСТАР МЕН ӨНІМДЕРДІҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ</b>	
1.1 Сапалы талдау әдістері.....	5
1.2 Сандық талдау әдістері.....	7
<b>II тарау</b>	
<b>ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ ҚҰРАУЫШТАРЫН ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІ ӨРЕКЕТ ӨНІМДЕРІН ТАЛДАУДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРІ</b>	
2.1 Химиялық әдістердің мәні және жіктелуі.....	9
2.1.1 Гравиметриялық талдау.....	9
2.1.2 Титриметриялық талдау.....	15
2.1.2.1 Қышқылды-негіздік титрлеу.....	20
2.1.2.2 Тотығу-тотықсыздану титрлеу.....	24
2.1.2.3 Комплексонометриялық титрлеу.....	27
2.1.2.4 Тұндыру әдістері бойынша титрлеу.....	28
<b>III тарау</b>	
<b>ФИЗИКО-ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ.....</b>	<b>30</b>
<b>IV ТАРАУ</b>	
<b>ТІРШЛІК ӨРЕКЕТІ ҚАУІПСІЗДІГІНДЕГІ ХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ</b>	
4.1 Қалдықтар қауіптілігінің сипаттамасы және анықтау әдістері.....	37
4.2 Қоршаған орта мен техногенді қызмет өнімдерін талдаудың химиялық әдістері.....	46
4.2.1 Атмосфераның техногенді және радиоактивті ластануы.....	49
4.2.2 Атмосфераны ластаушы заттарды анықтаудың физико - химиялық әдістері.....	52
4.3 Топырақ құрамына талдау жасау және оның ластануы.....	57
4.4 Су құрамы және оның ластануы.....	62
4.4.1 Суды физико-химиялық талдау әдістері.....	64
4.4.2 Ауыз су сапасына қойылатын талаптар және құрамын анықтау әдістері.....	70
<b>Зертханалық сабақтар</b>	
Зертханалық жұмыс №1 Зертханалық жұмыстарды орындау техникасы. Аналитикалық таразы, өлшеу ережелері және жұмыс істеу тәртібі.....	75
№2 Зертханалық жұмыс Өлшемдік ыдыстар және оларды қолдану ережелері.....	77
№3 Зертханалық жұмыс Барий хлоридінің кристаллогидратындағы кристалданған суды анықтау.....	82
№4 Зертханалық жұмыс Барий хлоридіндегі барийді анықтау $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (кристалды тұнба).....	83
№5 Зертханалық жұмыс Темір хлориді ерітінділеріндегі темірді (III) анықтау.....	85
№6 Зертханалық жұмыс Су объектілерінің органолептикалық қасиеттерін анықтау.....	86
№7 Зертханалық жұмыс Су кермектілігін анықтау. Комплексонометрия.....	91
№8 Зертханалық жұмыс Тұз қышқылының титрін анықтауға қажетті натрий тетраборатының 250 мл 0,1 н ерітіндісін дайындау.....	92
№9 Зертханалық жұмыс Топырақ сығындысының құрамынан кальций мен магнийді анықтау.....	96
Глосарий.....	98
Студент білімін бағалау үшін тест тапсырмалары.....	100
Әдебиеттер.....	110
Мазмұны.....	111



