

Шығыс Қазақстан облысы  
әкімдігінің білім  
басқармасы  
КМКҚ «Геология барлау  
колледжі»



КГКП «Геологоразведочный  
колледж» управления  
образования Восточно-  
Казахстанского областного  
акимата

**1514000 «Экология және жер қойнауын пайдалану  
салаларындағы табиғи ресурстарды тиімді қолдану»  
мамандығына арналған «Аналитикалық химия» пәнінен  
базалық тірек конспектісі**

**Мухаметжанова А. К.**

**1514000 «Экология және жер қойнауын пайдалану  
салаларындағы табиғи ресурстарды тиімді қолдану»  
мамандығына арналған «Аналитикалық химия» пәнінен  
базалық тірек конспектісі**

Колледждің әдістемелік кеңесінде бекітілген

Әзірленген 2012  
(мерзім)

Қайта өңдеген 2017  
(мерзім)

**Семей қаласы, 2017 ж.**

Мухаметжанова А. К., 1514000 «Экология және жер қойнауын пайдалану салаларындағы табиғи ресурстарды тиімді қолдану» мамандығына арналған «Аналитикалық химия» пәнінен базалық тірек конспектісі. – 44 бет.

Базалық тірек конспекті оқу жұмыс бағдарламасына сәйкес 1514000 «Экология және жер қойнауын пайдалану салаларындағы табиғи ресурстарды тиімді қолдану» мамандыққа әзірленген және 2 курс студенттеріне арналған. Ол құрамында «Табиғи ортаның жағдайын бақылау» пәні бойынша 5 тараудан тұрады, негізгі теориялық және тәжірибелік материалдар, сондай-ақ, құрамында бақылау сұрақтары мен тапсырмалары бар. Негізгі түсініктердің анықтылығына, олардың ерекшеліктері мен түрлеріне қысқа мерзімде жаңа ақпараттарды пайдалана отырып студент жауап бере алады және емтиханды сәтті тапсыра алады. Базалық тірек конспектісі студенттерге ғана емес, оқытушыларға да сабаққа дайындалу және оны өткізу кезінде тиімді.

## МАЗМҰНЫ

№	Бөлімдер мен тақырыптардың атауы	беттер
1	<b>I бөлім.</b> Аналитикалық химияның теориялық негізі. Кіріспе. Аналитикалық химия пәні. Химиялық әдістері. Негізгі ұғымдар	6-9
2	Ерітінділер. Ерітінділердің концентрациясының көрініс беру тәсілдері	9-12
3	Сутектік көрсеткіш. Буффер ерітінділер. Судың диссоциациялануы.	12-13
4	Химиялық кинетика және катализ. Ерігіштік көбейтіндісі.	13-16
5	Электролиттік диссоциацияның теориясы. Диссоциация константасы.	16-18
6	Тұздар гидролизі.	18-19
7	Комплексті қосылыстар. Коллоидты ерітінділер.	19-20
8	Тотығу - тотықсыздану реакциялары.	20-23
9	<b>II бөлім.</b> Сапалық талдау. Сапалық анализдің негізгі ұғымдары.	23-28
10	Катиондардың және аниондардың аналитикалық классификациясы	28-30
11	<b>III бөлім.</b> Сандық талдау. Сандық талдаудың тәсілдері.	30-32
12	Гравиметрикалық талдау әдісі.	32-35
13	<b>IV бөлім.</b> Көлемдік анализ және титриметриялық анализ. Титриметриялық талдау әдістері. Қышқылдық негіздік титрлеу. Тұндырып титрлеу әдісі.	35-41
14	Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеу. Комплексометриялық титрлеу.	41-42
15	<b>V бөлім.</b> Физико-химиялық талдау тәсілдері. Физика химиялық талдау тәсілдерінің жалпы сипаттамасы.	42-44
16	Пайдаланылған әдебиеттер	44

Пәнінің тақырыптық жоспары

№ p/c	Тақырыптардың атауы	Оқытудың күндізгі формасындағы оқу уақытының көлемі
1.	Кіріспе	1
	I ТАРАУ. Аналитикалық химияның теориялық негіздері.	
2	Тақырып 1.1. Химияның негізгі ұғымдары мен заңдары	1
3	Тақырып 1.2. Ерітінділер. Ерітінділердің концентрацияларын көрсету тәсілдері. Сутегі көрсеткіші.	4
4	Тақырып 1.3. Химиялық кинетика және катализ.	2
5	Тақырып 1.4. Электролиттік диссоциация теориясы.	2
6	Тақырып 1.5. Тұздар гидролизі. Тотықтыру-тотықсыздандыру реакциялары.	6
	II ТАРАУ. Сапалық талдау.	
7	Тақырып 2.1. Сапалық талдаудың негізгі ұғымдары.	2
8	Тақырып 2.2. Катиондар мен аниондардың аналитикалық жіктелуі.	2
	III ТАРАУ. Сандық талдау.	
9	Тақырып 3.1. Сандық талдау әдістерінің міндеттері мен жалпы сипаттамасы.	2
10	Тақырып 3.2. Талдаудың гравиметриялық әдісі.	2
11	Тақырып 3.3. Талдаудың титриметриялық әдісі.	4
	IV ТАРАУ. Талдаудың физикалық-химиялық әдістері.	
12	Тақырып 4.1. Талдаудың физикалық-химиялық әдістерінің жалпы сипаттамасы.	2
13	Тақырып 4.2. Аналитикалық химия курсы бойынша бақылау-қорыту сабағы	2
14	Резервтік уақыт	1
	<b>Барлығы:</b>	<b>33</b>

## КІРІСПЕ

### I БӨЛІМ. Аналитикалық химияның теориялық негіздері.

#### Аналитикалық химия пәні. Химиялық әдістері.

##### Тақырып 1.1. Химияның негізгі ұғымдары мен заңдары.

Сабақтың жоспары:

1 Кіріспе

2 Сандық және сапалық талдау

3 Химиялық әдістер

4 Талдаудың жіктелуі

5 Химияның негізгі ұғымдары мен заңдары( Атом-молекулалық ілім, зат массаның сақталу заңы, құрам-тұрақтылық заңы, эквиваленттер заңы).

**1 Аналитикалық химияның мақсаты** – жаңа анықтау әдістерін зерттеу немесе белгілерін жетілдіру, сондай-ақ анализдерді тәжірибе жүзінде іске асыру болып табылады. Сонымен қатар, аналитикалық химияның мақсаты анализдің аналитикалық әдістерінің теориялық негіздерін жан – жақты кеңінен зерттеу әр түрлі ортада элементтер мен олардың қосылыстарының болу формаларын, агрегаттық күйін оқып үйрену, координациялық қосылыстардың тұрақтылығын және құрылысын, құрамын анықтау, заттардың термиялық, оптикалық, электрохимиялық, магниттік сипаттамаларын зерттеу. Химиялық реакциялардың жылдамдығы мен стехиометриясын, катализатордың және басқа әр түрлі факторлардың әдістерін зерттеу маңызды құрам бөлігі болып табылады. Жасалған анализ методикасының метралогиалық сипаттамасын анықтамай және оларды метралогиалық аттестациядан өткізбей, ол методикалардың дәлдігі қайталанғыштығы және дұрыстығы туралы айта аламыз.

Аналитикалық химияның теориялық негізін жаратылыстанудың заңдары құрайды, олар заттың массасы және энергиясының сақталу заңы, зат құрамының тұрақтылығы, әрекеттесуші массалар және эквиваленттер заңы Д.И Менделеевтің периодтық заңы, А.М. Бутлеровтың химиялық құрылыс теориясы және т.б.

Анализ жасалатын материалдардың химиялық анализін химиялық, физикалық немесе физико – химиялық әдістер көмегімен өткізеді.

**2 Аналитикалық химия** – бұл заттардың химиялық, кейде фазалық құрамын, бізді қоршаған бұйымдар (заттар) және материяларды, зерттелген үлгінің құрамына кіретін молекулалардың құрылымдық және кеңістіктік құрылысын анықтайтын әдістер туралы ғылым. Аналитикалық химия – бұл сапалық және сандық (мөлшерлік) талдау әдістері туралы ғылым. Сондықтан оны екі ірі бөлімге бөледі: **сапалық және сандық талдау.**

**Сапалық талдау** анализденетін заттарда бос элементтерді немесе иондары анықтауда тұрады.

**Мөлшерлік талдау** – анализденетін заттың құрамына кіретін әр түрлі компоненттердің мөлшерін, сондай-ақ анализденетін қоспалық құрам бөліктерінің мөлшерлік арақатынасын анықтау болып табылады.

Мөлшерлік анализдің нәтижелері **массалық үлеспен (%)** көрсетіледі. Мысалы, мыс купоросында  $CuSO_4 \cdot H_2O$  25,44% Cu болады, ал фосфориттің

кұрамында 20-30%  $F_2O_5$  болады, соны мөлшерлік талдаудың әдістерімен анықтауға (орнатуға) болады. Ең біріншіден зат қандай элементтерден (иондардан) тұрады, ал содан кейін сандық көрсеткіштерін анықтайды.

**3 Химиялық әдістер** өз негізінде тек қана химиялық әрекеттесуледі пайдаланады, олардың нәтижесінде көрінетін сыртқы эффекттер жүзеге асады, мысалы, тұнбаға түсу, оны тиісті операциялардан кейін өлшеуге болады(гравиметрия әдісі) немесе газ тәріздес не ұшқыш өнімдер бөліп шығуы(айдау әдісі) немесе ерітінділердің түсінің өзгеруі (реакция аяқталғанда ол үшін индикатор қолданылады) (плетриметрия әдістері).

Талдау мақсатында қолданылатын химиялық үрдістер **аналитикалық реакциялар** деп аталады. Химиялық өзгерістерді тудыратын заттар **реактивтер немесе реогенттер** деп аталады.

Көптеген химиялық әдістер жақсы тексерілген және классикалық болып саналады. Дегенменде олар көп жағдайда, әсіресе заттардың тазалығын тексеру кезінде қазіргі кезгі талаптарды қанағаттандырмайды. Мысалы, тартылатын материалдардың құрамында бор, кадмий және т.б. «күрделі қоспалар» пайыздың миллион үлесінен аспауы қажет. Цирконидің құрамында біраз қоспасы болса, ол атомды реакторларда қолданыла алмайды. Химиялық әдістердің көпшілігі зерттелуші материалдардағы қоспаларды табуға немесе сандық анықтауға қажетті сезімталдыққа ие болмайды.

Бұдан басқа, өнеркәсіпте сондай-ақ биологиялық үрдістерде технологиялық үрдістерді бақылау, үрдістің барысын басқаруға мүмкіндік беретін талдаудың жылдам әдістерін қажет етеді. Сондықтанда, тек жоғары сезімталды ғана емес, «экспрессті» деп аталатын талдаудың жеделдетілген әдістерін дайындаудың тенденциясы да бар. Өндірістің мұндай талаптарын бірқатар физикалық және физико – химиялық әдістер біршама деңгейде қанағаттандырады.

**Физикалық және физико – химиялық әдістердің** химиялықтан айырмашылық олар аспапты болып келеді, себебі олар қандай да бір болмасын концентрацияға байланысты тіркеуді аналитикалық аспаптар мен аппаратураның көмегімен іске асырылады, олар бұл тіркеуді, яғни анализденетін заттың физикалық параметрлерін өлшейді.

**Физикалық әдістердің сипаты,** анализ барысында қандай да болмасын химиялық реакция жүзеге аспайды. Бұл әдістерде анализденетін заттың, оның құрамының функциясы ретінде физикалық қасиеті өлшенеді, мысалы, балқу немесе қайнау температурасы, поляризация, электромагниттік қасиеттері, жарық сындыруы, жарық жұтуы, электр және жылу өткізгіштігі т.б. Олардан ең біріншіден оптикалық әдістеріне (олар: спектральдік) мән беріледі. Физикалық талдау әдістеріне қазіргі жаңа зерттеу әдістері де жатады, олар радиометриялық, рентгеноструктурлық, масс-спектрометриялық.

**Физика – химиялық әдістер** қандай да болмасын химиялық әрекеттесу немесе айырылу реакциясын қатыстырып физикалық қасиетін өлшеуге негізделген. Оларға электрохимия, хроматография, фотометриялық және басқа әдістерді жатқызуға болады. Физикалық және физика – химиялық әдістерінің бөлек қасиеттеріне қарамай ең бас қазіргі техникалық және

ауылшаруашылық талдауында аналитикалық химияның негізін құрайтын химиялық әдістеріне беріледі.

#### 4 Талдаудың жіктелуі:

1 Алдыға қойған мақсат бойынша:

А) қарапайым (заттың қарапайым құрамын анықтайды)

Б) фазалық (заттың фазалық күйін анықтайды)

В) молекулалық (әр түрлі заттардың құрамындағы молекула мөлшерін анықтайды)

Г) функционалды (функционалды топтардың мөлшерін анықтайды)

2 Анализденетін сипаты бойынша:

А) биоорганикалық анализ

Б) органикалық анализ

Бейорганикалық еріткіштер: су, қышқыл, негіз.

Органикалық еріткіштер: бензин, бензол, керосин т.б

3 Зерттелетін әдістер сипаты бойынша:

А) химиялық

Б) физикалық

Арнайы апаттарды заттардың физикалық қасиеттерін анықтауға болады. Бұл физикалық талдау жатады. Талдау мақсатында қолданылатын химиялық үрдістер *аналитикалық реакция* деп аталады. Химиялық реакцияларды тудыратын заттар *реактивтер немесе реагенттер* деп аталады.

4 Талдаудың орындалуы бойынша:

А) сулы

Б) құрғақ

5 Химиялық талдауды төмендегі реакциялар пайдаланады:

1 өзіне тән

2 спецификалық

6 Заттың мөлшерімен байланысты:

А) микроанализ (20-100 мл ерітінді аламыз)

Б) жартылай микроанализ (5-10 мл)

В) микроанализ (0,2-1 мл)

Г) ультрамикроанализ

**5 Атом-молекулалық ілімінің негізін қалаған** – М.В. Ломоносов. Бұл ілім бойынша зат ең керісінше бөлшек молекулада, ал молекула атомдардан тұрады. Молекула заттың химиялық қасиеттерін сақтайтын ең кішкене бөлшегі. Атом – жай және күрделі заттардың молекулаларының құрамына кіретін химиялық элементтің ең кішкене бөлшегі. Химиялық элемент – ядросының оң зарядтары бірдей атомдар түрі.

Заттар

1) Жай заттар:

Молекулалары бір ғана элементтерімен атомдардан құралған заттарды жай заттар деп атайды. Br, Ne, Be, Li, K/O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>



2) Молекулалар бірнеше элементтерден атомдарынан құралған заттарды күрделі

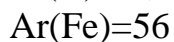


заттар немесе химиялық қосылыс деп атайды.

Химиялық элементтердің бірнеше жай зат түзе алатын қасиетін аллотропия деп атайды, ал түзілген заттарды сол элементтің аллотропиялық түр өзгерісі деп атайды.

Грамм-атом деп – сан жағынан элементтің атомдық салмағына тең етіп алынған сол элементтің грамм санын атайды.

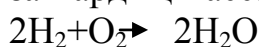
Мысалы:  $A_r(O)=16$ , ал грамм-атомы – 16г



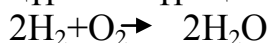
Грамм-молекула (моль)-сан жағынан заттың молекулалық салмағына тең етіп алынған сол заттың грамм санын атайды.

Мысалы:  $M_r(O_2)=32$

Зат массасының сақталу заңы ең алғаш 1789 жылы М.В. Ломоносов ашты. Француз ғалымы Лавуазье бөлек ашқан. Химиялық әрекеттесуге кіріскен заттардың массасы реакция нәтижесінде шыққан заттар массасына тең болады.



3) XX ғасырдың басында француз ғалымы Ж.Пруст зат массасының тұрақтылық заңын ашты. Әр бір күрделі заттың алыну тәсіліне қарамастан құрамы тұрақты болады.



4) Элементтің эквиваленті деп – оның 1.008 салмақ бөлімі сутекпен немесе 8с.б оттегімен қосыла алатын немесе қосылыстарда солардың орнын баса алатын салмақ мөлшерін айтады. Сан жағынан эквивалентіне тең етіп алынған элементтің заттың грамм – шамасын оның грамм-эквиваленті деп атайды.

Бақылау сұрақтары:

- 1 Аналитикалық химия пәні нені зерттейді?
- 2 Сапалық талдау дегеніміз не?
- 3 Сандық талдау дегеніміз не?
- 4 Химиялық әдістердің жіктелуі?
- 5 Аналитикалық реакциялар, реактивтер, реагенттер дегеніміз не?
- 6 Талдау жіктелуі?
- 7 Химиялық негізгі ұғымдар мен заңдарды аты

## **Тақырып 1.2. Ерітінділер. Ерітінділердің концентрациясының көрініс беру тәсілдері.**

Жоспар:

- 1 Ерітінділер туралы жалпы ұғым
- 2 Еріту үрдісі
- 3 Еріткіштердің жіктелуі
- 4 Ерітінділер концентрациясының көрініс беру тәсілдері

Берілген физико – химиялық процесс болатын немесе қатынасатын компоненттердің жиынтығын жүйелі деп атаймыз. Жүйе геногенді (біртекті) және гетрогенді (біртексіз, екі немесе көп фазалы) болуы мүмкін.

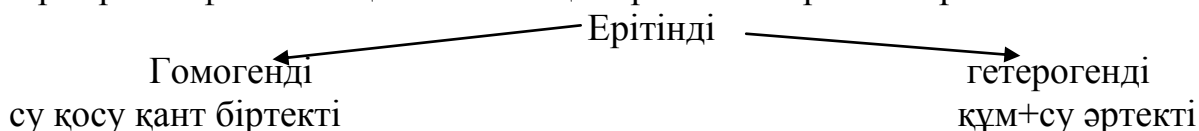
**Ерітінді** – бірнеше компоненттерден тұратын, гомогенді бір фазалы жүйе. Еріткіште біркелкі жайылған бір не бірнеше еріген заттар немесе иондар, еріткіш ерітіндінің компоненттері болып табылады. Ерітінді қандай агрегаттық күйде болса, таза күйінде дәл сондай болатын компонентті еріткіш деп есептейді, бірақ оның мөлері берілген жүйеде артықғырақ болуы қажет, мысалы, ауа – бұл оттектің, көмірқышқыл және инертті газдардың, су буының және басқа заттардың азоттағы ерітіндісі (ауадағы азот мөлшері көмегінің 8%).

Спирт пен су кез келген қатынаста бір – бірімен араласады және ерігеншебірдей агрегат күйде болады, сондықтан олардың мөлшері бір – біріне жақын немесе шамалас болса, онда мұндай жүйені аралас еріткіш деп атайды.

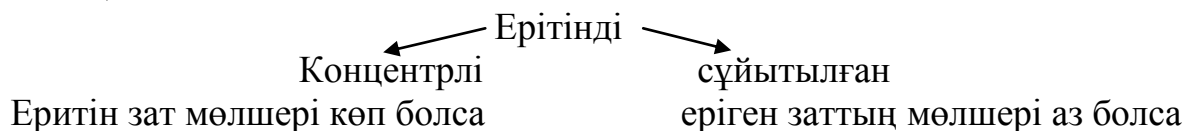
Аналитикалық химияда көбінесе еріткіш сұйықтық болып келетін ерітінділер қолданылады. Маңызды еріткіштің бірі – су. Қатты затты сұйықтықта еріткенде, мысалы, суда  $FeCl_3$  – ті еріткенде, бұл заттың молекулалары қатты фаза бетінен үзіледі де диффузия және броундық қозғалыс арқылы еріткіштің барлық көлемінде біркелкі таралады, сондықтан оның әр түрлі бөлігінде де ерітінді біртекті. Бұл қасиетімен ерітінділер химиялық қосылысты еске түсіреді. Қатты заттар еру процесінде жылу бөлінуі немесе жұтылуы мүмкін, кейде жалпы көлем де өзгереді. Мысалы, сілтілерді еріткенде жылу бөлінеді, ерітіндінің температурасы артады, ал ас тұзын және басқа да көптеген тұздарды еріткенде ерітіндінің температурасы төмендейді. Сұйықтықта сұйықты еріткенде ерітіндінің температурасы төмендейді. Сұйықтықта сұйықты еріткенде де дәл осы процестер жүреді. Мысалы, күкірт қышқылын суда еріткенде көп мөлшерде жылу бөлінеді. Спиртті суда еріткенде, мысалы олардың көлемі бірдей болғанда, алынған ерітінді екі көлем емес, одан аздау көлем алады.

Д.И. Менделеев ерітінділердің физико – химиялық теориясын ұсынды. Ол компоненттердің өзара әрекеттесуін зерттеуге негізделген. Бұл теорияға сәйкес еріткіш еріген заттармен гидратты қосылыстар түзе химиялық әрекеттеседі. Ерітінділердің химиялық теориясына И.А. Кабнуков елеулі үлес қосты. Ол судағы ерітіндісінде иондар мен молекулалардың гидраттануы және кез келген еріткіште олардың сольваттануы туралы ұғым енгізді. Бұл процестер гидраттану және сольваттану деп аталады. Сольваттану (гидраттану) кезінде еріткіштің молекуласы бұзылмайды, бірақ түзілген қосылыстар салыстырмалы тұрақсыз. Гидраттану құбылысын көзбен көруге болады. Мысалы, ақ түсті сусыз мыс сульфаты су буын сіңіріп көк түсті гидрат түзеді, оның құрамы  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  оны мыс купоросы (тотияйын) деп атайды.

**Ерітінділер** – еріткіш және еріген зат бөлшектерінен тұратын және өзара бір-бірімен физикалық – химиялық әсерлесетін біртекті жүйе.



**Ерітіндінің концентрациясы** – ерітін зат шамасының жалпы ерітінді шамасына қатынасы .



**Шынайы ерітінділер** – еріген зат мөлшері аз болады, мұнда еріген зат ион атом , не молекула түрінде болады да бір фазалық жүйе құрады. (гомогенді)

Еріген заттың массалық үлесі – w% ерітіндінің 100 масса бөлгенде еріген зат массасының бөлігі.

$$w = \frac{m(\text{еріген зат})}{m(\text{ерітінді})} 100\%$$

Еріген зат және ерітінді; кг,г

**Ерітіндінің мольдік концентрациясы**- 1 л ерітіндідегі еріген зат мольінің саны

$$C_M = \frac{m \cdot 1000}{\mu \cdot V}$$

$$C_M = \frac{m(\text{еріген зат})}{\mu \cdot V} * 100\%$$

$C_M$  -мольдік концентрация, моль/л

$\mu$  - еріген заттың молярлық массасы

**Ерітіндінің нормальды концентрациясы** –  $C_M$  1 л ерітіндіге еріген заттың молярлық массасы

$$C_M = \frac{m(\text{еріген зат}) \cdot 1000}{\varepsilon \cdot V}$$

$\varepsilon$  – еріген заттың эквивалент саны, г/моль

Қышқылдардың эквивалент массасы – оның мольдік массасының құрамындағы металлға ауыса алатын сутегі атомдық санына бөлгенге тең.

$$\varepsilon_{\text{қышқыл}} = \frac{M_{\text{қышқыл}}}{\text{Сутегі атомдық (қышқыл негізі)}}$$

Негіздердің эквивалент массасы оның мольдік масасының құрамындағы гидрооксид тобының санына бөлгенге тең немесе металл валенттілігіне

$$\varepsilon_{\text{негіз}} = \frac{M_{\text{негіз}}}{\text{металл валенттілігі}}$$

Тұздардың эквивалент массасы оның мольдік массасын молекуласындағы металл атом санымен металл валентілігіне көбейтінтісіне бөлгенге тең.

$$\varepsilon_{\text{тұз}} = \frac{M_{\text{тұз}}}{\text{металл атом, металл валенттілігі}}$$

Бақылау сұрақтары:

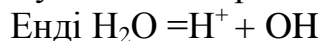
1. Ерітінділер дегеніміз не?
2. Концентрация дегеніміз не?
3. Проценттік концентрация дегеніміз не?
4. Молярлық, нормальды концентрация дегеніміз не?
5. Қышқылдардың, тұздардың, негіздердің эквиваленттік массасы қалай анықталады?

### Тақырып1.3. Су тектік көрсеткіш. Буфер ерітінділер. Судың диссоциациялануы.

Жоспар

1. Судың иондық көрсеткіштері
2. Су тегі көрсеткіштері
3. Буферлі ерітінділер

Су әлсіз электролит дегенмен ол иондарға диссоциацияланады.



Бұл қайтымды процесс сондықтан массалардың әсер заңын пайдалануға болады.

K- константа, судың диссоциациялану константасы

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$$

$$K \cdot [\text{H}_2\text{O}] = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$$

Судың диссоциациялану константасын анықтағанда 22°C оның мәні  $1,8 \cdot 10^{-16}$

Судың концентрациясын тұрақты деп есептесек  $[\text{H}_2\text{O}] = 1000/18 = 55,56$  моль/л

$K_c$ - 2 тұрақты шаманың көбейтіндісі, ал тұрақты шама судың иондық көбейтіндісі деп аталады.

$$K_c = [\text{H}_2\text{O}] \cdot K$$

$$K_c = 55,56 \cdot 1,8 \cdot 10^{-16} \text{ су иондарының көбейтіндісі}$$

$$\text{Демек } [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} = K_c$$

Егер ерітінді  $[\text{H}^+]$  азайса, онда  $[\text{OH}^-]$  мәні артады. Кеісінше  $[\text{OH}^-]$  азайса  $[\text{H}^+]$  артады.

Таза суда су тегі ионының концентрациясы мен гидроксид ионының концентрациясы өзара тең.

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7} \text{ моль/л}$$

$p_H = 7$  бейтарап орта, ерітінді су тег ионы мен  $[\text{OH}^-]$  концентрациясына тең болса

$p_H < 7$  су тегі концентрациясы артық болса

$p_H > 7$  негіздік концентрациясы  $[\text{OH}^-]$  артық болса

$p_H$  – су тектік көрсеткіш, су тегінің ионының концентрациясын

Теріс таңбамен алынған гидроксия ионы концентрациясының ондық логарифмі гидроксия көрсеткіші деп аталынады.

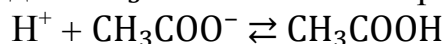
Буферлі жүйелер немесе ерітінділер дегеніміз- Қышқылды немесе сілтіні белгілі бір шамаға дейін қосқанда немесе сұйылту және қойылту кезінде су тегі монының концентрациясы тұрақты болатын не өте шамалы өзгеретін ерітінді.

$\text{NH}_4\text{OH}$  немесе  $\text{NH}_4\text{Cl}$  аммоний немесе аммоний буфері

$\text{CH}_3\text{COOH}$  және  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ацетат буфері

Бұл ерітінділердің буфферлік қасиетін әлсіз және күшті электролиттер диссоциациясымен түсіндіруге болады. Мысал үшін ацетат буфферіне шамалы

тұз қышқылын қосайық, яғни  $H^+$  ионың ерітіндіге енгіземіз. Бұл сутегі ионы  $H^+$  ерітіндіге  $CH_3COO^-$  ионымен әрекеттесіп  $CH_3COOH$  – әлсіз қышқылын түзеді.



Демек, қосылған  $H^+$  байланысын, нәтижесінде әлсіз қышқыл – аз диссоциацияланатын ерітінді ( $CH_3COOH$ ) түзіледі. Бұл ерітіндінің ортасын еш өзгертпейді. Себебі  $CH_3COOH$  диссоциациясын ерітіндіге  $CH_3COO^-$  ионы тежейді. Сонымен, ацетат ерітіндісіне шамалы күштік қышқыл қосқанда рН өзгермейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Судың диссоциациялану концентрациясын қалай анықтайды.
2. Сутектік көрсеткішті анықтау
3. Буферлік жүйені сипаттаңыз

#### Тақырып1. 4. Химиялық кинетика және катализ. Ерігіштік көбейтіндісі.

Жоспар

1. Химиялық кинетика және катализ
2. Химиялық реакциялардың жылдамдығы
3. Химиялық тепе-теңдік
4. Химиялық тепе-теңдік ығысуы

1. Химиялық реакцияның жүру механизімін және жылдамдығын зерттейтін химия ғылымының тарауын кинетика деп атайды. Аналитикалық және басқа да реакциялардың жылдамдығы әр түрлі: біреулері лезде бітеді, енді біреулері сағаттан, түндеп, жылдап жүреді.

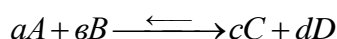
Химиялық реакцияның жылдамдығы әрекеттесуші концентрациясының уақыт бірлігінде өзгеруін сипаттайды. Реакция жылдамдығының өлшемі моль/л.с. Іс жүзінде реакция жылдамдығы белгілі уақытта реагенттер концентрациясының жиі бір реагенттің екіншісінікі үлкен, не өлшемді концентрация болғанда кішірейумен немесе уақыт бірлігінде реакция өнімнің біреуінің концентрациясының өсуі бойынша өлшенеді.

Реакция жылдамдығы көптеген факторларға: әрекеттесуші заттармен еріткіштің табиғатына, олардың концентрациясына, температураға, бөгде заттардың болуына, катализаторға, генгибиторға, орта рН-на және т.с.с. байланысты.

**Берілген жағдайдағы химиялық реакцияның жылдамдығы, реакция теңдеуінің стехиометриялық коэффициентіне тең болатын, дәрежелі әрекеттесуші заттар концентрацияларының көбейтіндісіне пропорционал.**

Мына заң 1867 жылы норвегиялық Гульдберг пен Вааге ғалымдарымен ашылған.

Яғни жалпы түрде жазылған реакция үшін:



Тура реакцияның жылдамдығы былай өрнектеледі:

$$V = k[A]^a * [B]^b$$

мұндағы  $k$  – с\*л<sup>a+b</sup>/моль<sup>a+b-1</sup> берілген тура реакция жылдамдығының константасы,  $[A], [B], t$  уақыт ішінде реагенттердің ағымдағы концентрациясы моль/л. Жылдамдық константасы да жылдамдық сияқты реагенттер мен еріткіштерді табиғатына, температураға, бөгде заттардың болуына, катализаторға, ингибиторларға және орта рН-на байланысты. Әсер етуші массалар заңыны дұрыс тұжырымы мынандай болады: **Берілген жағдайдағы химиялық реакцияның жылдамдығы, реакция теңдеуінің стехиометриялық коэффициентіне тең болатын, дәрежелі әрекеттесуші заттардың активті концентрациясының көбейтіндісіне пропорционал.**

$$V = kA_A^a A_B^b$$

2. Химиялық реакция жылдамдығы- уақыт өлшемінде әрекеттесуші заттардың біреуінің концентрациясының өзгеруімен анықталады.

Әдетте концентрация моль/л, уақыт сек/мин өлшенеді. Мысалы: реакцияға кірген бір заттың бастапқы концентрациясы 1 моль/л, ал 5 сек соң ол 0,5 моль/л болса орта жылдамдық

$$\frac{(1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} - 0,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}})}{5} = 0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} * \text{сек}$$

Химиялық реакция жылдамдығы мына формула бойынша анықтарады.

$$U = \frac{\Delta S}{\Delta t} \text{ моль/л * сек}$$

Химиялық реакция жылдамдығы реакцияға кіретін заттың табиғатына және реакцияның жүру жағдайына байланысты.

Реакция жағдайына мына жағдайлар әсер етеді:

1. Концентрация, С
2. Температура, t
3. Егер, реакцияға газ тәрізді заттар қаттысса қысым әсер етеді, p
4. Катализатор.

Химиялық реакция жылдамдығына концентрацияның әсері.

Химиялық реакция жылдамдығына әрекеттесуші заттардың концентрациясына тура пропорционал көбейтіндісіе  $A+B=C$

Осы схема жылдамдығы мына теңдеу арқылы жазылады.

$$V = K * C_A * C_B$$

Мұндағы  $K$  – жылдамдық тұрақтысы

$C_A, C_B$  – әрекеттесуші зат концентрациясы

Химиялық реакция жылдамдығына температураның әсері.

Химиялық реакция жылдамдығына әсер Вантгорфер ережесімен анықталынады.

Температураны әр 10 °C арттырғанда химиялық реакцияның жылдамдығы 2-45 есе күшейеді.

Бұл ережені математикалық түрде былай жазады.

$$\frac{t^2 - t_1}{10}$$

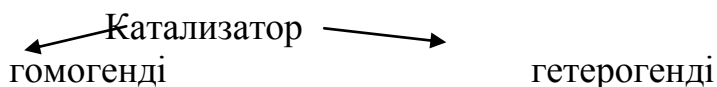
$$V_{t_2} = V_{t_1} * \gamma$$

$\gamma$ - температуралық коэффициент.

Химиялық реакция жылдамдығына катализатор әсері.

Химиялық реакция жылдамдығын арттыратын, бірақ реакция нәтижесінде өзі өзгеріссіз қалатын заттарды катализатор дейді.

Катализатор арқылы химиялық реакцияның жылдамдығын арттыруды катализ дейді.



Егер әрекеттесуші заттар және катализатор бірдей фазада болса гомогенді катализатор.

Егер әрекеттесуші заттар және катализатор әр түрлі фазада болса гетерогенді катализ жүреді.

Гетерогенді катализ негізгі адсорбция.

### 3. Химиялық тепе-теңдік.

Температура 100С-қа жоғарлаған сайын Вант-Гоффтың ережесі бойынша гомогенді химиялық реакция жылдамдығы 2-4 есе артады. Әрине, бұл ережеде ауытқулар болады (өте жиі кездеседі), бірақ көптеген жағдайда орындалады.

Температуралық коэффициентті анықтау үшін әр түрлі температурада өлшенген реакция жылдамдықтарының қатынастарын анықтайды. Химиялық реакция жылдамдығыны температураға тәуелділігін дәлдікпен Аррениус теңдеуімен беруге болады:

$$k = A e^{-E/RT} = A_{\text{exp}} / -E(RT)$$

мұндағы А- экспонента алды немесе жиілік факторы, ол әрекеттесуші бөлшектердің соқтығысу санымен байланыссыз. Е- р-ның активтендіру энергиясы. Реакцияның тепе – теңдігіне температураның әсерін сапалық жағынан, реакцияның жылу эффектісі негізінде Ле – Шателье – Браун (1848ж) принципіне сәйкестендіре бағалауға болады.

Жалпы түрде оны былай тұжырымдаймыз:

Егер тепе – теңдік күйде тұрған жүйеге сырттан қандай бір болмасын әсер ететін болсақ, онда жүйеде сыртқы әсер эффектісін бәсеңдететін процесс орнығады.

Температураны жоғарлатқанда, сірә жүйедегі тепе – теңдік сол жылуды сіңіретін процесс – эндотермиялық реакция бағытына қарай ығысады, төмендеткенде, керісінше экзотермиялық реакция бағытына ауады. Олай болса  $t_0$  өзгергенде тепе – теңдіктің ығысуы, реакция жылу эффектісінің таңбасымен, ал ығысу дәрежесі  $\Delta H$  шамасымен анықталады.

### 4. Химиялық тепе-теңдігінің ығысуы

Температура 10<sup>0</sup>С-қа жақындаған сайын Вант – Гоффтың эмпирикалық ережесі бойынша гомогенді химиялық реакция жылдамдығы 2-4 есе артады. Температуралық коэффициентті анықтау үшін әр түрлі температурада (олардың арасындағы айырмашылық 10<sup>0</sup>С болғаны дұрыс) өлшенген реакция жылдамдықтарының қатынастарын анықтайды.

Химиялық реакция жылдамдығының температураа тәуелдігін дәлдікпен Аррениус теңдеуімен беруге болады:  $k = A e^{-E/RT} = A_{\text{exp}} / -E(RT)$ , мұндағы А –

экспонента алды немесе жиілік факторы, ол әрекеттесуші бөлшектердің соқтығысу санымен байланысты,  $E$  – реакцияның активтендіру энергиясы. Тепе – теңдік константасының температураға тәуелділігін термодинамикалық теңдеуін жазып көрсетеміз:  $d \ln K / dT = \Delta H / RT^2$  мұндағы  $\Delta H$  – энтальпияның өзгеруі, реакция өту нәтижесіндегі жылу эффектісі.  $\Delta H$  эндотермиялық реакция үшін оң белгімен, экзотермиялық үшін – теріспен белгіленеді.

Реакцияның тепе – теңдігіне температураның әсерін сапалық жағынан, реакцияның жылу эффектісі негізінде Ле – Шателье – Браун (1848ж) принципінә сәйкестендіре бағалауға болады. Жалпы түрда оны былай тұжырымдаймыз: **егер тепе – теңдік күйде тұрған жүйеге сырттан қандай да бір болмасын әсер ететін болсақ, онда жүйеде сыртқы әсер эффектісін бәсеңдететін процесс орнығады.**

Температураны жоғарлатқанда, сірә, жүйедегі тепе – теңдік сол жылуды сіңіретін процесс – эндотермиялық реакция бағытына қарай ығысады, төмендеткенде, керісінше эндотермиялық реакция бағытына ауысады. Олай болса, температура өзгергенде тепе – теңдіктің ығысуы, реакция жылу эффектісінің таңбасымен, ал ығысу дәрежесі  $\Delta H$  шамасымен (бұл шама қаншалықты үлкен болса, температураның әсері соншалықты күшті) анықталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Химиялық кинетика неге негізделді
2. Химиялық реакциялардың жылдамдығы, жылдамдыққа әсер ететін факторлар.
3. Қайтымды және қайтымсыз үрдістер.

### **Тақырып 1. 5. Электролиттік диссоциация теориясы. Диссоциация константасы.**

Жоспар

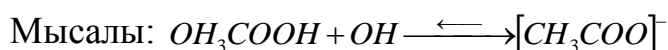
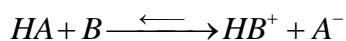
1. Электролиттік диссоциациялану процессінің мәні
2. Қышқылдардың, сілтілердің және тұздардың диссоциациялануы
3. Күшті және әлсіз электролиттер диссоциациялану дәрежесі

Қышқылдар мен негіздердің «классикалық» теориясын С. Аррениус өткен ғасырдың соңында жасады. Бұл теория сулы ерітінділердегі заттардың электролиттік диссоциациялануы туралы көзқарасқа негізделген. Суда ерігенде сутек  $H^+$  ионын түзе диссоциацияланатын электробейтарап затты қышқыл деп атаған, олай болса сулы ерітіндіде негіздер гидроксид ионын (ОН) түзеді. Бірақ, бұл теория түсінігі көптеген сулы ерітінділерге, әсіресе сусыз ерітінділерге жарамды.

1923 жылы Бренстед және Лоури қышқыл мен негіздерге жалпы претометтік теориясын ұсынды, мұнда негіз болып саналатын басқа затқа претонын бере алатын затты қышқыл деп атайды. Заттарды қышқылдармен негіздерге бұл теория бойынша бөлу қандай да болмасын еріткішті мендетті түрде қолданумен байланысты емес.

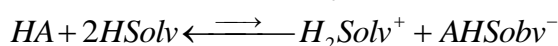


Сонымен, қышқыл іліктес негізбен, ал негізгі іліктес қышқылмен тепе – тең болады



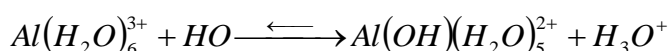
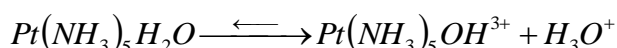
Әрбір қышқылға сәйкес іліктес негіз, ал негізге іліктес қышқыл болады. Қышқылды – негіздік жұптың әрбір жеке компоненті **протолит немесе іліктес протолит** деп аталады. Қышқыл да негіз де бола алатын қосылыстар амфротиттер деп аталады. Мұндай қосылыстар су, көп, негізгі қышқылдардың сатылы диссоциациясының өнімдері, мысалы,  $H_2SO_4, HCl, HCO_3^-$  және т.с.с. бола алады. Себебі олар протонды қабылдайды және бере де алады.

Теорияның жетістіктерінің бірі қышқылды – негіздік әрекеттесулер процесінде еріткіштің әсерін есепке алу болып табылады. HA қышқылының еріткіште диссоциациялануын мына сызбанұсқамен жазамыз:



$$K_{HSolv} = \frac{{}^a H_2Solv^+ \cdot {}^{*a} AHSolv^-}{{}^a HA \cdot {}^{a^2} HSolv} - \text{тепе – теңдіктің константасы.}$$

Екінші бір артықшылығы, ерітіндідегі барлық заттар тек екі класқа қышқыл және негіз болып бөлінеді. Аррениус теориясы бойынша бұған жатпайтын заттар, Лоуридің протолиттік теориясында не қышқылдарға, не негіздерге жатады, мұны төмендегі теңдіктер көрнекті көрсетеді:



теорияда протондарын беріп қышқыл деп алатын химиялық заттар, протондар доноры, протон қосып алып негіз деп аталатын сәйкес заттар, протондардың акцепторы болып табылады.

Барлық қышқылдар молекулалық ( $HCl, H_2S$ ) катиондық ( $H_3O^+, NH_4^+$  және т.б.) және аниондық ( $HSO_4^-, HCO_3^-$ ) болып бөлінеді. Дәл осылай негіздер де бөлінеді ( $NH_3, H_2O, Zn(OH)^+, Fe(OH)^{2+}, Cl^-, OHm.б.$ )

Теорияға сәйкес еріткіштер протондық донорлық немесе протондық акцепторлық қасиеттері бойынша 4 топқа жіктеледі:

- протогендік (қышқылдық)
- протофильдік (негіздік)
- апротондық
- амфипротондық (амфротерлік)

**1. Қышқылдық немесе протогендік** еріткіштер тобына, мысалы, сусыз құмырсқа, сірке, хлорсірке, күкірт, фосфор және басқа қышқылдар, гликольдер жатады. Протогендік еріткіштерде протонды беру бейімділігі қосып алудан әлдеқайда жоғары тұрады.

**2. Негіздік немесе протофильдік** еріткіштер тобына  $NH_3, NH_2OH, H_2NCH_2NH_2$  әр түрлі аминдер және басқа еріткіштер жатады. Олар күштірек протондық тектестігі бар партнёрына протонды бере алады,

бірақ протофильдік еріткіштерде протонды қабылдау оны беруден гөрі күштірек көрінеді.

**3. Амфотерлік немесе амфипротондық** еріткіштер әлсіз қышқылды – негіздік сипат көрсетеді. Оларға  $H_2O$ , спирттер, және т.с.с. жатады.

**4. Апротондық** еріткіштер қышқылды – негіздер қасиет көрсетпейді және ерітілген заттардың молекуласымен протолиттік тепе – теңдікке түспейді. Бұл еріткіштердің диэлектрлік өтімділік шамасы өте аз және электрлік дипольдік моменті нөлге тең немесе төмен. ( $C_6H_6$ ,  $CHCl_3$ ,  $SCl_4$  парафиндер).

Бақылау сұрақтары:

1. Электролиттік диссоциациялану теориясының негізгі қағидаларын тұжырымдап, оны тұлғаларыңдар.
2. Электролиттік диссоциация тұлғасынан қышқыл, негіз, орта және қышқыл тұздардың анықтамасын айтыңдар.
3. Күшті және әлсіз электролиттерге мысал келтіп, іс жүзінде электролиттердің күші қайда қажет екенін көрсетіңдер.

### Тақырып 1.6. Тұздар гидролизі.

Жоспар:

1. Тұздар гидролизінің мәні
2. Сулы ерітіндіде тұздардың диссоциацияланатын катиондары мен аниондарының табиғаты және сипаты.

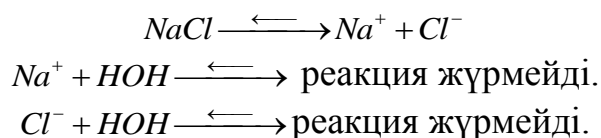
Еріген заттың сумен алмасу реакциясына түсіп, яғни диссоциацияланған иондардың  $H^+$  немесе  $OH^-$  иондарымен әрекеттесуін *гидролиз* деп атайды. Сулы ерітіндіде көптеген тұздар гидролизге ұшырайды, мұнда сутек иондарының концентрациясы өзгереді. Әлсіз қышқыл мен күшті негізден, сондай-ақ біреуі әлсіз қышқыл мен әлсіз негізден түзілген тұздар гидролизге ұшырайды. Күшті қышқыл мен күшті негізден түзілген тұздар гидролизге ұшырамайды.

Сулы ерітіндіде иондарға ыдыраған тұздар гидролизінің механизмі, олардың гидратты қабықшасының әрекеттесуімен анықтайды. Гидролиздің сипаты мен дәрежесі иондардың полюстеуші әсеріне тәуелді, осы әсер қанша күшті болса, гидролиз сонша шабыт жүреді.

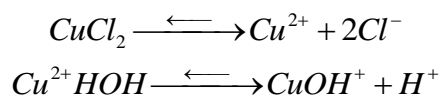
Екі және үш зарядты ( $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$ ) күшті акцепторлар болып табылады және су молекуласымен гидроксо – аквакомплексер түзе әрекеттеседі, яғни орта қышқылдық болады. Анионның теріс заряды қанша көп және мөлшері кіші болса, су молекуласынан протон оңай үзіледі де анионға қосылады. Электрон жұптарының әлсіз доксорлары – бір зарядты аниондар –  $Cl^-$ ,  $ClO_4^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$  және т.б. – гидролизденбейді.

Тұздардың гидролизінің қосынды эффекті сулы ерітіндіде тұздардың диссоциацияланатын катиондары мен аниондарының табиғаты және сипатымен анықталады.

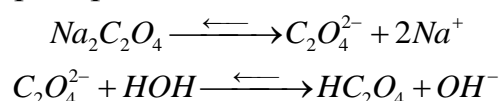
1. Егер тұз диссоциацияланғанда аз полюстенетін катиондар және аниондар түзетін болса, ортаның рН-ы өзгермейді, гидролиз іс жүзінде жүрмейді:



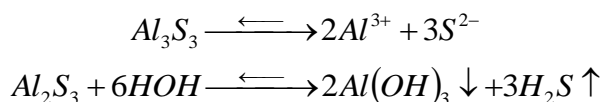
2. Егер тұз күшті қышқыл мен әлсіз негізден түзелген болса, онда оның гидролизі сутек иондарының түзілуіне алып келеді, яғни ерітіндінің қышқылдығы артады, рН-тың мәні кемиді.



3. Егер тұз күшті негіз бен әлсіз қышқылдан түзелген болса, онда оның гидролизі гидроксид иондарының түзілуіне алып келеді, бұл ерітіндінің рН мәнін арттырады:



4. Әлсіз негіз бен әлсіз қышқылдан түзелген тұздардың гидролизі толық жүреді:



Мөлшерлік жағынан гидролиз тұздардың гидролиздену дәрежесімен () сипатталады, ол диссоциациялану дәрежесі сияқты, гидролизденген тұздың нөл санымен, ерітілген тұздың жалпы нөл санына  $C_0$  қатынасымен анықталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Тұздар гидролизі дегеніміз не?
2. Қандай тұздар гидролизге ұшырайды, неліктен?

### Тақырып 1.7. Комплексті қосылыстар. Коллоидты ерітінділер.

Жоспар

1. Комплексті қосылыстарға жалпы сипаттама.
2. Комплексті қосылыстардың жіктелуі.

Комплексті қосылыстар химиясында аса маңызы зор теория А.Вернердің координациялық теориясы. Теорияның негізгі қағидалары:

1. Комплекс түзуші- оң зарядты ортада орналасқан атом.
2. Лигандалар- комплекс түзушінің айналасында орналасқан теріс зарядты иондар немесе бейтарап молекулалар.
3. Комплекс түзуші және лигандалар- комплексті қосылыстар сферасын құрайды.
4. Сыртқы сфера- сыртта тұрған иондар.  
Комплексті қосылыстарға атау беру.

Қазақша атауда алдымен катион содан соң анион алынады.

Лигандалар санын грек тілінде атайды:

2-ди	7-гепта
3-три	8-окта
4-тетра	9-нона
5-пента	10-дека
6-гекса	

Лигандалар атауы:

$H_2O$ -акво	Cl-хлоро
$NH_3$ -аммин	$OH_2$ -гидро
CN-циано	SNC-родано

Валенттілігі бойынша жүргізілген комплексті қосылыстар:

Валенттілікке бағынбайтын комплексті қосылыстар. Жоғарғы қатардағы қосылыстар.

Жоғарғы қатардағы қосылыстарға: қос тұздар және комплексті қосылыстар жатады. Қос тұздар суда ерігенде түгелдей йондарға ыдырайды. Комплексті қосылыстар суда ерігенде комплексті иондар түзіледі.

Коллоидты ерітінділер дисперсті жүйеден және дисперсті ортадан тұрады.

Дисперсті жүйе коллоидты бөлшектерден құралған. Оларды мицеллалар деп атайды. Коллоидты ерітінділердің дисперсті жүйесі дисперсті ортада ерімейді сондықтан коллоидты ерітінділерді алмасу реакциясы арқылы бақылауға болады. Онда әрекеттесуші 2 зат еріген ортада 3-ші ерімейтін зат түзеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Комплексті қосылыстар дегеніміз не?
2. Координациялық теориясының негізгі қағидалары.
3. Комплексті қосылыстарға атау беру.

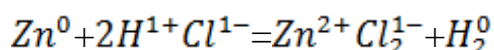
### Тақырып 1.8. Тотығу-тотықсыздану реакциялары.

Жоспар:

1. Тотығу-тотықсыздану реакцияларына жалпы сипаттамасы.
2. Тотығу-тотықсыздану реакцияларына теңдеу құру.

Химиялық реакциялар көпшілік жағдайда әрекеттесетін заттар атомдарының тотығу дәрежесін өзгертпей жүреді.

Реакция кезінде әрекеттесуші заттар құрамындағы атомдар тотығу дәрежесін өзгертуі де мүмкін:



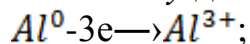
Бұл реакциялар нәтижесінде мырыш пен сутегі тотығу дәрежелерін өзгертіп тұр.

Химиялық реакция кезінде әрекеттесуші заттар құрамындағы атомдар тотығу дәрежелерін өзгерте жүретін реакциялар *тотығу-тотықсыздану* реакциялары деп аталады.

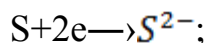
Тотығу дәрежесінің өзгертуі әрекеттесуші атомдар арасындағы электрондар алмасу жүретінін көрсетеді. Демек, бұл реакция кезінде бір атом электрон берсе, екінші атом оны қабылдайды.

Тотығу-тотықсыздану реакцияларының негізгі қағидалары:

-Әрекеттесуші заттардың атомы, молекуласы не ионы электрон беру процесін *тотығу* дейді. Тотығу кезінде тотығу дәрежесі артады.



- Әрекеттесуші атомдар, молекулалар не иондар электрон қосып алу процесін *тотықсыздану* дейді. Тотықсыздану кезінде тотығу дәрежесі кемиді.



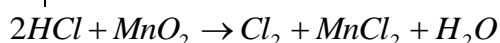
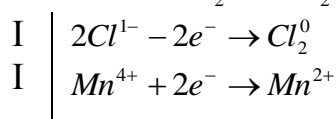
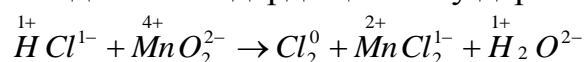
- Химиялық реакция кезінде электрондарын беретін атомдар, иондар не молекулалар *тотықсыздандырғын*, ал электрондар қосып алатын атомдар *тотықтырғыштар* болып табылады.



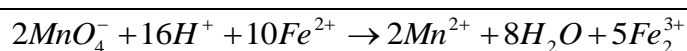
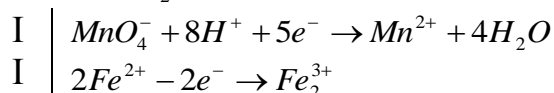
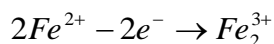
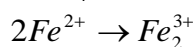
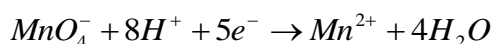
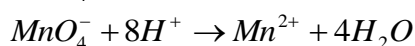
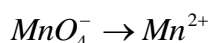
Тотығу-тотықсыздану реакцияларының теңдеулерін құру.

Кез келген реакцияның теңдеуін құру зат массасының сақталу заңына сүйенетіні белгілі. Тотығу-тотықсыздану реакцияларының теңдеуін құру үшін электрондық баланс және жартылай реакция әдістері қолданылады.

1. Электрондық баланс әдісі. Бұл әдіс арқылы реакция теңдеуін құру үшін реакцияға кіретін заттар мен түзілетін заттарды, олардың құрамындағы атомдардың тотығу дәрежелерін білу керек.



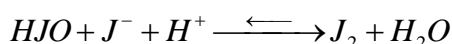
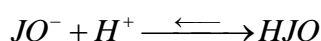
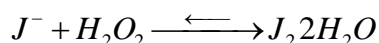
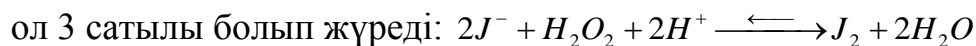
2. Жартылай реакция әдісі. Бұл әдіс кейде иноды-электронды деп аталады. Себебі реакция теңдеуін құру үшін алдымен иондық теңдеулер құрады. Бұл әдіс бойынша тотығу-тотықсыздану реакциясының механизмін байқауға болады.





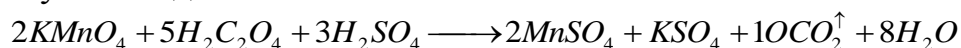
Тотығу – тотықсыздану реакцияларының барлығы да жылдам және бір сатылы болып жүрмейді. Тек қана бір электрондық тотықтырғыш пен тотықсыздандырғыштар тәжірибеде өзара ешқандай қиындықсыз әрекеттеседі. Егер реагенттердің біреуі екі электрондық немесе одан да көп болса, онда ол көптеген реакцияларды бірнеше тізбекті саты бойынша көбіне тұрақсыз, активтігі жоғары, кейде радикалды аралық өнімдер түзе әрекеттеседі.

Мына реакция мысал бола алады:

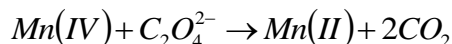
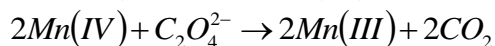
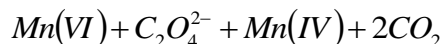
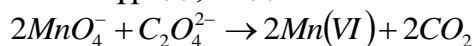


Тотығу – тотықсыздану реакция әр түрлі жылдамдықпен, кейбіреулері баяу жүреді. Баяу реакциялардың жылдамдығын арттыратын каталитаторлардың маңызы үлкен. Реакциялардың жылдамдығын температураны жоғарлатып, әрекеттесуші заттардың концентрациясын арттырып, ортаның рН-ын өзгертіп арттыруға болады.

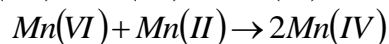
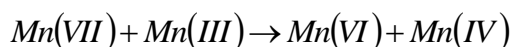
Күрделі реакцияға мысал ретінде күшті тотықтырғыш калий перманганаттың орташа тотықсыздандырғыш – қымыздық қышқылымен әрекеттесуін алуға болады.



Егер жүйеге  $MnSO_4$  катализаторын арнайы енгізбесе, онда реакция индукциялық периодпен өте жай жүреді, онда төменгі өзгерістер болады:



Мұнан басқа жүйеде марганецтің әр түрлі иондары арасында реакция жүреді:



$Mn(II)$  иондарының реакциясы өзгереді катализденуі, **автокатализ** деп аталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Тотығу-тотықсыздану реакциясы дегеніміз не?
2. Тотығу процесі қалай жүреді?
3. Тотықсыздану процесі қалай жүреді?

## II БӨЛІМ. Сапалық талдау.

### Тақырып 2.1. Сапалық талдаудың негізгі ұғымдары

Жоспар:

1. Сапалық талдауға сипаттама
2. Сапалық анализдің негізгі принциптері.
3. Тамшылы әдіс.
4. Макро-, жартылай микро және микроанализ.

Аналитикалық химия екі бөлімге бөлінеді: сапалық және сандық (немесе мөлшерлік) анализдер.

**Сапалық** анализде аналитикалық реакциялардың қолдану аймағына қарай топтық және жеке (сипаттамалы) деп бөлінеді.

Топтық реакция көмегімен күрделі қоспадан аналитикалық деп аталатын кейбір топ заттарын бөліп алады. Мысалы, классика күкіртсутекті анализ әдісінде катиондағы келесі топтық, реагенттерді бөледі:  $HCl - V$  топ элементтеріне,  $(NH_4)_2S - III$ ,  $(NH_4)_2CO - II$  аналитикалық топтар элементтеріне. Бұл топтық реагенттер берілген топтың элементтерін анықтауға мүмкіндік жасайды.

Сипаттамалы реакциялар нақты затқа тән. Оларды селективтігі бойынша, яғни анализденетін объектілердің шектелген санымен бірдей немесе ұқсас аналитикалық эффектпен қамтамасыз ете алуымен ажыратамыз. Бұл объектілер қанша аз болса, селективтік сонша жоғары болады. Мысалы, селективтік реакцияларға диметилглиоксимнің (Чугаев реактиві) иондарымен әрекеттесуі жатады. Селективтікті арттыру үшін ерітінділердің  $pH$  – ын реттеуді қолданады.

Жоғары селективті реакцияларды арнайы деп атайды. **Мөлшерлік** химиялық анализдің негізгі бағыттарының бірі белгілі компонентке қатысты жоғары талдауды қамтамасыз ететін анализдер тәсілін (методикасын) жасау. Соңғыны жоғарлатуға мысал, бұркемелеу, экстракциялау, сорбциялау және т.с. реакцияны селективті, яғни тек қана компонентке тән етуге болады.

Сапалық анализдің табу шегі маңызды сипаттамасы болып саналады, ол сенімді ықтималдықпен берілген фонның сигналынан ерекшеленетін, минимальды аналитикалық сигнал болып табылады. Демек берілген реакция арқылы жеткілікті дәрежеде табылатын заттың минимальды мөлшерін **табу шегі** деп атаймыз, табу шегі қанша төмен болса, оның сезгіштігі жоғары болады. Ол реагенттердің концентрациясына, бөгде иондардың немесе кедергі жасайтын заттардың болуына ортаға (реагенттер мен еріткіштің табиғатына) температураға, қысымға және басқа параметрлерге байланысты Сапалық анализде аналитикалық реакциялардың қолдану аймағына қарай топтық және жеке (сипаттамалы) болып бөлінеді.

Топтық реакция көмегімен күрделі қоспадан аналитикалық деп аталатын кейбір топ заттарын бөліп алады. Мысалы, классика күкіртсутекті анализ әдісінде катиондағы келесі топтық реагенттерді бөледі:  $HCl - V$  топ элементтеріне,  $(NH_4)_2S - III$ ,  $(NH_4)_2CO_3 - II$  -ші аналитикалық топтар элементтеріне. Бұл топтық реагенттер берілген топтың элементтерін анықтауға мүмкіндік жасайды. Анализ

жүйелікпен жүргенде олар аналитикалық топты басқалардан толық айыруға заттардың іздік мөлшерін концентрациялау үшін, анализдің барысында кедергі жасайтын топтар немесе элементтерді айыру үшін қолданылады.

Сипаттамалы реакциялар нақты затқа тән. Оларды селективтігі бойынша, яғни анализденетін объектілердің шектелген санымен бірдей немесе ұқсас аналитикалық эффектпен қамтамасыз ете алуымен ажыратамыз. Бұл объектілер қанша аз болса, селективтік сонша жоғары болады. Мысалы, селективтік реакцияларға диметилглиоксимнің (Чугаев реактиві) иондарымен әрекеттесуі жатады. Селективтікті арттыру үшін ерітінділердің  $pH$  -ын реттеуді қолданады.

Жоғары селективті реакцияларды арнайы деп атайды. Мөлшерлік химиялық анализдің негізгі бағыттарының бірі белгілі компонентке қатысты жоғары талдауды қамтамасыз ететін анализдер тәсілін (методикасын) жасау. Соңғыны жоғарлатуға мысал, бүркемелеу, экстракциялау, сорбциялау және т.с. реакцияны селективті, яғни тек қана компонентке тән етуге болады.

Сапалық (сондай-ақ мөлшерлік) анализдің табу шегі маңызды сипаттамасы болып саналады, ол секілді ықтималдықпен берілген фонның ( $V_{фон}$ ) сигналын ерекшеленетін, минимальды аналитикалық сигнал ( $V_{мин}$ ) болып табылады. Егер минимальды табылатын концентрацияны және заттың абсолют массасын  $C_{мин}$  және  $m_{мин}$  арқылы, ал сезгіштік коэффициентін  $S$  арқылы белгілісек, онда  $C_{мин} = \frac{V_{мин} * V_{фон}}{S}$  немесе  $m_{мин} = \frac{V_{мин} V_{фон}}{S}$ .

Демек, берілген реакция арқылы жеткілікті дәрежеде табылатын заттың минимальды мөлшерін **табу шегі** деп атаймыз, табу шегі қанша төмен болса, оның сезгіштігі жоғары болады. Ол реагенттердің концентрациясына, бөгде иондардың немесе кедергі жасайтын заттардың болуына ортаға (реагенттер мен еріткіштің табиғатына) температураға, қысымға және басқа параметрлерге байланысты.

## 2. Сапалық анализдің негізгі принциптері.

Селективті немесе арнайы реакциялардың саны аз, сондықтан тәжірибеде анализденетін жүйедегі кедергі жасайтын компоненттердің әсерін жою үшін тиісті тәсілдер қолданылады. Кедергілерді, мысалы, төмендегі әдістермен жоюға болады:

- фаза, компонентке бөлу жолымен жүйені құрам бөліктеріне бөлу;
- анализденетін жүйе ішіндегі кедергі әсерлерді бәсеңдету (бүркемелеу);

Сапалық анализдің бірінші жағдайында негізгі тәсіл – бөлу, екіншісінде бүркемелеу болып табылады, ал фазаларға бөлу қосымша сипатта болады. Бірақ екі әдіс те бірін-бірі жиі толықтырып тұрады.

Жүйе компоненттерін аналитикалық қасиеттеріне қарай белгілі бірізділікпен жүйені бірнеше шағын жүйелерге бөліп, анализденетін объект татпасының толық анализі **жүйелі анализ** болып табылады. Аналитикалық топтарды әр түрлі фазаларға өткізіп, топ ішінде әрбір компонентті анықтай



алатындай олардың бөлінуін қамтамасыз етеміз. Яғни, соңынан бірізділікпен фазада бір компонент қалғанша бөлу аналитикалық реакциясын жүргізеді, оны тиісті селективті реагенттермен өздеріне тән реакциялармен бір мәнді теңестіре аламыз.

Біздің елдегі бөлшектеп анализдеудің негізін салушы Н.А. Тананаев, ол белгілі ионды сонымен бірге ерітіндіде болатын және оны теңестіруге кедергі жасайтын басқаларынан бөліп алуға мүмкін болатын реакцияларды **бөлшек реакциялар** деп атады. Бұл ионның бар-жоқтығына тән реакция арқылы көз жеткізеді де жуықтап (көріп) оның мөлшерін анықтайды (іздік, аз, көп).

Заттарды табуды қажетті операцияларды алдын-ала өткізіп кедергі жасайтын компоненттерді жойып жағдай туғызғаннан соң орындайды. Бұл бөлу операцияларының санын және компоненттерін табуға кететін уақытты қысқартады, әрі анализденетін ерітіндінің көлемін тамшыға дейін азайтуға болады. Компонентті табу үшін бөлшек реакцияның бірнеше нұсқасын (вариантын) қолдануға болады, оларды бірізділікпен қолдану, алынған нәтижелердің дұрыстығын жоғарлатуға алып келеді. Ерітіндінің бір порциясында бірнеше заттарды табудың көптеген әдісі жасалған.

Сапалық анализді өткізгенде татпадағы компонентті асыра табуға және жеткізбей табуға болады.

#### **Асыра табу:**

1. Ұқсас аналитикалық сигнал беретін кедергі жасайтын компоненттің болуы;
2. Фонның сигналын компонент сигналының орнына қабылдау;
3. Іздеп отырған компонентпен ыдыстан реактивтерден, ауадан, судан және т.б. татпаның ластануы;

#### **Жеткізбей табу:**

1. Бөлу барысында іздеп отырған компонентті жоғалту;
2. Тән реакцияның жеткілікті дәрежеде сезгіш болмауы;
3. Компонент сигналын фон сигналы деп қабылдау;

Сапалық анализде қолданылатын химиялық реакциялар келесі талаптарға сай болуы қажет:

- тез немесе лезде өтеді;
- тәжірибеде қайтымсыз болуы керек;
- сыртқы эффект болуы қажет: түсі өзгереді, тұнбаның еруі немесе түсуі, газ тәріздес заттардың бөлініп шығуы;
- арнайылығымен және жоғары сезгіштілігімен ерекшеленеді;

Сапалық реакцияларды орындағанда олар жүру үшін белгілі жағдай жасау қажет:

- ерітіндінің тиісті ортасын, рН (мысалы, қышқылда еритін тұнба қышқыл ерітінділерден тұнбаға түспейді, тұндырғыштың артық мөлшерінде немесе ерітіндіде комплекстеуші заттар болғанда ери алады)
- берілген жағдайда тұнбаның ерігіштігін арттыру үшін анықталатын ионның концентрациясы жеткілікті болуы қажет;
- тиісті температурада және т.с.с.

Бейорганикалық қосылыстардың сапалық анализінің негізгі мәселесі химиялық құрамын анықтау, яғни анықталатын татпадағы катиондар мен аниондарды табу болып табылады.

Сапалық анализдің химиялық әдістерінде анықталатын компонентті (атомдар, иондар, молекулалар) өзіне тән қасиеті бар тиісті қосылыстарға өткізеді: тұнбаға түсу, түсінің өзгеруі, газдың бөлініп шығуы, тән кристалдардың түзілуі және т.с.с. бұл дәл осы компоненттің барлығын бір мәнділікпен анықтауға мүмкіндік береді.

Химиялық реакциялар негізінен екі әдіспен: **құрғақ және ылғалды жолдармен** өткізіледі. Қатты немесе сұйық татпаны жанарғы жалынына орналастыру, татпаны басқа құрғақ затпен араластырып үгу, перлалар даярлау және т.б. құрғақ реакциялар қатарына жатады. Заттарды құрғақтай үгуді 1898жылы орыс химигі Ф.М. Флавицкий ұсынды, ол тиоционат және үш валентті темір иондары бар заттардың қызыл түске боялуын пайдаланды:  
$$Fe^{3+} + 3SCN^{-} \rightarrow Fe(SCN)_3$$

Құрғақ жолмен жүретін реакцияларға бура немесе соданың көмегімен боялған шынылардың (перлалар) түзілуі жатады. Кейбір элементтердің балқытқыштың біреуімен қорытылып, өзіне тән түсі бар шыны тәрізді түйіршіктер, мысалы,  $Cr^{3+}$  жасыл, ал  $Co^{2+}$  көк перлалар түзеді.

«Құрғақ жолмен» өткізілетін реакциялардың қолданылуы шектелген, олар зертханада алдын-ала зерттеулер үшін және геологиялық жағдайларда және компоненттердің белгілі санына ғана қолданылады.

Сапалық анализде әр түрлі ерітіндіде өтетін реакциялар негізгі қолдау тапты. Еріткіштер ретінде дистилденген су, қышқыл ерітінділері (және т.б.) сұйықтық патшасы, сілті ерітінділері және т.с.с. пайдаланады. Анализденетін зат еш қандай еріткіште ерімейтін болса, оны ерітіндіге өткізу үшін қандай болмасын бір балқытқышпен қосып қорытылады.

Анализденетін заттың массасына, анализ үшін пайдаланатын ерітіндінің көлеміне байланысты, макро, жартылай микро, микро, ультрамикро, субмикро, субультрамикро – деп сапалық анализ әдістерін ажыратады. Реакцияларды пробиркалық, тамшылық микрокристаллоскопиялық және басқа әдістермен орындайды. Сапалық анализді орындау барысында тұндыру, сүзуцентрифугалау, суалту, дистелдеуі, айдау соның ішінде бумен айдау қыздыру, сорбциялау, экстрациялау, кристалдау (кристалдану) және басқа операциялар қолданылады.

Микрокристаллоскопиялық әдіс, нәтижесінде микроскоппен қаралатын тән пішінде кристалдар түзелетін реакциялар көмегімен компонентті анықтауға негізделген. Мысалы, ерітіндіде өте аз мөлшерде болатын сілтілік және сілтілік – жер элементтерінің катиондары осылай анықталады.

### 3. Тамшылы әдіс.

Әдіс Н.А. Тананевпен және оған байланыссыз Австрия ғылымы Ф. Файглмен жасалған. Әдісті әрі қарай біздің ғалымдар Л.М. Гульдбер, В.И. Кузнецов, И.М. Коренман және т.б. дамытты.

Әдетте, тамшылық реакцияларды сүзгі қағазда немесе тиісті жобындармен жабылған кәрден немесе шыны пластинкалар бетінде

орындайды. Зерттелген ерітінді мен реактивтерді 1-3 тамшы мөлшерінде белгілі ретпен орналастырады. Анализ нәтижесінен алынған дақтың бояуына қарап, концентрлік сақиналардың орналасуы мен бояуына қарап (бірнеше иондарды анықтағанда) табады. Түссіз қосылыстар үшін айқындауыштарды пайдаланады.

Сүзгі қағаздағы тамшылық анализ қағаздық хроматографияның бір түрі болып табылады, себебі дақтың түзілуі капиллярлық таралудың диффузияның, адсорбция және десорбцияның химиялық реакциялардың күрделі әсерінің нәтижесі, онда бірдей жағдайда өткізілетін анализдің осы әдіспен табу шегі елеулі дәрежеде ерекшеленеді.

Тек қана бір реактивпен нашар еритін қосылыс түзетін бірнеше иондар ерітіндіде болғанда, қағазда ерігіштік көбейтіндісіне сәйкес орналасқан бірнеше концентрлік сақиналар пайда болады. Орталыққа жақын ерігіштігі аздау қосылыс орналасады. **Мысалы:** алдын-ала ерітіндісі тамызылған қағазға  $Fe^{3+}$  және  $Al^{3+}$

#### 4. Макро-, жартылай микро және микроанализ.

Анализденетін заттың массасына, анализ үшін пайдаланатын ерітіндінің көмегіне байланысты макро, микро және жартылай микро әдістерін ажыратады.

Талдау әдістерінің жіктелуі.

Жалпы аты	Жаңа аты	Зерттелген заттың мөлшері	
		г	мл
Макроталдау	Грамм-әдісі	1 – 10	10 – 100
Жартылай микроталдау	Грамм - әдісі	0,05 – 0,5	1- 10
Микроталдау	Миллтгграмм - әдісі	0,001 – $10^{-6}$	0,1 – $10^{-4}$
Ультромикроталдау	Микрограмм-әдісі	$10^{-6}$ – $10^{-9}$	$10^{-4}$ - $10^{-6}$
Субмикроталдау	Нанограмм - әдісі	$10^{-9}$ - $10^{-12}$	$10^{-7}$ - $10^{-10}$
Субультромикроталдау	Пикограмм - әдісі	$10^{-12}$	$10^{-10}$

Макроәдіс бойынша анализ өткізу үшін, мысалы, құрғақ материалды 1-10г немесе ерітіндіні 10-100мл дейін зерттеу мақсатына қарай алғызады. Реакцияларды пробиркалық әдіспен орындап, түскен тұнбаларды сүзіп, жуу операцияларына жатқызады. Микроәдіс бойынша анализді (талдауы) **тамшылық және микрокристаллоскопиялық** әдістеріне бөлінеді. Мұнда анализденетін құрғақ заттармен немесе ерітінділермен зерттеуді орындайды. Ловицпен ашылған микрокристаллоскопиялық әдіс иондарды анықтау үшін форма және түс арқылы түскен кристалдарды микроскоппен көруге болады.

Тұздар қоспасын тамызғанда даққа орталыққа жақын берлинлазурінің  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  қара көк дағы пайда болады, ал  $Al^{3+}$  дақтың шетіне қарай жылжиды, онда тиісті реактивпен айқындалады. Егер қағазбен әрекеттесетін

қоспалары бар ерітінділер тамызылса, мысалы,  $MnO_4$  іздік мөлшері онда түсі тән сипаттағы дақ пайда болады. ( $MnO_2$  – қоңыр түсті)

Металдар мен күймалардың «жоңқасыз әдіспен» анализін жасағанда, олардың бетіне бір тамшы еріткіш тамызып, содан соң алынған тамшыны қағазға өткізетін тамшылық реакцияларды кеңінен қолданады. Тамшылық реакцияның көмегімен басқалармен бірге болатын жеке иондарды алдын-ала бөлмей-ақ табуға болады, бұл әрине анализді елеулі қысқартады және оңайлатады.

Бақылау сұрақтары:

1. Сапалық талдауға сипаттама беріндер.
2. Сапалық талдаудың негізгі принциптерін ата.
3. Тамшылы әдістің жүргізу методикасы.
4. Макро-, жартылай микро және микроанализ дегеніміз не?

## Тақырып 2.2. Катиондар мен аниондардың аналитикалық классификациясы.

Жоспар:

1. Қышқылды – негіздік әдіс бойынша катиондардың жіктелуі
2. Күкіртсутек әдіс бойынша катиондардың жіктелуі
3. Аммиакты – фосфатты әдіс бойынша катиондардың жіктелуі

Катиондардың аналитикалық жіктелуі периодтық заң негізіне жатады.

Катиондарды бірнеше (үшке) топқа жіктеуге болады:

1. Қышқылды – негіздік әдіс бойынша катиондарды жіктеу.
2. Күкіртсутек әдісі бойынша катиондарды жіктеу.
3. Аммиакты – фосфатты әдіс бойынша катионды жіктеу

### 1. Қышқылды – негіздік әдіс бойынша катиондарды жіктеу.

топ	Катиондар	Топтық реагент	Қосылыстар ерігіштігі
I	$K^+, Na^+, NH_4^+$	Жоқ	Хлоридтері, сульфаттары, гидроксидтері, суда ерімтал
II	$Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}$	$2H * HCl$	Хлоридтер суда ерімейді
III	$Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+} (Pb^{2+})$	$2H * H_2SO_4$	Сульфаттар суда және қышқылда ерімейді
IV	$Al^{3+}, Cr^{3+}, Zn^{2+}, Sn^{4+}, As^{+5}, As^{+3}, (Sb^{+3})$	$4H * NaOH$ (кон) (артық)	Гидрооксидтері амфотерлік, артық мөлшерінде ериді
V	$Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Sb^{+5}$	25% – $NH_4OH$ (артық)	Гидрооксидтері артық мөлшердегі ерімейді
VI	$Cu^{2+}, Hg^{2+}, Cb^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}$	25% $NH_4OH$ (артық)	Гидрооксидтері артық мөлшерінде комплекстік қосылыс түзе ериді.

### 2. Күкіртсутек әдісі бойынша катиондарды жіктеу.

топ	Катиондар	Топтық реагент	Тұнба құрамы	Қосылыстар ерігіштігі
-----	-----------	----------------	--------------	-----------------------

I	$Li^+, Na^+, K^+, NH_4^+, Mg^{2+}$	жоқ	Жоқ	Сульфидтер, карбонаттар, хлоридтер және гидрооксидер суда ерімтал
II	$Ba^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+}$	$(NH_4)_2CO_3$ $(NH_3 + NH_4Cl$ $pH9,25)$	$BaCO_3, CaCO_3$ $SrCO_3$	Сульфидтер мен хлоридтер суда ерімтал
III	$Al^{3+}, Cr^{3+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Mn^{2+}, CO^{2+}$	$(NH_3 + NH_4Cl,$ $pH9,25)$	$Al(OH)_3, Fe_2S_3,$ $Cr(OH)_3, FeS, ZnS$ $CoS, NiS,$ $MnS$	Хлоридтер суда ерімтал, сульфидтер сұйытылған қышқылдарда ерімтал
IV а	$Cu^{2+}, Cd^{2+}, Hg^{2+}, Bi^{3+}$	$H_2S(HCl\ pH0,5)$	$CuS, CdS,$ $HgS,$ $Bi_2S_3$	Сульфидтер сұйытылған қышқылдарда және полисульфидтерде ерімейді
IV б	$Sn^{2+}, Sn(IV), Sb(III), Sb(V)$	$Na_2S$ немесе $(NH_4)_2S$ $(NH_3 + NH_4Cl,$ $pH9,25)$	Жоқ ерітіндіде: $Na_3SbS_3,$ $NaSbS_4$ $Na_2SnS_3)$	Сульфидтер сұйытылған қышқылдарда ерімейді, бірақ $(NH_4)_2S,$ $Na_2S,$ ерімтал $(NH_4)_2S_2$
V	$Ag^+, Pb^{2+}, Hg_2^{2+}$	$HCl$	$AgCl,$ $PbCl_2, Hg_2Cl_2$	Хлоридтер суда және сұйытылған қышқылдарда ерімейді

### 3. Аммиакты – фосфатты әдіс бойынша катиондарды жіктеу

топ	Катиондар	Топтық реагент	Қосылыстар ерігіштігі
I	$Ag^+, Pb^{2+}, Ag^{2+}, Sn^{2+}, Sn(IV), Sb^{3+}$	$HCl$	Хлоридтері суда ерімейді
II	$Sb(V)$	$HNO_3$ (қайнатқанда)	Метасурме және метақалайы қышқылдары суда ерімейді
IIIа	$Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}$	$(NH_4)_2HPO_4$	Фосфаттары суда, аммиактың артық мөлшерінде ерімейді, сірке қышқылында ерімтал.
IIIб	$Al^{3+}, Cr^{3+}, Fe^{3+}$	Дәл солай	Фосфаттары суда, сірке қышқылында және аммиактың артық мөлшерінде ерімейді, тұз мөлшерінде ерімейді, тұз қышқылында ерімтал.

IV	$Cl^{2+}, Cu^{2+}, Hg^{2+},$ $Co^{2+},$ $Ni^{2+}, Zn^{2+}$	Дәл солай +NH <sub>3</sub> артық	Фосфаттары реагенттің артық мөлшерінде комплекстік қосылыс түзе ериді
V	$Na^+, K^+, NH_4$	Жоқ	Хлоридтері, нитраттары және фосфаттары суда ерімтал

### Сапалық талдауында иондар үш топқа бөлінеді.

Топ	Аниондар	Топтық реагент	Қосылыстар ерігіштігі
I	$SO_4^{2-}, SO_3^{2-}, CO_3^{2-},$ $SiO_3^{2-}, PO_4^{3-}$	$BaCl_2$ нейтральдық немесе ерітіндіде	Барийдің тұздары суда ерімейді
II	$Cl^-, Br^-, S^{2-}, J^-$	$AgNO_3, HNO_3$	Күмістің тұздары суда және ерімейді
III	$NO_3^-, NO_2^-,$ $CH_3COO^-$	Жоқ	Барийдің және күмістің тұздары суда ерімтал

Бақылау сұрақтары:

1. Қышқылды-негіздік классификация бойынша катиондар қалай жіктеледі?
2. Топтық реагент дегеніміз не?
3. Аниондардың жіктелуі неге негізделген?

### III БӨЛІМ. Сандық талдау. Сандық талдаудың тәсілдері.

#### Тақырып 3.1. Сандық талдау әдістерінің міндеттері мен жалпы сипаттамасы.

Жоспар:

1. Жүйелі анализ
2. Титриметриялық анализ
3. Қателіктерді жіктеу.

**Мөлшерлік талдау әдісі** - заттың мөлшерлік құрамын анықтауға мүмкіндік туғызатын әдістерді оқып үйрену. Мөлшерлік анализдің – анализденетін заттың құрамына кіретін әр түрлі компоненттердің мөлшерін, сондай-ақ анализденетін қоспаның құрам бөліктерінің мөлшерлік арақатынасын анықтау болып табылады. Мөлшерлік анализ көмегімен көптеген мәселер шешіледі, олардың негіздері мыналар:

Заттардың атомдық, мольдік және эквиваленттік массаларын анықтайды. Зерттелетін заттар құрамына кіретін иондар мен молекулалардың, элементтердің мөлшерін анықтайды. Зерттелген затта оның құрам бөліктері қандай арақатынаста болатынын табады. Мөлшерлік анализдің мәліметтері бойынша, құрамдағы негізгі компоненттер мен қоспаның мөлшеріне байланысты болатын заттардың сапасын анықтайды. Мөлшерлік анализ көмегімен тұрақты химиялық бақылау арқылы өндірістегі технологиялық процестердің жүргізілу дұрыстығын тексереді. Химиялық бақылаусыз өндіріске материалдың еш қайсысы түспейді және дайын өнімнің еш қайсысы шықпайды. Мөлшерлік анализдің химиялық әдістері құрам тұрақтылық заңына, заттың массасының сақталу, эквиваленттер заңына негізделген.

Анализдің химиялық әдістеріне гравиметриялық және титриметриялық әдістер кіреді (қышқылды – негіздік, тотығу – тотықсыздану, комплексометриялық, тұндыру титрлеу).

**Гравиметриялық анализ** – құрамы оның белгілі қосылыс түріне немесе химиялық таза күйінде бөлінген анықталатын компоненттің массасын дәл өлшеуге негізделген мөлшерлік анализ әдісі.

## 2. Жүйелі анализ

Жүйелі анализді орындағанда операциялардың жасалуының бірізділігін сақтайды, алдымен заттарды топтарға бөледі, содан соң әрбір затты топ ішінен бөліп анықтайды. Ол үшін қосылыстар немесе иондар қасиетінің ұқсастығына негізделген бөлу реакцияларын пайдаланады.

Жүйелі анализ еңбекті көп жұмсаумен ерекшеленеді, яғни ол ұзақ орындалатын тұндыру, сүзу, жуу, суалту, қыздыру, бөліп алу операцияларымен байланысты. Операцияларды орындағанда анализ барысында ерітінділер өте сұйылып кетеді, бұл әсіресе, анализденетін татпада өте аз мөлшерде болғанда ізделетін иондардың жоғалуына алып келеді. Заттарды топтарға бөлу топтық реагенттермен әсер етіп жасалады, тиісті класстардың органикалық қосылыстарының не бейорганикалық иондардың үлкен санымен сипатты өнімдер: тұнба, газ, боялған комплекстер, ассоциаттар және т.б. түзетін заттар. Топтылық реагент ұқсас аналитикалық қасиеттері бар белгілі компоненттер тобын тұнбаға түсіретін тұндырғыш; ерітіндіге өтетін қосылыстар тобын қатты қоспасынан селективті бөліп шығаратын еріткіш; ассоциоттарды немесе комплекстердің тобын тұнбадан немесе араласпайтын сұйықтан өткізетін экстрагент бола алады.

Қазіргі уақытта органикалық және бейорганикалық қосылыстардың жүйелі сапалық анализінің бірнеше сызбанұсқасы жасалған.

3. Титриметриялық анализ – анықталатын заттың берілген мөлшерімен өткізуге жұмсалған нақты концентрациялы реактив ерітіндісінің көлемін өлшеуге негізделген мөлшерлік анализ әдісі. Титриметриялық анализ негізінде эквиваленттер заңы жатыр.

Титриметриялық анализге қарағанда, гравиметриялық анализ дәлірек болып табылады. Гравиметриялық анализде анықтау қателігі 0,1 – 0,005%, ал титриметриялықта – 0,1 – 0,05% болады. Бірақ гравиметриялық анализ ұзағырақ орындалады. (бірнеше сағаттан бірнеше тәулекке дейін). Гравиметриялық анализге қарағанда, титриметриялық анализдің артықшылығы анализді өте жылдам орындау (экспрестігі) болып табылады. Гравиметриялық және титриметриялық әдістер аналитикалық химияның классикалық әдістері болып табылады, олар ғылыми зерттеулерде, завод лабораториясының тәжірибесінде жан – жақты қолданылады. Оларды тамақ өндірісінің технологиялық бақылауында: өнімдердің зольдігін (күлдігін) және ылғалдығын, қышқылдығын, қант мөлшерін, белокты, күкіртті қышқылды, судың керментігін және т.б. анықтау үшін кеңінен қолданылады. Мөлшерлік анализдің маңызды операцияларының бірі аналитикалық таразыда жүргізілетін массаны өлшеу болып табылады.

4. Қателіктерді жіктеу.

ГОСТ 16263 – 70 бойынша «өлшеудің қатесі» терминін қолдану қабылданбаған, «өлшеудің қателігі» деген термин дұрыс деп есептеледі.

**Абсолютті қателік** - талдау нәтижесінің өлшенетін шаманың ақиқат пәніне ауытқуы:  $\Delta x_i = x_i - \mu$  мұндағы  $x_i$  – анықтау нәтижесі,  $\mu$  - талданған компоненттің ақиқат мөлшері.

**Салыстырмалы қателік** - өлшеудің абсолютті қателігінің ақиқат мәнге қатынасы:  $\Delta x_i / \mu = (x_i - \mu) / \mu$ , немесе  $\Delta x_i / \mu = \frac{100\%(x_i - \mu)}{\mu}$  салыстырмалы қателік

көбінесе % арқылы өрнектеледі. Өлшеу қателігі көптеген факторларға байланысты, олар: реагенттердің, аналитикалық ыдыстың тазалығы; орындаушының өзіндік қабілеттілігі; өлшеу методикасы; химиялық және физикалық операциялар саны, пайдаланатын ыдыс пен жабдықтардың (аппаратураның) дәлдік класы және т.б.

**Жүйелі қателік** - өлшеудің әрдайым тұрақты болып қалатын немесе қайталанатын анализдерде заңдылық бойынша өзгеріп отыратын қателікті сипаттайды. Жүйелі қателік тұрақты таңбаға ие болады, яғни ол анализ нәтижесін тек арттырып немесе кемітіп отырады. Жүйелі қателіктер түзетулер енгізу, эталнмен салыстыру және басқа да мәселелер арқылы есептелсе және елеулі түрде азайтыла алады.

**Өлшеудің кездейсоқ қателігі** деп қайталанған өлшеулерде кездейсоқ сипатта өзгертін қателік аталады. Оның таңбасы тұрақты емес, кездейсоқ түрде өзгеріп отырады.

**Өрескел қателіктер** тәжірибені қайталаған сайын елеулі түрде өзгеріп отырады. Олар аналитиктің оперативтік қателіктері нәтижесінен және пайдаланылатын жабдықтың (аппаратураның) кездейсоқ қателіктері салдарынан пайда болады. Тәжірибелік нәтижелерді өңдеу кезінде олар байқалуы және шығарылып тасталуы тиіс.

Бақылау сұрақтары:

1. Мөлшерлік талдау әдісі дегеніміз не?
2. Гравиметриялық талдау әдісінің мәні.
3. Абсолютты және жүйелі қателерді қалай анықтаймыз?

### Тақырып 3.2. Гравиметриялық талдау әдісі.

Жоспар:

1. Гравиметрияның мәні
2. Гравиметриялық анализ әдістерін жіктеу.
3. Тұнбаның ластануы
4. Гравиметриялық анализдегі есептеулер.

1. Гравиметрияның мәні.

Анықталатын затпаның құрамдас бөлігінің массасын дәл өлшеуге негізделген мөлшерлік анализ гравиметриялық әдіс деп аталады. Мөлшерлік гравиметрия әдістерімен, өте қарапайым да нақтылы болғандықтан ғарыштық объектілерге анализ жасайды, тағамдық өнімдерде айналадығы ортада болатын улы заттарды анықтайды, топырақтың, тыңайтқыштың және басқа да заттардың



құрамына анализ жасайды. Гравиметрияда анализденетін құрамдас бөліктің (компоненттің) гравиметриялық формасының массасын дәл өлшеудің маңызы зор. Гравиметриялық әдістер зат құрамының тұрақтылық және массасының сақталу заңдарына, эквиваленттер заңына негізделеді.

## 2. Гравиметриялық анализ әдістерін жіктеу.

Гравиметриялық анализ әдістері үш топқа бөлінеді:

әдіс	әдістің негізгі принципі
Бөлу	Анақталатын құрам бөлікті бос күйінде бөліп алып өлшейді немесе қалдықты өлшейді.
Тұндыру	Анықталатын құрам бөлікті анықталатын құрамның аз еритін қосылысы түрінде тұндырады. Қалдықты жуып, кептіреді немесе қатты қыздырып, өлшейді.
Айдау	Анықталатын құрам бөлікті ұшқыш қосылысқа айналдырып, қыздыру арқылы айдайды, оны гравиметриялық формаға келтіріп, өлшейді немесе қалдықты өлшейді.

Гравиметриялық анализ барысында барлық немесе кейбір операциялар тұндыру әдісімен өткізіледі. Тұндыру әдістері мына ретпен жасалады:

1. Орташа татпаны іріктеу;
2. Өлшендіні (татпаны) өлшеу;
3. Өлшендіні еріту;
4. Толық тұнуға сынама жасалған анықталатын құрамдас бөлікті тұндыру;
5. Тұнбаны сүзу немесе центрифугалау;
6. Толық жуылғандығы туралы татпасы бар тұнбаны жуу;
7. Тұнбаны кептіру және қатты қыздыру;
8. Гравиметриялық форманы өлшеу;
9. Анализдің нәтижелерін есептеп шығару.

**Тұндыру формасы** дегеніміз – ерітіндіден тұнатын анықтауға тиісті құрамдас бөлігі түріндегі қосылыс. Гравиметриялық анализде тұндыру формасы ретінде кез келген тұнба пайдаланыла бермейді. Тұндыру формасына мынандай талаптар қойылады:

- толық тұну үшін тұнбаның еріткіштік көбейтіндісінің мәні тмен болуы керек;
- алынған тұнбада мүмкіндігінше қоспалар аз болып, оны сүзіп алу аса қиындық келтірмеуі қажет;
- тұндыру формасынан тұнбаны кептіру немесе қатты қыздыру кезінде гравиметриялық форма оңай алынуы тиіс.

**Гравиметриялық форма.** Өлшеу түріндегі қосылыс гравиметриялық (өлшемдік) форма деп аталады. Гравиметриялық формада:

- зерттелетін үлгідегі құрамдас бөліктерді есептеп шығаратын белгілі химиялық формула (құрам) болуы тиіс;

- қатты қыздырылған тұнба химиялық тұрғыда тұрақты болып, салқындатқанда және өлшенген кезде ауадан су буын, көмірқышқыл газды сіңірмейтін, тотықпайтын немесе тотықсызданбайтын болуы тиіс.

Бұл талаптар тұндырылған және гравиметриялық формалар алуға қажетті химиялық қосылыстарды тандап алуды анықтайды. Тұндырылған формадан гравиметриялық форманы негізінде кептіру немесе қатты қыздыру арқылы алады.

### 3. Тұнбаның ластануы

Түзілетін тұнбалар физико – химиялық қасиеттерімен ерекшеленеді. Тұнбаның аморфты және кристалды болып ерекше бөлінуі белгілі қасиеттерінің жиынтығы бойынша сипатталады.

**Аморфты тұнбалардың** жалпы үстіңгі беті үлкен болады, бұған бөгде заттар жиі адсорбцияланады. Өзара нашар байланысқан ұсақ агрегаттар мөлшерінің көп болуынан жуан кезде коллоидты ерітінділер түзіледі. Аморфты тұнбалардың фазалары айқын бөлінбейді. Металдардың гидроксидтері мен сульфидтері нақтылы аморфты тұнбалар болып табылады. Оңай ерімейтін барий сульфаты, кальций оксалаты, магний фосфаты және т.с.с. сияқты қосылыстар кристалл түрінде тұнбаға түседі.

Кристалды тұнбалар оңай жазылып, қоспаларды едәуір аз дәрежеде адсорбциялайды, қайта кристалданады, кристалл торы болады.

Ерітіндідегі иондар мен бөгде заттардың ерітіндіден тұнбаға өтуі элементтерді гравиметриялық анықтау кезіндегі қателікке жол қояды. Бұл құбылыс қоса тұну деп аталады.

### 4. Гравиметриялық анализдегі есептеулер.

Анализ нәтижелерін математикалық жолмен өңдеу кезінде жіберілген қателіктер қайтадан анализ жасауға әкеледі. Анализ асалатын зат пен пайдаланылатын реагенттердің тазалық дәрежесіне ерекше назар аудару керек.

Өлшендіні өлшегенде екінші таңбаға дейін дәлдікпен есептеп оны аналитикалық таразыда үтірден соңғы төртінші таңбаға дейін өлшеуге болады. Салмақтық анализінде әдетте реагенттерді әр түрлі концентрациясы ерітінді түрінде қолданады, оларды көлемі бойынша өлшеп алады. Гравиметриялық анализде көп жағдайда есептеу үшін қайта есептеудің аналитикалық факторы деп аталатын гравиметриялық фактор қолданылады. Гравиметриялық фактор анықталатын зат мольдік массасының гравиметриялық форманың мольдік массасына қатынасы болып саналады. Оны  $F$  арқылы белгілейді:

$$F = \frac{n_2 M_{анк}}{m_2 * M_{гр.ф.}}$$
 мұнда  $n_2$ ,  $m_2$  – стехиометриялық коэффициент.  $M_{анк}$ ,

$M_{граф.ф.}$  – анықталатын компонент пен гравиметриялық форманың мольдік массасы. Ол 1гр. тұнбада қанша грамм анықталатын заттың болатынын көрсетеді.  $BaSO_4$  түрінде тұндырылатын барийді  $Ba$  анықтау кезінде  $F$  мынаған

тең болады:  $F = \frac{M_{Ba}}{M_{BaSO_4}} = \frac{137,30}{233,40} = 0,58869$ . Гравиметриялық анализді екі әдіспен

есептеуге болады: бірінші әдіс – қарапайым пропорция бойынша есептеу әдісі, екінші әдіс – гравиметриялық деректерді пайдаланып формула бойынша есептеу.

Бақылау сұрақтары:

1. Гравиметриялық талдау әдісінің мәні.
2. Гравиметриялық талдау әдістерінің жіктелуі.
3. Гравиметриялық талдаудағы есептеу жолдары

#### **IV БӨЛІМ. Тақырып 4.1. Көлемдік анализ және титриметриялық анализ. Титриметриялық талдау әдістері. Қышқылдық-негіздік титрлеу. Тұндырып титрлеу әдісі.**

Жоспар:

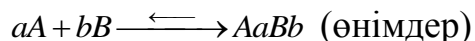
1. Әдістің теориялық негіздері.
2. Титриметриялық талдауда ерітінділердің концентрациялардың өрнектеу әдістері.
3. Әдістерді жіктеу.
  1. Әдістің теориялық негіздері.

Егер гравиметриялық анализде құрамдас бөлікті (компонентті) көп жағдайда мөлшерлеп тұндырып алып, соңынан тұнбаны жуу, кептіру немесе гравиметриялық формаға дейін қатты қыздыру керек болса, титриметрияда әдетте зерттелетін заттың ерітіндісіне питранттың эквиваленттік мөлшерін қосса жетіп жатыр. Оны алдымен эквиваленттік нүкте деп аталатын белгілі сәтке дейін біртіндеп (бюреткаден) қосады.

Анализдің титриметриялық әдістері анализделетін затпен бірге реакцияға жұмсалатын реагенттің массасын тіркеуге негізделеді. Реагентті (питрантты) концентрациясы нақтылы белгілі реагент ерітінді түрінде ғана емес, қатты күйіндеде (ұнтақб таблеткаб реагент сіңірілген қағаз) қосады. Жұмсалған питрантты өлшенетін ерітіндісі бар ыдысты және қосылатын реагенттің (гравиметриялық титрлеу) салмағын өлшеп те анықтауға болады.

Анализдің титриметриялық әдістері мөлшерлік анализде ең маңыздыларының бірінен саналады, олар өте қарапайым және инструментальды анализ әдістерінің прогрессивті бәсекелестігіне қарамастан жиі де кеңінен қолданылып келеді. Анализ дәлдігі аз болса да гравиметриялық әдістен титриметриялық әдістер анализді орындау жылдамдығына және қарапайымдығы бойынша артығырақ болады.

Титриметриялық анализ эквиваленттер заңына негізделеді. Титранттың әр үлесін жүйеге қосқан сайын мынандай теңдеумен бере аламыз:



Тепе – теңдік анықталып, мұнда анықталатын зат пен титранттың концентрация тепе – теңдігі азаяды, ал реакция өнімдері арта түседі. Егер титранттың мөлшері титрленетін заттың мөлшеріне эквиваленттік шамаға дейін жетсе, онда реакция аяқталады. Осы кезең эквиваленттік нүкте деп аталады. Іс жүзінде эквиваленттік нүктеге қандай дәрежеде болса да жуықтаса, **реакцияның аяқталу нүктесі** болып тұжымдалады.

**Титриметриялық анализде реакцияның аяқталу кезеңі эквиваленттік нүкте (Э.Н.) деп аталады.**

Химиялық анализ әдістерінде реакцияның соңғы нүктесін ерітінді бояуының өзгеруі бойынша мөлшерлеп тұнба түсіне қарай анықтайды немесе

бастапқы қосылыстардың, реакция өнімдерінің немесе жүйеге арнайы енгізілген зат – индикатордың біреуінің әсер етуі бойынша нақтылайды. Титриметрияда сан алуан реакция типтерінің: бейтараптау, тотығу – тотықсыздану, комплекс түзу және тұну реакцияларының пайдаланылуы мүмкін. Титриметриялық анализде реакция типтері санының көп болуына қарамастан, олардың барлығы қолданыла бермейді. Ең дұрысы титриметриялық анализде пайдаланылатын реакциялар талапқа сай келсе болады:

1. реакция қайтымды болуы керек – ол іс жүзінде соңына дейін жүретін болсын;

2. реакция қатаң эквиваленттік мөлшерде жеткілікті түрде және жылдам жүруі қажет, өйткені баяу өтетін реакциялар кезінде эквиваленттік нүктені дәлме - дәл тұрақтандыру мүмкін емес, эквиваленттік нүкте дәл де оңай анықталуы қажет;

3. татрлау кезінде қосымша реакция жүрмеуі керек;

4. ерітіндідегі қосымша заттар негізгі реакцияға кедергі жасалмайтын болсын. Химиялық реакциялардағы әрекетесуі заттардың эквиваленттілігі туралы ұғым аналитикалық химиядағы негіздердің бірі болып табылады.

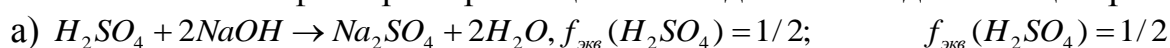
Титриметриялық анализдің нәтижелерін есептеу осы эквиваленттікке негізделеді.

**Эквиваленттік факторы  $f$**  - берілген қышқылдық негіздік реакцияларда сутегінің бір ионы немесе берілген тотығу – тотықсыздану реакциясында бір электронға заттың (мысалы, В затының молекуласы) нақтылы бөлшегінің қай үлесі эквивалентті екенін білдіретін сан, эквиваленттіктің факторын осы реакцияның стехиометриясы негізінде есептеп шығарады:

$$f_{\text{экс}}(B) = 1 / Z_B$$

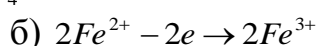
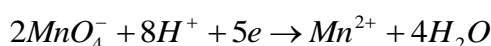
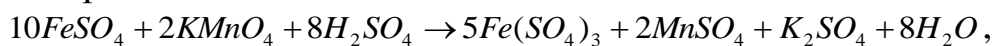
мұндағы  $Z_B$  алмасқан (немесе қосылған) сутек иондарының (қышқылды – негіздік реакциясы үшін) саны немесе берген (немесе қабылданған) электрондардың (тотығу – тотықсыздандыру реакциясы үшін) саны; В – заттың химиялық формуласы.

Эквиваленттік факторы бірге тең немесе одан аз болады. Реакция үшін:



яғни  $H_2SO_4$  – тің  $1/2$  молекуласы бұл реакция үшін сутектің бір ионын береді;  $f_{\text{экс}}(NaOH) = 1$ , яғни NaOH – тың бір молекуласы бұл реакция сутегінің бір ионына қосылады.

ә) реакция үшін



$f_{\text{экс}}(KMnO_4) = 1/5$ ; (қышқыл орта), яғни  $KMnO_4$  – тің  $1/5$  молекуласы бұл реакцияда бір электронға эквивалентті. В затының эквиваленті - нақтылы немесе шартты бөлшек ол дәл қышқылды – негіздік реакция кезінде сутегінің бір ионына немесе дәл тотығу – тотықсыздану реакциясы кезінде бір электронға эквивалентті болады. Мысалы, реакция (а) үшін күкірт қышқылының эквиваленті – бұл  $1/2 H_2SO_4$  түрінің шартты белгісі, яғни  $f_{\text{экс}}(H_2SO_4) = 1/2 = 1/2$   $\Delta H_2SO_4 = 1/2 = 1/2 H_2SO_4$

Тотығатын (немесе тотықсызданатын) заттың эквиваленті – бұл берілген заттың шартты белгісі, ол берілген химиялық реакцияда бір электронды қосып алады немесе босатады, немесе қандай да болса да басқа тәсілмен бір электронға эквивалентті болады.

**В затының эквивалентінің мольдік массасы.** Эквиваленттік факторын  $f_{\text{экв}}$  (В) затының мольдік массасына  $M(B)^*$  көбейтуге тең осы зат эквивалентінің бір молекулаға тең массасы. Эквиваленттің мольдік массасы  $M[f_{\text{экв}}(B)V]$  немесе экв=f (В) В-ті белгілеуді ескере отырып  $M(\text{Э}) = \frac{M(B)}{Z}$  мысалы,  $\text{KMnO}_4$  – тің эквивалентінің мольдік массасы.

$$M(\text{ЭКMnO}_4) = M1/5\text{KMnO}_4 = \frac{1}{5} O_4 31,62 / \text{моль}$$

Бұл  $1/5 \text{KMnO}_4$  түрінің шартты бөлшегінің бір молекулаға тең массасы  $31,6\text{г/моль}$  болатынын білдіреді. Ұқсастығы бойынша күкірт қышқылы эквивалентінің мольдік массасы  $M/2\text{H}_2\text{SO}_4 = 49,2 / \text{моль}$ ,  $M/2\text{H}_2\text{SO}_4 = 49\text{г/моль}$  және т.б.

2. Титриметриялық талдауда ерітінділердің концентрациялардың өрнектеу әдістері.

Мольдік концентрация – ерітінділер концентрациясын халықаралық жүйе (ЭСИ) талабына сай негізгі өрнектеу әдісі. Мольдік концентрация – еріген заттың (мольмен) ерітінді көлеміне (метрмен) шаққандағы мөлшерлік қатынасы, яғни мольдік концентрациясы бұл 1литр ерітіндідегі еріген заттың мольдік мөлшері. Мольдік концентрацияның мөлшері – моль/л. Әдетте мольдік концентрацияны  $c(B)$  немесе (мольдік сан мәнінен соң)  $M$  деп белгілейді.

$$C_M(B) = \frac{n(B)}{V} = \frac{m_B * 1000}{M(B) * V} \quad \text{мұнда } n(B) \text{ – еріген заттың мөлшері, моль; } V \text{ –}$$

ерітіндінің көлемі,  $m_B$  – еріген заттың массасы, г;  $M(B)$  – заттың мольдік массасы, г/моль. Мысалы, егер  $C_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 2\text{моль/л}$ , онда 1литр ерітіндіде 2 моль күкірт қышқылы болады. Бұл ерітіндінің концентрациясын  $2M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  ретінде жазып,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  – нің 2 мольдік ерітіндісі деуге болады. Күкірт қышқылының мольдік массасы  $M_{\text{H}_2\text{SO}_4}$  (яғни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  молекуласының бір молекулаға тең массасы)  $98\text{г/моль}$ ге тең болса, онда берілген ерітінді 1литрінде  $196\text{г H}_2\text{SO}_4$  болады.

Эквиваленттің мольдік концентрациясы – ерітіндіден зат мөлшерінің осы ерітіндінің көлеміне қатынасы, яғни зат эквивалентті молекулаға тең 1литр ерітіндідегі мөлшеріне тең болады. Жазба түрі  $C[f_{\text{экв}}(B)V]$ ; немесе  $\text{Э}_B = f_{\text{экв}}(B)V$  деп есептеп белгілегенде  $C(\text{Э}_B)$  деп белгілейді.

Эквиваленттің зат мөлшері – бұл бөлшегі эквивалент болып табылатын зат (мольмен мөлшері:  $n[f_{\text{экв}}(B)V]$  немесе  $n(\text{Э}_B)$ )

$$\frac{n(\text{Э}_B)}{V} = \frac{m_B}{m(\text{Э}_B)V} \quad \text{мұнда } C_H = \frac{m * 1000}{M(\text{Э}) * V}$$

$n(\text{Э}_B)$  – эквивалент затының мөлшері, моль;  $V$  – ерітіндінің көлемі;  $m_B$  – еріген заттың массасы, г;  $M(\text{Э}_B)$  – еріген зат эквивалентінің мольдік массасы, г/моль.

**Массалық үлес:**  $C(X) = \frac{m_x}{m_{ep-di}} * 100\%$ , егер 100гр. ерітіндіде 20г. NaOH

болса, бұл ерітіндідегі NaOH – тың массалық үлесі  $C(\text{NaOH}) = 20/100 = 0,2$  немесе 20% (масса). Титриметрияда Т(В) зат ерітіндісінің типтері қолайлы концентрация болып табылады.

**Т(В) титр дегеніміз 1мл. ерітіндіде (мөлшерлігі г/мл болатын заттың (г. бойынша) массасы:**  $T(B) = \frac{m_B}{(B)}$ .

Титр эквивалентінің мольдік концентрациясымен формуласына байланысты:

$$C(\text{Э}_B) = \frac{T(B) * 100}{M(\text{Э}_B)}, \text{ немесе } = \frac{T * 100}{\text{Э}}$$

$C_B$  ерітіндінің мольдік концентрациясы мына формуламен моль/л беріледі:

$$T = \frac{M_{\text{Э}_B} C_{(B)}}{1000} = \frac{\text{Э} * C}{1000}$$

### 3. Әдістерді жіктеу.

Заттар анализі кезінде қолданылатын химиялық реакциялар типі бойынша титрлеу әдісін былай бөлуге болады:

- **бейтараптау реакциясына негізделген қышқылдық – сілтілік әдіс;**
- **тотығу – тотықсыздану әдісі редокс – реакцияны пайдаланады;**
- **аз еритін қосылыстардың тндыру реакциясына негізделген тұндыру әдісі;**
- **комплекс түзу әдісі, стандарт ерітіндімен компоненті анықталатын берік комплексті қосылыс түзетін реакцияға негізделеді;**

Титриметриялық анализ әдістері көрсетілген жіктеу ішінде қолданылатын титранты бойынша бөлінеді.

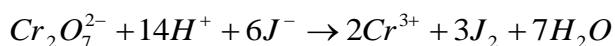
#### Титриметриялық әдістерді жіктеу.

Реакция типі	Титрлеу әдісінің жалпы атауы	Стандартты ерітінді	әдістің жеке атауы	Титрлеу арқылы анықталатын заттар		
Қышқыл мен негіздің өзара әрекеттесуі	Қышқылдық негіздік	Қышқыл HCl HNO <sub>3</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> HClO <sub>4</sub> және т.б	Ацидиметрия	Негіздер күшті негіз және әлсіз қышқылдан түзілген тұздар	әлсіз негіз және күшті қышқылдың тұздары орг. Қосылыстар	

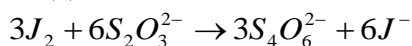
		Негіздер KOH, NaOH және т.б.	Алкамитрия	әлсіз негіз бен күшті қышқылдардың тұздары, қышқылдар		
Тотығу – тотықсыздану	Тотығу-тотықсыздандырығыш (редоксиметрия)	KMnO <sub>4</sub> , Cl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , V, K <sub>2</sub> CrO <sub>7</sub> , аскорбин қышқылы Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 5H <sub>2</sub> O, J <sub>2</sub>	Перманганатовонадатохромометрияаскорбинометрия, иодометрия	Тотықсыздандырығыштар	Тотықтырығыштар	Тотықсыздандырыштармен әрекеттесуші заттар
Комплекс (кешен) түзу	Комплекс түзу	ЭДТА	Комплекс түзуші	ЭДТА қосылысы мен комплекс түзетін катиондар	Катиондар суда ерімейтін тұнбалар сәйкес келетін индикаторы жоқ катиондар	Mg <sup>2+</sup> карағанда тұрақтырақ ЭДТА мен қосылыс түзетін катиондар
	Цианометриялы	KCN	Цианометрия	Иондар Ni <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Al <sup>3+</sup> , Zn(IV), Th(IV)		
Тұнбаға түсіру	Тұнбаға түсіргіш (седиметрия)	AgNO <sub>3</sub> , Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> , KCNS	Аргентометриямеркуриметриярадонометрия	Ag <sup>+</sup> тұнбаға түсіретін аниондар катионымен	Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , J <sup>-</sup> , CNS <sup>-</sup> , S <sup>2-</sup> , CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> - пен аз еритін қосылыстар түзетін катиондар	

Титриметрияда тура, кері және жанама (немесе орын басатын) титрлеу деп бөледі. Тура титрлеу кезінде анықтайтын компоненттің ерітіндісін тікелей стандартты ерітіндімен титрлейді. Мысалы, тұз, азот, хлор немесе күкірт қышқылының ерітінділерін натрий немесе калий гидроксидінің ерітіндісімен темір (II) сульфатының ерітіндісін церий (IV) сульфатының немесе калий перманганатының ерітіндісімен, натрий хлоридінің ерітіндісін күміс нитратының ерітіндісімен титрлейді т.с.с.

Егер тура реакция қандай болса да бір себептен мүмкіндігі болмаса немесе қиындық келтірсе, онда кері немесе жанама жолмен титрлейді. Тура титрлеу үшін сәйкес индикатор іріктеп алуға болмаған жағдайда да кері әдіспен титрленеді. Мұндай жағдайда зерттелетін ерітіндіге бұрыннан белгілі концентрациясы айқын, зерттелетін заттың эквиваленттік мөлшерімен әрекеттесетін үшінші зат ерітіндісінің артық мөлшерін қосады. Үшінші заттың артық мөлшерін стандарт титранттың ерітіндісімен титрлейді. Жанама немесе орын басу титрлеуін анықталатын иондар стандарт ерітіндімен өзара әрекеттеспегенде немесе олардың реакциясы стехиометриясы емес, өте баяу немесе нашар өткен кезде қолданылады. Мұндайда анықталған компонентті стандарт ерітіндімен стехиометриялы өзара әрекеттесетін қосылысқа айналдырады. Мысалы, кейбір тотықтырғыштарды анықтаған кезде иодометриялық титрлеу пайдаланылады. Бұл үшін анализденетін аликвотоға, мысалы, калий дихроматына ( $K_2Cr_2O_7$ ) калий иодының артық мөлшеріндегі ерітіндісін қосады. Сонда дихроматқа мөлшерінен эквивалентті иод бөлініп шығады.



бөлініп шыққан иодты натрий тиосульфатымен титрлейді. Реакция стехиометриялық теңдеу бойынша дәлме-дәл өтеді, мұнда тиосульфат – ион тетраионат – ионға дейін тотығады:



Титрлеуге жұмсалған тиосульфаттың мөлшерін анықтау үшін алынған калий дихроматына эквивалентті болады.

Стандарт ерітінділердің концентрациясын анықтап, анализді орындаған кезде екі әдіспен титрлейді: жеке өлшенділерді титрлеу және тамшылату (пипеткалы) әдісі пайдаланылады.

**Тамшылату әдісінің мән** мынандай: аналитикалық таразыда бастапқы зат өлшендісін өлшеп, өлшеуін колба көлеміне концентрациялы ерітінді алу үшін есептейді, мысалы, 0,01 – 0,1 моль/л. Өлшендіні (воронка) арқылы өлшеуіш колбаға толық құйып, ерітіндіні белгіге дейін сәйкес еріткішпен сұйылтады. Колбаны тығындап, мұқият араластырады. Осы ерітіндінің белгілі мөлшерін (аликвоталық бөлігін) тамшылатқышпен алып, конус тәрізді колбаға құйяды да титрлейді. Екі немесе үш рет титрлеу соңынан есептеуге орташа нәтижені алады.

**Жеке өлшенділерді титрлеген** кезде оның шамасын бір титрлеуге есептеп, соңынан оны аналитикалық (сағат шынысына, бюкске, ампула немесе стаканға салып) өлшейді де сәйкес еріткішке ерітіп, тікелей стаканға немесе конус пішінді колбада титрлейді. Мұндай әдіс кезінде титрлеуге кем дегенде екі өлшенді алу және алынған нәтижелердің ортақ мәндерін есептеп шығарады.



Тамшылату әдісіне қарағанда бұл әдіс едәуір дәл, мұнда өлшеуіш колба немесе тамшылатқыш (пипетка) көлемінің жеткіліксіздігінен болатын кемшілік байқалмайды, бірақ көп есептеуді талап етеді.

Бақылау сұрақтары:

1. Көлемдік анализдің маңызы.
2. Алколиметрия, ацидиметриядегеніміз не?
3. Тұндырып тирлеудің әдісі.

#### **Тақырып 4.2. Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеу. Комплексометриялық титрлеу.**

Жоспар:

1. Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеуге сипаттама.
2. Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеудің әдістері.
3. Комплексометриялық титрлеу.

Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеу әдістері титрант пен анықталған зат арасында жүретін тотығу-тотықсыздану реакцияларына негізделген. Бұл әдістерді титрант реактивтерінің атымен атайды.

Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеу:

1. Перманганометрия. Титрант ретінде өте күшті тотықтырғыш калий перманганаты қолданылады. Бұл процесте ол 5 электрон қосып алады. Эквивалент массасы  $E=158/5=31,6$ . Калий перманганаты өте күшті тотықтырғыш. Оның тотықтырғыштық қасиеті ерітінді ортасына байланысты. Көбінесе анализді қышқылдық ортада жүргізеді. Осы жағдайда калий перманганаты құрамындағы марганец +2 тотығу дәрежесіне дейін тотықсызданады. Анализденетін ерітіндіде тотықсыздандырғышпен әрекеттесу кезінде әр қосылған перманганат мөлшері түссізденіп отырады. Ерітіндіде барлық тотықсыздандырғыш толық тотығып біткен кезде перманганаттың артық бір тамшысы ерітіндіні бәсең райхан түске бояйды. Яғни перманганометрия әдісімен титрлегенде эквивалент нүктесін табу үшін ешбір индикатордың керегі жоқ, перманганаттың түсі индикатор болып табылады.

2. Йодометрия. Бұл әдіс йодид йонының өте оңай электрон беріп, бос иодқа және бос иодтың оңай электрон қабылдап, йодид ионына айналуға негізделген.

Йодометрияда титрант ретінде иодты калий және натрий тиосульфаты қолданылады. Индикатор ретінде крахмал ерітіндісі қолданылады. Алайда крахмалды ерітіндіде йод кезінде қолдануға болмайды. Крахмал йодты адсорбциялап оның мөлшерін кемітіп анализ кестесін арттыруы мүмкін. Сондықтан крахмалды титрлеудің соңында ғана қосады.

Йодометрия негізінде мынандай екі реакция жатыр:

1. Тотықтырғышпен әсер етіп калий йодиді ерітіндісінен бос йод бөлінеді.
2. Бөлінген бос йод натрий тиосульфаты ерітіндісімен тотықсызданады.

Комплексометриялық титрлеу анықталатын иондардың кейбір органикалық қосылыстармен комплекс түзу реакциясына негізделген. Комплекс түзуші органикалық қосылыстарды комплексондар деп атайды.

Комплексондар-аминополикорбон қышқылдардың туындылары. Ең қарапайым комплексон аминосірке қышқылы.

Комплексометриялық титрлеу кезінде эквивалент нүктесін көбінесе органикалық бояғыш индикаторлар көмегімен анықтайды. Олар металдармен түрлі-түсті комплекс қосылыстар түзеді. Мәселен, кальций, магний катиондары осындай индикаторлармен қызыл түсті комплекс береді. Титрлеу кезінде металл иондары индикатордан комплексон III-ке өтеді де көк түсті бос индикатор бөлінеді. Сонымен, эквивалент нүктеде ерітіндінің қызыл түсі көк түске айналды.

Қазір негізінде арнайы екі индикатор қолданылады: кара хромоген ЕТ-ОО және мурексид.

Титрлеу кезінде металл ионы трилон-Б-дан сутегі ионын ығыстырады. Ол ерітінді ортасын өзгертуі мүмкін. Ерітінді ортасын бірқалыпты ұстап тұру үшін хромоген қолданғанда ерітіндіге аммоний буфер қоспасын қосады. Ол бөлінген  $H^+$  иондарын байланыстырып ерітінді ортасын бірқалыпты сақтап тұрады.

Бақылау сұрақтары:

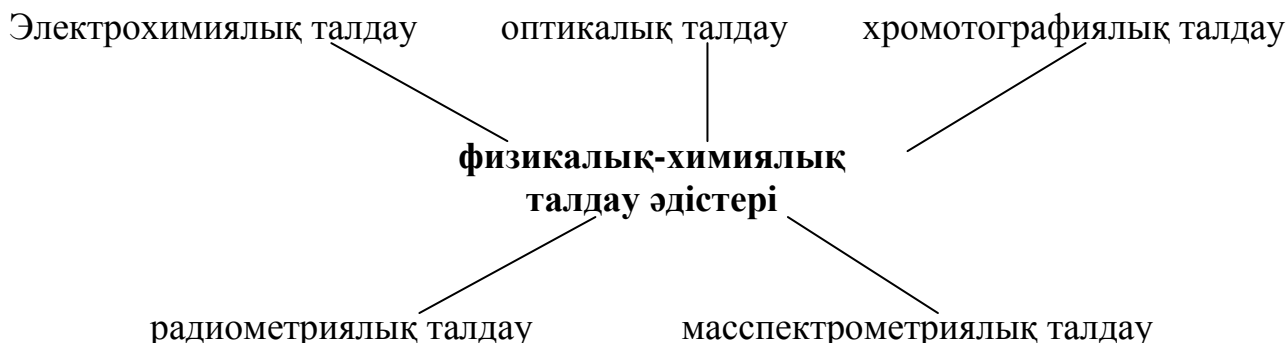
1. Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеу қалай жүреді?
2. Тотығу-тотықсыздану арқылы титрлеудің әдістері қандай?
3. Комплексометриялық титрлеу дегеніміз не?

## V ТАРАУ. Физико-химиялық талдау тәсілдері.

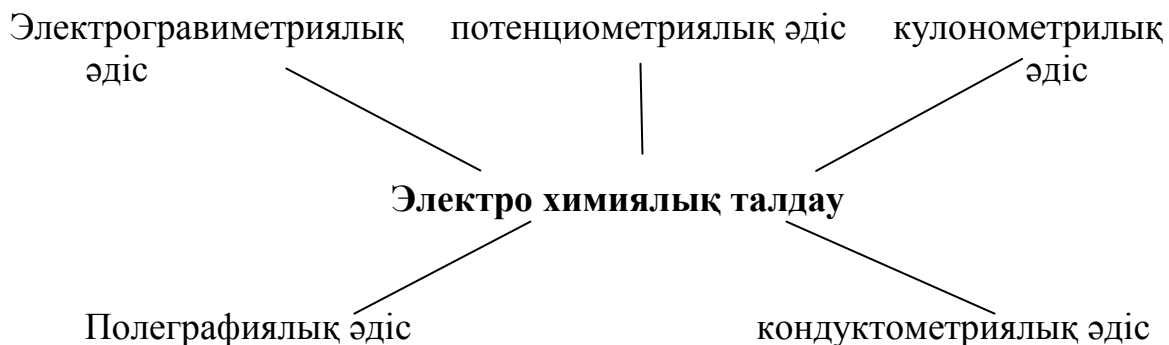
### Тақырып 5.1. Физико-химиялық талдау тәсілдерінің жалпы сипаттамасы.

Жоспар:

1. Физика-химиялық талдау әдістерінің жіктелуі.
2. Электрохимиялық талдау әдісі.
3. Оптикалық талдау әдісі.
4. Хроматографиялық талдау әдісі.



1. **Электрохимиялық талдау әдісіне** зерттелетін заттың электрохимиялық қасиетін анықтауға негізделген, оларға мына тәсілдер жатады.



**1. Электро-гравиметриялық талдау әдісі** – зерттелетін затқа тұрақты ток көзін жібергенде электродта бөлінетін заттардың массасын нақты өлшеуге негізделген.

**2. Кондуктометриялық әдіс** – ерітінділердің электр тогын өткізуін өлшеуге негізделген. (Ол электролиттің қасиетіне оның температурасына және еріген заттың қосыңтрациясына байланысты.)

**3. Потенциометриялық әдіс** – зерттелетін ерітіндіге батырылған электродтардың потенциалын өлшеуге негізделген.

**4. Полярграфиялық әдіс** – зерттелетін ерітіндіге электр тогын жіберген кездегі электродтағы қосыңтрациялық полиризациялық өзгерісін қолдануға негізделген.

**5. Кулонометриялық әдіс** – электролиз барысында жұмсалған заттың зат мөлшерін өлшеуге негізделген.

**Оптикалық талдау әдістері** – зерттелетін қоспалардың оптикалық қасиетін қолдануға негізделген.



**Хроматографиялық талдау әдістері** – органикалық және бейорганикалық заттарды бөлу кезінде оларды қалдықтардан тазалау кезінде қолданылады.

**Хроматографиялық бөлу** кезінде әр түрлі заттардың сорбционды компоненттерге белгілі бір сорбенттің қатынасы бойынша анықталады.

**Сорбция дегеніміз** – ол қатты заттардың газдарға сіңіріуі , еріген зат буының сіңіріуі және ерітінділердің сіңіріуі.

Сорбция төрт түрі бар.

1. Абсорбция
2. Адсорбция

3. Хемосорбция

4. Капиллярлы конденсация

Бақылау сұрақтары:

1. Физико-химиялық талдау әдістері .
2. Электрохимиялық талдау әдістері және анықтамасы
3. Оптикалық талдау әдістері және анықтамасы

## Әдебиеттер

### Негізгі:

1. С.А. Шапиро, М.А Шапиро. Аналитикалық химия.
2. Н. Л. Гурвич. Химиялық талдау.
3. К.М. Ольшанова, С.К. Пискарёва, К.М. Барашков Аналитикалық химия.

### Қосымша:

1. А.А. Ярославцев. Аналитикалық химия бойынша есептер мен жаттығулар жинағы.
2. Н.Я. Логинов. Аналитикалық химия.
3. И.К. Цитович. Аналитикалық химия.
4. Ю.Н. Жванко. Аналитикалық химия.
5. В.И. Астафуров. Химиялық талдаудың негіздері.