

1 дәріс

Аналитикалық химия: пәннің мақсаты мен міндеттері. Аналитикалық химияның негізгі түсініктері. Заттардың аналитикалық белгілері және аналитикалық реакциялар. Аналитикалық реакциялар мен реактивтердің түрлері. Аналитикалық реакцияларға сезімталдық сипаттамасы. Үлгіні талдауға дайындау.

Аналитикалық химия химиялық жүйелердің құрамы мен құрылымын анықтау тәсілдерін зерттейтін ғылым; ол бейорганикалық, физикалық, органикалық химиялармен қатар химия ғылымының тарауы болып есептеледі. *Талдаудың химиялық әдістері* – аналитикалық химия пәнінің бір бөлімі болып табылады. Аналитикалық химия көптеген ғылымдармен, мысалы: физика, биология, медицина, металлургия, геологиямен тығыз байланыста. Және ол осы ғылымдардың дамуына мүмкіндік туғыза отыра, физикалық, математикалық, биологиялық әдістерді қолдану арқылы өзінің де мүмкіншілігін арттырады.

Аналитикалық химияның теориялық негізін Д.И. Менделеевтің периодтық заңы, зат массасы мен энергияның сақталу заңдары, зат құрамының тұрақтылығы, әрекеттесуші массалар заңдары сияқты жаратылыстанудың негізгі заңдары құрайды. Аналитикалық химия физикамен, бейорганикалық, органикалық, физикалық және коллоидтық химиямен, электрохимиямен, химиялық термодинамикамен, ерітінділер теориясымен, метрологиямен, ақпарат теориясымен және басқа көптеген ғылымдармен тығыз байланысты. Мысалы, анализдің спектралды әдістері физикалық теориялар негізінде қарқынды дамуда, электроаналитикалық әдістерде теориялық электрохимия мен ерітінділер термодинамикасының ұстанымдары негізге алынады. Заманауи аналитикалық химияны координациялық қосылыстар, кванттық-химиялық әдістер және зат құрылысы теориясы, реакциялар кинетикасы және т.б. негізгі ілімдерсіз елестету мүмкін емес. Осындай ғылымдардың жетістіктерін қолдану арқылы аналитикалық химияның теориялық негізі байып, оның мүмкіндіктері кеңейіп, жаңа міндеттерді шешуге мүмкіндік алады. Сонымен қатар аналитикалық химия да жоғарыда айтылған ғылымдардың және өндірістің тұтас бір салаларының дамуына маңызды әсерін тигізеді, оларға анализдің жетілдірілген әдістерін ұсынып, дамудың жаңа мүмкіндіктерін ашады.

Аналитикалық химияның басқа ғылымдармен, әсіресе өндіріс салаларымен тығыз байланысты болуы оның маңызды ерекшеліктерінің бірі болып табылады. Аналитикалық химиядағы анализ бен синтездің бір-бірімен тығыз байланысты екенінде айта кеткен дұрыс. Анализ түсінігі әдетте заттарды құрамдас бөліктерге бөлумен ассоциацияланады, бірақ химиялық анализ бұл көбінесе өзіне тән бояуы бар, нашар еритін және кристалдарының өзіне тән пішіні бар қосылыстардың синтезіне негізделеді. Сонымен бірге, синтездің нәтижесі әдетте анализ арқылы бақыланатындығы да анализ бен синтездің бірлігін көрсетеді.

Химиялық анализ қойылатын мақсаттарына байланысты *сапалық талдау* және *сандық талдау* болып екі тарауға бөлінеді.

Сапалық талдаудың мақсаты – заттардың сапалық құрамын анықтау, яғни, қандай элементарлық бөлшектерден тұратындығын табу (атомдық, молекулалық, иондық, изотоптық құрамын). Сонымен қатар, белгілі қосылыстармен ұқсастыру (идентификациялау). Органикалық қосылыстардың құрамында жеке элементтерді ғана анықтау жеткіліксіз, функционалды топтарды да анықтау қажет.

Сандық талдаудың негізгі мақсаты – зерттелетін заттың құрамындағы компоненттердің массалық үлесін немесе олардың бір-біріне қатынасын анықтау.

Химиялық талдау белгілі бір тәртіппен жүреді: алдымен заттардың сапалық құрамы содаң соң сол компоненттердің сандық мөлшері анықталады. анализ әдістері: 1) химиялық; 2) физикалық; 3) физика-химиялық; 4) биологиялық; 5) гибридті деп топтастырылады.

Химиялық әдістер – химиялық реакцияларға негізделген, анализдің эффектісін визуальды түрде көзбен көріп байқауға болады.

Физикалық әдістер – заттардың физикалық қасиеттерін өлшеуге негізделген, бұл әдісте химиялық реакциялар қолданылмайды. Мысалы: поляризациялану кеңістігінің ауысуы, жарық сәулесінің ерітінде сынуы, заттардың оптикалық спектрлері.

Физика-химиялық әдістер – химиялық немесе электрохимиялық реакциялардың жүруі барысында заттардың физикалық қасиеттерінің өзгеруін байқауға негізделген әдістер.

Физикалық және физика-химиялық әдістерді біріктіріп, құралдық (инструментальды) әдістер деп атайды, өйткені оларды жүзеге асыру үшін міндетті түрде әртүрлі құрылғылар мен қондырғылар қолданылады.

Биологиялық әдістер – әртүрлі объектілердің биологиялық активтілігін зерттеуге негізделген және химиялық реагенттердің биологиялық объектілерге әсерін зерттеуге негізделген әдістер.

Химиялық талдау әртүлі мәселелерді шешеді:

- заттардың табиғатын анықтау;
- зат үлгісінде негізгі компоненттің сапасын (мысалы, құймадағы алтын мөлшерін) және бөгде қоспалардың үлесін анықтау;
- белгісіз заттың химиялық формуласын анықтау;
- заттың құрылымын анықтау.

Шикізаттың сапасын аналитикалық бақылаудан өткізу арқылы өнімдердің, өндірістің үнемділігін арттыруға болады. Талдаусыз жаңа қосылыстарды синтездеу мүмкін болмас еді. Сол себептен, өндірістің түрлі саласында шикі заттардың және алынатын өнімдердің сапасын анықтайтын аналитикалық бақылау қызмет орындары талдау жүргізеді: техникалық анализ, азық-түлік анализі, биохимиялық анализ (қан, зәр), экологиялық және санитарлы-химиялық анализ (қоршаған ортаның сапасы), дәрі-дәрмек анализі (дайын медициналық препараттар мен дәрі-дәрмек жасалатын шикі заттар), криминалистикалық талдау. Химиялық талдаудың атом энергетикасында,

космос технологияларында, археология мен геологияда да маңызы зор. Химиялық талдаусыз жаңа қосылыстарды синтездеу мүмкін емес, таза және өте таза заттарды алу да аналитикалық бақылаусыз жүрмейді.

Талдау бірнеше сатылардан тұрады: талданатын үлгіні іріктеп алу (қасиеті біртекті сынама дайындау үшін), алынған үлгіні алдын-ала дайындап, аналитикалық сигнал беретін түрге келтіру, талдауды орындау, тәжірибеден алынған нәтижелерді графикалық өңдеу және есептеу жүргізу, анализ нәтижелерін статистикалық өңдеп, сенімді интервалын анықтау. Үлгіні іріктеп алу және дайындау талданатын объектіге – топыраққа, ауаға, суға, биологиялық үлгілерге, өндірістік өнім және т.б. түрлеріне тәуелді. Үлгілерді дайындау талдаудың ең көп уақытын алады. Аналитикалық сигналды алу үшін 2-20 минут қажет болса, ал үлгіні дайындау үшін 3-4 сағат, кейде 20-30 сағатты қажет етеді. Үлгілердің түрлеріне байланысты оларды алдын-ала дайындау келесі әрекеттерден тұрады: еріту, бөгде қоспалардан бөлу, концентрлеу, реагенттер, фондық ерітінді қосып аналитикалық сигнал беретін формаға келтіру.

Сапалық талдау әдістерінің жіктелінуі

Сапалық талдау әдістері химиялық, физикалық, физика-химиялық және биологиялық деп бөлінеді.

Химиялық әдістер - химиялық реакцияларға негізделіп жүргізіледі, ал аналитикалық сигналды көзбен шолып байқайды. Химиялық реакциялардың орындалу тәсілдеріне байланысты а) құрғақ түрінде анализдеу және б) ерітінді түрінде анализдеу деп ажыратады.

Физикалық әдістерде – анализ химиялық реакцияларсыз жүреді, бұл әдіс заттардың физикалық қасиеттеріне негізделеді. Мысалы, спектралды, рентгеноструктуралық, масспектрометрия әдістері.

Физика-химиялық әдістерде – анализ химиялық немесе электрохимиялық реакциялардың көмегімен жүреді, ал олардың нәтижесінде жүйенің физикалық қасиеттері өзгереді. Осы өзгерістерді түрлі аспаптармен өлшейді. Физика-химиялық әдістерге потенциометрия, фотометрия, амперометрия, полярография т.б. әдістер жатады.

Биологиялық әдістер – микроорганизмдердің өмір сүру уақытына негізделеді. Биологиялық әдістер дәрі-дәрмектің, түрлі препараттардың биологиялық активтілігін анықтау үшін қолданылады.

Химиялық әдістерге тоқтайық. Құрғақ түрінде анализдеу тек алғаш мәлімет алу үшін қолданылады. Бұл әдістің пирохимиялық түрінде зерттелетін заттың кристалдарын немесе ерітіндісіне малынған платина немесе нихром сымын жалында қыздырғанда, қосылыстардың ыдырауы, балқуы, айдалуы, булануы нәтижесінде жалын түсі өзгереді. Мысалы, натрий жалынның түссіз бөлігін сары түске бояйды, барий тұздары – жасыл түске, калий тұздары – күлгін түске бояйды. Құрғақ талдаудың екінші түрі – ұнтақтау әдісі. Зерттелетін затты анықтаушы реагентпен көліге салып ұнтақтайды. Реакция нәтижесінде түсті қосылыс түзіледі, түсіне байланысты қорытынды жасалады.

Ерітінді түрінде анализдеу сантиграмм-әдісімен кіші пробиркаларда жүргізіледі де аналитикалық сигнал байқалады. Тамшылық әдіспен талдауды фарфор шыныда немесе сүзгіш қағазда орындайды. Зерттелетін ерітіндінің бір тамшысын сүзгіш қағазына тамызып, оның үстіне анықтаушы реагент қосады да өзгерісті көзбен шолып байқайды. Микрокристаллоскопиялық әдісінде реакция нәтижесінде түзілген химиялық қосылыстың өзіне тән пішіні мен түсіне қарап қорытынды жасайды. Ол үшін шыны пластинкаға талданатын ерітіндінің 1-2 тамшысының қасына 1-2 тамшы реагент тамызып, шыны таяқшамен екеуін абайлап қосады және жалында ұстап буландыру арқылы концентрлейді. Содан соң тамшылардың түйіскен жерінде түзілген кристаллдарды микроскоппен қарастырады.

Анализге алынған заттың мөлшеріне байланысты да аналитикалық әдістерді келесі түрлерге бөлуге болады:

грамм-әдіс	макроанализ	1-10 г;
сантиграмм-әдіс	жартылай микроанализ	0,05-0,5 г;
миллиграмм-әдіс	микроанализ	10^{-6} - 10^{-3} г;
микрограмм-әдіс	ультрамикроанализ	10^{-9} - 10^{-6} г;
нанограмм-әдіс	субмикроанализ	10^{-12} - 10^{-9} г.

Әдістің түріне байланысты әртүрлі химиялық ыдыс және аспаптар қолданылады (СӨЖ).

Аналитикалық реакциялар мен реагенттер

Химиялық талдауды жүзеге асыру үшін зерттелінетін химиялық қосылыстың немесе оны құрайтын бөлшектердің ерекше көзге түсетін химиялық немесе физикалық қасиеттері болуы тиіс. Осындай қасиеттерді байқауға әкелетін реакциялар – *аналитикалық реакциялар* деп аталады. Химиялық өзгерістерге себеп болатын химиялық реактивтер – *реагенттер* деп аталады. Реагенттің әсерінен байқалатын өзгерістер – *аналитикалық сигнал* деп аталады: тұнбаның түзілуі немесе еріп кетуі, газ бөлінуі, түрлі түсті қосылыстар түзілуі ж.т.б. Аналитикалық сигналдың байқалуы заттың сапалық сипаттамасы болып табылады, ал сигналдың интенсивтілігі – оның мөлшері туралы мәлімет береді. Аналитикалық сигналды көзбен шолып және түрлі физикалық аспаптармен де байқауға болады.

Аналитикалық реакцияларға қатысатын реагенттерге белгілі талаптар қойылады: ол талғағыштығы, ерекшелігі, тазалығы және сезгіштігі.

Сапалық талдауда қолданылатын реакцияларды *жалпы* және *жеке* реакциялар деп айырады. Егер бір реагент бірнеше иондармен әрекеттесіп, аналитикалық сигналдың байқалуына әкелетін болса, мұндай реакцияларды жалпы реакцияларға жатқызады. Мысалы, натрий гидроксиді ерітіндісі Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , V^{3+} катиондарымен суда нашар еритін гидроксидтер түзеді. Жалпы аналитикалық реакциялар зерттелетін ерітіндіде бір топ катиондарының болуын болжауға немесе бөліп алуға мүмкіндік береді. Жалпы реакцияларға себеп болатын реагентті *топтық реагент* деп атайды.

Бір затқа ғана тән реакцияны *жеке реакция* деп атайды. Жеке реакцияларды *талғағыш* (селективті) және *ерекше* (спецификалық) деп айырады. Егер санаулы иондар түрімен (2-5) химиялық реакция нәтижесінде ұқсас аналитикалық сигнал байқалатын болса – ол талғағыш реакция болғаны. Мысалы Mg^{2+} -иондары белгілі шарттарда PO_4^{3-} және AsO_4^{3-} аниондарымен тұнба түзеді. Егер белгілі жағдайда реагент бір ионмен ғана аналитикалық сигнал беретін болса – ол ерекше реакция. Мысалы, крахмал иодпен ғана көк түсті қосылыс түзеді.

Тазалығына байланысты химиялық реагенттерді келесі түрлерге бөледі:

- техникалық таза	бөгде қоспаларының үлесі > 2%;
- таза	«-» 2%
- аналитикалық таза	«-» 1%
- химиялық таза	«-» < 1%
- жоғары эталондық таза	«-» 0,01-0,00001%
- аса таза	«-» < 0,00001%

Аналитикалық реагенттердің (және реакциялардың) *сезгіштігі* анықталатын заттың ең аз мөлшерімен сипатталады (анықтау шегі). Белгілі аналитикалық реакциямен «ашылатын» мөлшер неғұрлым аз болса, реакцияның сезгіштігі соғұрлым жоғары болады. Реакцияның сезгіштігі өзара байланысты төрт шамамен сипатталады:

- шекті сұйылту V_{lim} – анықталатын заттын 1 грамы бар ерітіндінің аналитикалық сигнал бере алатын шегіне жете сұйытылған көлемі (мл/г);
- шекті концентрация C_{lim} - белгілі реакциямен анықталатын заттың ең төмен концентрациясы (г/мл);
- шекті көлем V_{min} – шегіне жете сұйытылған ерітіндінің анықтауға мүмкіндік беретін ең кіші көлемі (мл);
- анықталатын минимум m_{min} - белгілі реагент көмегімен шегіне жете сұйытылған ерітіндінің ең кіші көлемінде (V_{min}) анықталатын заттың ең аз мөлшері (мкг).

Бұл шамалар бір-бірімен келесі байланыста:

$$m_{min} = C_{lim} \cdot V_{min} \cdot 10^{-6}$$

Осыдан, неғұрлым анықталатын минимум төмен, ал шекті сұйылту жоғары болса, аналитикалық реакцияның сезгіштігі соғұрлым жоғары болады.

Талдаудың жүйелік және бөлшектеу әдістері

Зерттелетін ерітіндіде бір емес бірнеше катион бірден болуы мүмкін және олардың көпшілігі бір-біріне ұқсас реакцияларға түсіп, анықтауға кедергі келтіруі мүмкін. Сондықтан, иондарды белгілі бір жүйемен топтарға біріктіріп, кедергі келтіретін иондарды бөліп тастап, содан соң анықтауға кіріседі.

Иондарды осылай топтар бойынша жіктеп анықтауды *жүйелік анықтау* дейді.

Талдауды *бөлшектеу әдісімен* жүргізу үшін ерекше немесе таңдалмалы әсер ететін реагенттерді қолдану керек. Бөлшектеп анықтау әдісін А.Тананаев ашқан. Бұл әдіс жүйелік әдіспен салыстырғанда жылдамдығымен, басқа иондарды бөліп жатпай, әсіресе иондар саны көп емес ерітінділерде, бірден анықтауға мүмкіндік беретінімен сипатталады.

Катиондардың аналитикалық топтары және элементтердің периодтық жүйесі

Катиондардың аналитикалық топтарға бөлінуін, әрбір топ катиондарының қасиеттерін, олардың топ реагентімен әрекеттесулерін, сол катиондарды түзетін элементтердің периодтық жүйеде алатын орнымен түсіндіруге болады. Элементтердің, олардың иондарының химиялық қасиеттері көптеген факторларға тәуелд: атомдардың және иондардың электрондық құрылыстарына, иондану потенциалына, тотығу-тотықсыздану потенциалына, заттың негізділігіне, иондардың полярлануларына, комплекс түзу қабілетіне... Катиондар қасиетіне иондардың зарядтары да әсер етеді (қосылыстардың қышқылдық қасиетіне, гидролиздену дәрежесіне, ерігіштігіне). Ионның заряды неғұрлым жоғары болса, қосылыстарының қышқылдығы соғұрлым жоғары болады, ал ерігіштігі томен. Иондардың аналитикалық сипаттамаларының ішінде маңыздылары иондану потенциал мен ионның полярлануы.

Иондану потенциалы деп ионның электр зарядының ион радиусына қатынасын айтады ($r_i = z / r_i$), ол зарядтың тығыздығын көрсетеді.

Катиондарды аналитикалық топтарға жіктеудің үш түрі белгілі: сульфидтік (күкірттісутектік), аммиакты-фосфатты және қышқылдық-негіздік талдау жүйелері.

Сапалық талдаудың классикалық *сульфидтік жүйесінде* сульфидтердің, хлоридтердің және карбонаттардың ерігіштіктері негізге алынған. Соған қарай барлық катиондар бес аналитикалық топқа бөлінеді. (СӨЖ). Сульфидтік талдау жүйесі универсалды жүйе, бірақ кейбір кемшіліктері бар: жұмыс барысында күкіртті сутектің қолданылуы арнайы бөлме және ерекше жағдайларда жұмыс істеуді талап етеді, өйткені күкіртті сутек өте улы зат; катиондарды толық талдау үшін 25-30 сағат кетеді.

Катиондарды талдаудың *аммиакты-фосфатты жүйесі* фосфаттардың ерігіштігіне негізделген. Катиондар бес топқа жіктелінеді. Анықталатын катиондар санын сульфидтік жүйесімен ашылатын катиондар санымен салыстыратын болсақ, шамалары бірдей, бірақ анықтау әдісі күрделірек.

Катиондардың *қышқылдық-негіздік талдау жүйесін* педагогикалық оқу орындарына енгізген Д.Бесков және А.Слизовская (СӨЖ). Бұл жүйе бойынша катиондар тұз және күкірт қышқылдарына, сілті мен аммиак ерітінділеріне қатынасты алты топқа жіктелінеді:

Қышқылдық-негіздік жүйе бойынша катиондарды жіктеу

Топ	Катиондар	Топтық реагент	Түзілетін қосылыстардың ерігіштігі
I	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{NH}_4^+$	Жоқ	Хлоридтері, сульфаттары, гидроксидтері суда ериді
II	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	2 М HCl	Хлоридтері суда ерімейді
III	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	1 М H_2SO_4	Сульфаттары суда ерімейді
IV	$\text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Sn}^{2+}$	4 М NaOH	Гидроксидтері амфотерлі,
V	$\text{Sn(IV)}, \text{As(III, V)}$	(арт.)	сілтінің артық мөлшерінде ериді
	$\text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+},$ $\text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+}, \text{Sb(V)}$	4 М NaOH (25% NH_3)	Гидроксидтері сілтінің (аммиактың) артық мөлшерінде ерімейді
VI	$\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+},$ $\text{Cd}^{2+},$ Hg^{2+}	25% NH_3 (арт.)	Гидроксидтері NH_3 -тің артық мөлшерінде ериді

Қышқылдық-негіздік жүйенің басқа жүйелерге қарағанда артықшылығы:

- топтарға жіктеуде элементтердің негізгі қасиеттеріне қатынасы қолданылған- сілтілер мен қышқылдарға, гидроксидтерінің амфотерлігі, комплексті қосылыстар түзу қабілеті;
- аналитикалық топтардағы көптеген катиондарының периодтық жүйедегі орындарына сәйкес болуы;
- лабораториялық сабақтарға жұмсалатын уақыттың күкіртті сутектік жүйемен салыстырғанда 30-40% азаюы.

Аниондардың аналитикалық топтары

Ерітіндіден аниондарды кезекпен бөліп алу мүмкін емес, себебі аниондарды аналитикалық топтарға сандық түрінде бөлетін реактив жоқ. Көп жағдайда аниондарды талдау кезінде олар бір-біріне кедергі жасамайды. Сондықтан оларды бөлшектеу әдісімен табады, яғни зерттелетін ерітіндінің жеке бөлігінен. Осыған орай аниондарды анықтауда реагенттер оларды топқа бөлуге ғана пайдаланылмай, сол топтардың бар жоғын анықтауға да қолданылады.

Аниондар барий және күміс катиондарымен түзетін тұздарының әртүрлі ерігіштігіне қарай үш топқа жіктелінеді.

8-кесте

Аниондар жіктелінуі

Топ	Аниондар	Топтық реагент
-----	----------	----------------

I	CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-}	BaCl_2 бейтарап немесе әлсіз негізді ерітінді
II	Cl^- , Br^- , I^- , CNS^- , S^{2-}	AgNO_3 (HNO_3 қатысында)
III	NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^-	Топтық реагент жоқ

Сонымен қатар аниондардың тотықтырғыш ($\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$, I_2) немесе тотықсыздандырғыштарға ($\text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4$) әртүрлі қатысы аниондарды тотығу-тотықсыздану қасиеті бойынша топтарға бөлуге мүмкіндік береді. Яғни, топтық реагент аниондарды топтарға бөлу үшін емес, олар аниондардың қай топтарының бар екендігін алдын-ала зерттеулерге қолданылады.

Аниондарды талдауда төменде көрсетілген реакцияларды орындау қажет. (СӨЖ).

I аналитикалық топ аниондарының жеке реакциялары

SO_4^{2-} анионы

Мына реакцияны орындау керек:

1. BaCl_2 -мен. Түзілген тұнбаға HCl -дың әсерін тексеріңіз.

PO_4^{3-} анионы

Мына реакцияларды орындау керек:

1. BaCl_2 -мен. Түзілген тұнбаға CH_3COOH пен HCl -дың әсерін тексеріңіз.
2. Молибденді сұйықтың – $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ ерітіндісін HNO_3 -те, (t°)
3. AgNO_3 -пен. Тұнбаға HNO_3 пен NH_4OH -тың әсерін тексеріңіз.

CO_3^{2-} анионы

Мына реакцияларды орындау керек:

1. BaCl_2 -мен. Түзілген тұнбаға CH_3COOH пен HCl -дың әсерін тексеріңіз.
2. AgNO_3 -пен. Түзілген тұнбаға HNO_3 пен NH_4OH -тың әсерін тексеріңіз.
3. 3% $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{M H}_2\text{SO}_4$ (t°) ілетін CO_2 газынан Ca(OH)_2 қаныққан ерітіндісінің лайлануын байқау.

SO_3^{2-} анионы

1. BaCl_2 -мен + HCl (HNO_3)
2. 2 M HCl (t°). Күкірт иісі бар газдың бөлінуі ($\text{SO}_2 \uparrow$)

SiO_3^{2-} - анионы

Мына реакцияларды орындау керек:

1. $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ қаныққан ерітіндісімен (t°). Кремний қышқылының қоймалжыңданған тұнбасы түзілгенін байқау.

II-III аналитикалық топ аниондарының жеке реакциялары

Cl⁻ анионы

Мына реакцияларды орындау керек:

1. AgNO₃-пен . Тұнбаға HNO₃ пен NH₄OH-тың әсерін тексеріңіз.
2. Pb(NO₃)₂-мен реакцияны білу керек.

I⁻ анионы

Мына реакцияны орындау қажет:

1. AgNO₃-пен . Түзілген тұнбаға HNO₃ пен NH₄OH-тың әсерін тексеріңіз.
2. Pb(NO₃)₂-мен реакцияны білу керек.

NO₃⁻ анионы

Мына реакцияларды орындау керек:

1. Темір сульфатымен /II/
2. Дифениламинмен /реакция сағат шынысында конц. H₂SO₄ қатысында орындалады/.

Ac⁻ анионы

1. 3-5 тамшы ерітіндіге + 3-5 тамшы этил спирті + 3-4 тамшы концентрлі H₂SO₄
2. FeCl₃ –пен реакцияны білу керек
Кейбір аниондарға реакциялар 9 кестеде келтірілген.

