

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра химии

**Методические указания к самостоятельной работе
и выполнению контрольной работы**

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.05.01 Качественный анализ веществ
код и наименование дисциплины

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
код и наименование направления подготовки / специальности

Направленность / специализация Неорганическая химия и химия координационных соединений
наименование направленности (профиля) / специализации образовательной программы

Квалификация выпускника Бакалавр
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

Кафедра-разработчик Химия
название кафедры-разработчика рабочей программы

Составитель – Дякина Татьяна Александровна, к.х.н., доцент, профессор кафедры химии

МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика

Химии

название кафедры

24.06.2019 протокол № 12.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Цель изучения дисциплины:

формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом направления подготовки 04.03.01 Химия направленность «Неорганическая химия и химия координационных соединений», в том числе: формирование у студентов способности выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации; знаний теоретических основ химического анализа и практических навыков его выполнения; способствование формированию у обучающихся профессионального мышления для решения задач по анализу веществ; овладение знаниями, умениями и навыками качественного анализа веществ; развитие практических навыков в подготовке объектов исследования и проведении химического эксперимента; овладение способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам качественного анализа веществ; развитие способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин при обобщении и обработке результатов химического эксперимента.

Задачи дисциплины:

- закрепление и углубление использования основных закономерностей аналитической химии в части качественного анализа веществ;
- приобретение умения работы с химическим, физическим оборудованием при выполнении стандартных операций химического анализа по предлагаемым методикам; прогнозирования возможности и условий протекания химических (аналитических) реакций;
- развитие навыков обобщения и применения результатов химического эксперимента.

В результате изучения дисциплины бакалавр должен:

Знать:

- основные понятия и законы аналитической химии в части качественного анализа веществ;
- методы и способы выполнения качественного анализа;
- принципы качественного анализа основных классов неорганических и органических веществ;
- основные представления теории растворов, ионных равновесий применительно к реакциям различного типа, используемым в качественном анализе;
- принципы выбора оборудования для проведения исследований.

Уметь:

- прогнозировать результаты качественного анализа веществ на основании теоретических знаний;
- применять полученные знания для анализа объектов различного назначения (промышленных, природных, биологических и т.д.);
- готовить объекты исследования;
- проводить разделение катионов и анионов химическими методами; функциональный анализ органических веществ;
- проводить качественный анализ в соответствии с предлагаемыми методиками;
- выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР
- выбирать оптимальный метод качественного анализа веществ.

Владеть:

- методологией выбора метода анализа в зависимости от аналитических задач;
- методиками качественного анализа веществ различной природы;
- навыками по проведению систематического анализа неизвестного соединения;
- важнейшими навыками по постановке и проведению качественных реакций с неорганически-

ми и органическими соединениями;

– техникой выполнения основных аналитических операций при качественном анализе веществ;
– методологией выбора метода анализа и аппаратного оформления в зависимости от аналитических задач.

Содержание разделов дисциплины:

Классификация методов качественного анализа веществ. Качественный анализ неорганических веществ. Качественный анализ органических веществ.

Реализуемые компетенции:

ПК-1-н. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации:

ПК-1-н-3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1-н-4. Готовит объекты исследования

Формы промежуточной аттестации:

Курс 2

Семестр 4 – зачет

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН
Самостоятельная работа (СР)

№ п/п	Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на самостоятельную работу
1.	Классификация методов качественного анализа (дробный и систематический; макро-, полумикро-, микро-, ультрамикрoанализ). Аналитические реакции и реагенты, используемые в качественном анализе (специфические, селективные, групповые). Характеристика чувствительности аналитических реакций (предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности).	4
	Качественный анализ неорганических веществ	
2.	Аналитическая классификация катионов по группам (сульфидная или сероводородная, аммиачно-фосфатная, кислотнo-основная). Ограниченность любой классификации катионов.	3
3.	Кислотно-основная классификация катионов по аналитическим группам. Аналитические реакции катионов различных аналитических групп.	3
4.	Равновесия в растворах электролитов: кислотнo-основные реакции. Качественные реакции катионов I, II и III аналитических групп. Контрольный анализ № 1. Систематический анализ смеси катионов I – III аналитических групп.	3
5.	Равновесия в растворах гидролизующихся солей. Амфотерные гидроксиды. Качественные реакции катионов IV аналитической группы. Контрольный анализ № 2. Систематический анализ смеси катионов IV аналитической группы.	3
6.	Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях. Качественные реакции катионов V аналитической группы. Контрольный анализ № 3. Систематический анализ смеси катионов V аналитической группы.	3
7.	Равновесие в растворах комплексных соединений. Качественные реакции катионов VI аналитической группы. Контрольный анализ № 4. Систематический анализ смеси катионов VI аналитической группы.	3
8.	Контрольный анализ № 5. Систематический анализ смеси катионов IV – VI аналитических групп.	3
9.	Контрольный анализ № 6. Систематический анализ смеси катионов I – VI аналитических групп.	3
10.	Аналитическая классификация анионов (по способности к образованию малорастворимых соединений по окислительно-восстановительным свойствам). Ограниченность любой классификации анионов.	3
11.	Качественные реакции анионов I, II и III аналитических групп. Контрольный анализ № 7. Систематический анализ смеси анионов I – III аналитических групп.	3
12.	Контрольный анализ № 8. Анализ смеси сухих солей	3
	Качественный анализ органических веществ	
13.	Особенности анализа органических веществ. Теоретические основы	4

	взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Качественный элементный анализ. Качественный функциональный анализ.	
14.	Качественные реакции основных классов органических веществ (алкены, алкины; вещества, содержащие гидроксильную группу; альдегиды и кетоны; карбоновые кислоты и их производные; амины; аминокарбоновые кислоты)	3
	ИТОГО:	44

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм контроля

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	ЛК	ЛР	к/р	СР	
ПК-1-н	+	+	+	+	отчеты по лабораторным работам, защита лабораторных работ в форме собеседования, выполнение контрольных работ

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, к/р – контрольная работа, СР – самостоятельная работа

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Основы качественного химического анализа : методическое пособие / сост. А.Ф. Дресвянников, Н.Н. Умарова, С.Ю. Мамыкина ; Казань : КГТУ, 2011. - 98 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258431>.
2. Сальникова, Е. Аналитическая химия : практикум / Е. Сальникова, Т. Достова ; Оренбург : ОГУ, 2012. - Ч. Часть 1. Качественный анализ. - 135 с. : табл. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259315>.

Дополнительная литература:

1. Алексеев, В.Н. Курс качественного химического полумикроанализа / В.Н. Алексеев ; под ред. П.К. Агасян ; ред. Л.Н. Овсянникова. - Изд. 5-е, перераб. и доп. - Москва : Химия, 1973. - 584 с. (15 экз. в библиотеке МГТУ).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Материалы, находящиеся в свободном доступе на следующих сайтах:

<http://chemexpress.fatal.ru>
<http://www.xumuk.ru>
<http://www.chemport.ru>
<http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
<http://www.alhimikov.net>
<http://www.alhimik.ru>
<http://www.chemistry.narod.ru/>
<http://www.chem.tut.ru/>
<http://gen.lib.rus.ec/>

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Порядок и методические указания по изучению темы:

При изучении темы необходимо:

- Изучить материалы учебников (учебных пособий)
- Ответить на вопросы для самоконтроля по теме. Вопросы для самоконтроля могут быть использованы в качестве вопросов для устного собеседования при защите лабораторных работ

Тема: Классификация методов качественного анализа.

1. В чем состоит различие между понятиями “метод анализа” и “методика анализа”?
2. Что является основной задачей химического анализа?
3. Какова цель качественного анализа?
4. Какова цель количественного анализа?
5. Что называют “аналитическим сигналом”?
6. На какие группы в зависимости от исследуемых свойств объекта подразделяют методы анализа?
7. Приведите примеры специальных задач анализа и соответствующих групп аналитических методов.
8. На чем основаны химические методы анализа?
9. Что называют “аналитической реакцией”?
10. Какие требования предъявляются к аналитической реакции в качественном анализе?
11. На какие группы в зависимости от количества анализируемой пробы подразделяют методы анализа?
12. В чем заключается качественный анализ?
13. Какие задачи могут быть решены с помощью качественного анализа?
14. Какими способами могут выполняться аналитические реакции в качественном анализе? Приведите примеры.
15. Какими количественными критериями можно характеризовать чувствительность аналитической реакции?
16. Что подразумевают под “селективностью” аналитической реакции?
17. Какую реакцию называют “специфической”?
18. В чем заключается дробный анализ, и для каких целей его используют?
19. Что такое “систематический анализ”?
20. С какой целью применяют групповые реактивы? Приведите примеры таких реактивов.

Раздел: Качественный анализ неорганических веществ

I группа катионов

1. Какими общими свойствами обладают катионы первой аналитической группы?
2. Чем отличается первая группа катионов от других аналитических групп?
3. Осаждаются ли катионы первой группы щелочами и кислотами?
4. Что представляет собой реактив Несслера?
5. Каким образом можно удалить из раствора ионы аммония?
6. Какими реакциями можно обнаружить в растворе ионы калия?
7. Какими реакциями можно обнаружить в растворе ионы натрия?
8. Как различаются соединения натрия и калия по способности окрашивать бесцветное пламя горелки?

II группа катионов

1. Какие катионы входят во вторую аналитическую группу?
2. Какими общими свойствами обладают катионы второй аналитической группы?
3. Какое соединение является групповым реактивом на катионы второй аналитической группы?
4. Как взаимодействуют катионы второй аналитической группы с групповым реактивом? Напишите уравнения реакций.
5. В чем можно растворить осадки AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 ?

III группа катионов

1. Какие катионы входят в третью аналитическую группу?
2. Какое соединение является групповым реактивом на катионы третьей аналитической группы?
3. Как взаимодействует групповой реактив с катионами третьей аналитической группы? Напишите уравнения реакций.
4. В чем можно растворить карбонаты, оксалаты, сульфаты Ca, Sr и Ba? Каковы причины растворения осадков?
5. В какой последовательности будут осаждаться катионы третьей группы, если в раствор, содержащий одинаковые концентрации ионов, постепенно добавлять: а) сульфат натрия; б) оксалат натрия; в) карбонат натрия?

IV группа катионов

1. Какие катионы входят в четвертую аналитическую группу?
2. Какими свойствами обладают гидроксиды элементов, катионы которых образуют четвертую аналитическую группу?
3. Какими общими химическими свойствами обладают катионы четвертой аналитической группы?
4. Какое соединение является групповым реактивом на катионы четвертой аналитической группы?
5. Как взаимодействует групповой реактив с катионами четвертой аналитической группы? Напишите уравнения реакций с эквивалентным количеством и с избытком реактива.

V группа катионов

1. Какими общими химическими свойствами обладают катионы пятой аналитической группы?
2. Какое соединение является групповым реактивом на катионы пятой аналитической группы?
3. Как взаимодействует групповой реактив с катионами пятой аналитической группы? Напишите уравнения реакций.
4. Как можно открыть катионы Fe^{2+} и Fe^{3+} в присутствии других ионов? Напишите уравнения реакций.
5. Как выполнить анализ смеси катионов пятой аналитической группы? Составьте схему систематического анализа.

VI группа катионов

1. Какими общими химическими свойствами обладают катионы шестой аналитической группы?
2. Какое соединение является групповым реактивом на катионы шестой аналитической группы?
3. Как взаимодействует групповой реактив с катионами шестой аналитической группы? Напишите уравнения реакций с эквивалентным количеством и с избытком реактива.
4. Растворы каких катионов шестой группы имеют характерную окраску?
5. С помощью какого реактива можно определить присутствие в растворе ионов меди?

I группа анионов

1. Какое соединение является групповым реактивом на анионы первой аналитической группы?
2. Как взаимодействуют анионы первой аналитической группы с ионами серебра? Напишите уравнения реакций.
3. Как взаимодействуют анионы первой аналитической группы с окислителями?

4. В чем можно растворить образовавшиеся с групповым реактивом осадки? Напишите уравнения реакций.
5. Какими реакциями можно открыть хлорид-, бромид-, иодид-, и сульфид-ионы при совместном присутствии?

II группа анионов

1. Какое соединение является групповым реактивом на анионы второй аналитической группы?
2. Как взаимодействуют анионы второй аналитической группы с ионами бария?
3. В чем состоит различие в свойствах солей серебра анионов первой и второй аналитических групп?
4. Что представляет собой магнезиальная смесь?
5. Какие анионы второй аналитической группы обладают свойствами восстановителей?

III группа анионов

1. Существует ли групповой реактив на анионы третьей аналитической группы?
2. Как взаимодействуют анионы третьей аналитической группы с хлоридом бария? С нитратом серебра?
3. Какие анионы третьей аналитической группы являются окислителями? Восстановителями?
4. В каком порядке проводят анализ смеси анионов трех аналитических групп?
5. Об отсутствии каких анионов свидетельствует сильноокислая реакция анализируемого раствора?
6. Как проводят пробу на выделение газов? Какие анионы можно открыть этой пробой?
7. Как проводят пробу на анионы-окислители? Какие анионы можно открыть этой пробой?
8. Как проводят пробу на анионы-восстановители? Какие анионы можно открыть этой пробой?

Анализ смеси веществ

1. Как подготовить к анализу пробу твердого вещества, если оно представляет собой: а) смесь солей; б) металл или его сплав; в) минерал?
2. Какие предварительные испытания проводят при анализе неизвестного вещества?
3. Какую информацию о веществе может дать визуальное наблюдение?
4. Какую информацию о веществе может дать нагревание в пламени горелки?
5. Какую информацию о веществе может дать исследование его растворимости в воде, кислотах, щелочах?
6. Какую информацию о веществе могут дать газообразные продукты разложения его кислотой?
7. Как характеризует вещество величина pH его водного раствора?
8. Какие катионы и анионы следует обнаруживать реакциями: а) осаждения; б) гидролиза; в) окисления-восстановления; г) комплексообразования?
9. Перечислите катионы и анионы, аквакомплексы которых окрашены в характерные цвета.
10. Какие ионы можно обнаружить органическими реактивами?
11. Как используют таблицу растворимости солей при анализе раствора неизвестного вещества?

Раздел: Качественный анализ органических веществ

1. Какие предположения можно сделать о строении вещества по его растворимости в воде?
2. Как по относительной плотности можно отличить между собой углеводороды и галогенопроизводные?

3. Как изменяется характер горения пламени с уменьшением содержания водорода в молекуле органических веществ?
4. Для обнаружения каких элементов используют пробу Бейльштейна?
5. Какие качественные реакции используют для обнаружения кратных связей в алкенах и алкинах?
6. Какими реакциями можно отличить алкин с концевой тройной связью от других непредельных соединений?
7. Какой реакцией можно открыть бензольное кольцо?
8. Какую реакцию используют для обнаружения боковой цепи у гомологов бензола?
9. Какие галогенопроизводные можно обнаружить по реакции со спиртовым раствором AgNO_3 ?
10. Какие предположения можно сделать о строении вещества по значению рН водного раствора?
11. Почему нерастворимые в воде карбоновые кислоты и фенолы в отличие от спиртов растворяются в водных растворах щелочей?
12. Почему нерастворимые в воде амины растворяются в соляной кислоте?
13. Почему карбоновые кислоты в отличие от фенолов вытесняют угольную кислоту из ее солей?
14. Почему спирты перед реакцией с натрием необходимо обезвоживать?
15. С помощью какой реакции можно отличить 1,2-диола (α -гликоли) и виц-полиолы от одноатомных спиртов?
16. Почему изменяется окраска метилоранжа в реакции оксосоединений с гидроклоридом гидроксилamina?
17. Какие реакции и почему можно использовать для того, чтобы различить альдегиды и кетоны?
18. Почему исчезает малиновая окраска фенолфталеина в реакции щелочного гидролиза сложных эфиров?
19. Почему фенолы и ароматические амины со свободным орто- и пара-положением можно обнаружить по реакции с бромной водой?
20. С помощью какой реакции можно различить первичные алифатические и ароматические и вторичные амины?

Контрольная работа

Контрольная работа является одной из форм проверки и оценки усвоенных знаний, а также получения информации об уровне самостоятельности и активности обучающихся. Контрольная работа предназначена для формирования и проверки знаний / умений / навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине.

Контрольная работа предусматривается после изучения определенных разделов химии и представляет собой письменную работу, выполненную в соответствии с заданиями, указанными в вариантах контрольной работы по дисциплине.

Цель: выполнение разноплановых заданий, предусмотренных в рамках контрольных работ по дисциплине, позволяет усвоить отношения между понятиями или отдельными разделами темы, закрепить теоретические знания, развить готовность использовать индивидуальные способности для решения профессиональных и исследовательских задач.

Выполнение задания:

изучение теоретического материала, знание которого проверяется контрольной работой;
изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание прове-

ряемых знаний;

составление ответов на поставленные в контрольной работе вопросы.

Обучающиеся выполняют две контрольные работы. Задания для контрольных работ представляют собой набор задач в виде отдельных вариантов (типовые варианты контрольной работы приведены ниже).

Контрольные работы, выполняемые обучающимися, должны быть представлены в рукописном виде на отдельных листах бумаги или в тонких тетрадах.

Контрольная работа 1

1. Рассчитайте произведение растворимости хромата свинца $PbCrO_4$, если 1 л его насыщенного раствора содержит $4,4 \cdot 10^{-5}$ г $PbCrO_4$.
2. Вычислите концентрацию нитрата серебра в молях на литр; обеспечивающую начало осаждения цианида серебра из 0,0005 М раствора цианида натрия. Считайте, что возможность образования пересыщенного раствора исключается.
3. К 5 мл 0,02 М раствора нитрата ртути (I) прилили 3 мл 0,1 М раствора цианида калия. Сколько миллиграммов Hg могло остаться в растворе после наступления равновесия?
4. Вычислите концентрацию соляной кислоты в моль/л, которую следует создать в 0,3 М растворе сульфата кадмия, чтобы предотвратить осаждение цианида кадмия, при приливании к 2 мл этого раствора 8 мл 0,2 М раствора цианистоводородной кислоты.
5. Вычислите концентрацию раствора HNO_3 , в 100 мл которого можно растворить 1,7 г метабората серебра.
6. Предел обнаружения катионов натрия в водном растворе микрокристаллоскопической реакцией с комплексным октаацетатотриуранилатом цинка $Zn[(UO_2)_3(CH_3COO)_8]$ – цинкурунил-ацетатом:
$$Na^+ + Zn[(UO_2)_3(CH_3COO)_8] + CH_3COO^- + 9H_2O \rightarrow NaZn[(UO_2)_3(CH_3COO)_9] \cdot 9H_2O$$
равен $m = 0,125$ мкг при $V_{min} = 0,05$ мл. Определите предельное разбавление для данной реакции.
7. Сделайте выводы об относительной полноте связывания в комплексы иона, если соотношение иона и лиганда в них 1:1, а K_n первого и второго комплексов 10^{-8} и 10^{-2} соответственно, β третьего и четвертого комплексов 10^6 и 10^{10} соответственно.

Контрольная работа 2

1. Составьте схему анализа смеси сухих солей, приведите реакции обнаружения ионов. Опишите методику качественного анализа предложенной смеси.

№ п\п	Состав смеси	№ п\п	Состав смеси
1.	$Mg(NO_3)_2, NiCl_2, FeSO_4$	10.	$Cd(NO_3)_2, NaNO_2, FeCl_3$
2.	$KNO_3, MnSO_4, Pb(CH_3COO)_2$	11.	$NH_4Br, Ba(NO_3)_2, MgSO_4$
3.	$KCl, Ba(NO_3)_2, CuSO_4$	12.	$KNO_2, Co(NO_3)_2, MnSO_4$
4.	$BaCl_2, Mg(NO_3)_2, CoSO_4$	13.	$FeCl_3, Al_2(SO_4)_3, Cr(NO_3)_3$
5.	$PbCl_2, Al_2(SO_4)_3, AgNO_3$	14.	$NiCl_2, CuCl_2, SnCl_2$
6.	$MgHPO_4, SrCl_2, NH_4Br$	15.	$ZnSO_4, MgSO_4, NH_4SCN$

7.	$\text{SnCl}_2, \text{K}_2\text{SO}_3, \text{NH}_4\text{I}$	16.	$\text{Bi}(\text{NO}_3)_3, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
8.	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2, \text{BaCl}_2, \text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	17.	$\text{CdSO}_4, \text{Ca}(\text{NO}_3)_2, \text{KI}$
9.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, \text{NH}_4\text{Cl}, \text{KBr}$	18.	$\text{NH}_4\text{Br}, \text{NH}_4\text{SCN}, (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

2. Предложите схему анализа сплава следующего состава

№ п\п	Состав смеси	№ п\п	Состав смеси
1.	Cu (основа), Sn, Fe, Cr	6.	Cu (основа), Cr, Ni, Mg
2.	Fe (основа), Al, Si, Ni	7.	Fe (основа), Cr, Mn, Ni
3.	Al (основа), Cu, Zn, Mg	8.	Pb (основа), Fe, Zn, Cu
4.	Al (основа), Pb, Zn, Sn	9.	Fe (основа), Pb, Zn, Sb
5.	Cu (основа), Ni, Al, Mn	10.	Al (основа), Si, Cu, F