

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ.Х.М. БЕРБЕКОВА»**

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И БИОЛОГИИ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор-  
проректор по УР \_\_\_\_\_ **В.Н. Лесев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

**ПРОГРАММА**  
**государственной итоговой аттестации**  
**по направлению подготовки**

**04.03.01 - Химия**

**Код, наименование**

**Профиль**

Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Директор института ИХиБ \_\_\_\_\_ **Р.Ч.Бажева**

Заведующий кафедрой (выпускающей) \_\_\_\_\_ **Х.Б. Кушхов**

**Нальчик-2023**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1 .ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И СДАЧЕ ЭКЗАМЕНА, ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ЛИТЕРАТУРА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА .....	6
3. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР, ТРЕБОВАНИЯ К ВКР, ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ВКР, ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР .....	51

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2013 г. № 1367 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июля 2015 г. № 636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09 февраля 2016 г. № 86 «О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636», приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 апреля 2016 г. № 502 «О внесении изменений в Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 г. № 636», федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования.

В Блок 3 "Государственная итоговая аттестация" входит защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, а также подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (если организация включила государственный экзамен в состав государственной итоговой аттестации).

На основе Порядка проведения государственной итоговой аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 июня 2015 года № 636, требований ФГОС ВО и рекомендаций ПрООП по направлению подготовки разработаны и утверждены требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ (ВКР), а также рекомендованные тематики ВКР ; оценочные средства (вопросы, задания и т.п.), используемые на защите ВКР).

Требования к содержанию, объему и структуре выпускных квалификационных работ, а также требования к содержанию и процедуре проведения государственного экзамена на сайте

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ требованиям

федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

### **1.1 Цель государственной итоговой аттестации**

Целью государственной итоговой аттестации является проверка способности и готовности выпускника выполнять профессиональные задачи в сфере профессиональной деятельности и соответствия его подготовки требованиям, заявленным в паспорте ООП ВО. В рамках государственной итоговой аттестации проверяется уровень сформированности следующих результатов обучения, заявленных в ОП:

Универсальные компетенции установленные программой бакалавриата:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль

УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

### **Общепрофессиональные компетенции:**

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием тео-

реческих знаний и практических навыков решения математических и физических задач

**ОПК-5.** Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности

**ОПК-6.** Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе

### **Профессиональные компетенции:**

**ПКС-1** Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации;

**ПКС-2.** Способен осуществлять профессиональную деятельность в соответствии с нормативно-правовыми актами в сфере образования и нормами профессиональной этики;

**ПКС-3.** Способен проектировать и осуществлять направленный синтез неорганических соединений с полезными свойствами под руководством специалиста более высокой квалификации;

**ПКС-4.** Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования реакционной способности неорганических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации

### **1.2 Структура государственной итоговой аттестации:**

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Представление научного доклада об основных результатах подготовленной квалификационной работы

В результате аспирант должен овладеть следующими компетенциями:

#### **1.3. Область профессиональной деятельности выпускника включает:**

- научно-исследовательскую работу, связанную с использованием химических явлений и процессов;

- педагогическую деятельности.

**1.4.** Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата являются:

химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в различном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов.

**1.5.** Выпускник по направлению подготовки 04.03.01 Химия готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

научно-исследовательская; педагогическая.

1.6. Выпускник по направлению подготовки 04.03.01 Химия должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

**научно-исследовательская деятельность:**

выполнение вспомогательных профессиональных функций в научной деятельности (подготовка объектов исследований, выбор технических средств и методов испытаний, проведение экспериментальных исследований по заданной методике, обработка результатов эксперимента, подготовка отчета о выполненной работе);

**педагогическая деятельность:**

подготовка учебных материалов и проведение теоретических и лабораторных занятий в образовательных организациях общего, среднего профессионального образования.

## **2. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ И СДАЧЕ ЭКЗАМЕНА, ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, ЛИТЕРАТУРА, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ СДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

Государственный экзамен по направлению подготовки 04.03.01 - "Химия" проводится в устной форме.

Перед государственным экзаменом проводится консультирование обучающихся по вопросам, включенным в программу государственного экзамена.

Компетенции и перечень вопросов государственного экзамена по направлению подготовки 04.03.01 - Химия / Физическая химия

Наименование компетенции: ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6

Дисциплины обязательной части:

Наименование дисциплины - Неорганическая химия

Вопрос 1: Водород. Распространенность и форма нахождения в природе, получение. Условия образования и существования ионов  $H^+$ ,  $H_3O^+$  и  $H^-$ . их взаимодействие с водой. Водородная связь.

Содержание вопроса

1. Водород в природе. Изотопы водорода. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Молекула  $H_2$ .
2. Получение водорода. Физические и химические свойства простого вещества. Растворение водорода в металлах. Атомарный водород, его получение и реакционная способность.
3. Ковалентные соединения водорода. Ионы  $H^+$  и  $H^-$ , их взаимодействие с водой. Водородная связь, причины ее образования, способ описания.

Вопрос 2: Кислород. Распространенность и форма нахождения в природе, получение. Физические и химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Положение в периодической системе. Кислород в природе. Изотопы кислорода. Валентные возможности атома и характерные степени окисления. Молекула  $O_2$ . Парамагнетизм кислорода. Получение кислорода. Физические и химические свойства простого вещества. Аллотропия кислорода, озон. Озон в атмосфере.

2. Взаимодействие кислорода с водородом. Механизм реакции водорода с кислородом. Соединения кислорода с водородом, гидроксил, вода, пероксид водорода. Получение и свойства пероксида водорода.  $H_2O_2$  как окислитель и как восстановитель. Применение пероксида водорода.

3. Состояния кислорода в его соединениях. Оксиды и их классификация. Пероксиды и пероксидная группировка. Ионы  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ ,  $O_2^-$ ,  $O_3^-$ . Супероксиды, озониды, их взаимодействие с водой.

Вопрос 3: Получение и свойства пероксида водорода. Окислительно-восстановительные свойства. Применение. Ионы  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ ,  $O_2^-$ ,  $O_3^-$ . Супероксиды, пероксида, озониды, их взаимодействие с водой.

Содержание вопроса:

1. Взаимодействие кислорода с водородом. Механизм реакции водорода с кислородом. Соединения кислорода с водородом, гидроксил, вода, пероксид водорода. Получение и свойства пероксида водорода.  $H_2O_2$  как окислитель и как восстановитель. Применение пероксида водорода.

2. Состояния кислорода в его соединениях. Оксиды и их классификация. Пероксиды и пероксидная группировка. Ионы  $O_2^-$ ,  $O_2^{2-}$ ,  $O_2^-$ ,  $O_3^-$ . Супероксиды, озониды, их взаимодействие с водой.

Вопрос 4: Общая характеристика элементов VII группы. Химические свойства: отношение к воде, щелочам, металлам, неметаллам. Галогениды: основные, амфотерные, кислотные.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону.

2. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, характеристики молекул  $Hal_2$ .

Вопрос 5: Соединения галогенов с водородом. Характер связи и электронное строение молекул  $HNaI$ . Методы получения. Физические и химические свойства. Галогениды металлов.

Содержание вопроса:

1. Соединения с водородом. Энергетические характеристики, характер связи и электронное строение молекул  $HNaI$ . Методы получения и физические свойства галогеноводородов.

2. Кислотные и окислительно-восстановительные свойства, реакционная способность.

3. Галогенидные ионы и их состояние в водных растворах. Галогениды металлов.

Вопрос 6: Оксиды и оксокислоты галогенов. Общие принципы их получения и химические свойства. Особенности хлорной и йодной кислот.

Содержание вопроса:

1. Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов: строение молекул, характер и энергия связи. Получение и химические свойства оксидов. Устойчивость оксидов.
2. Особенности соединений фтора и йода с кислородом. Реакции оксидов с водой. Оксокислоты галогенов; строение молекул, химические свойства, методы получения. Особенности хлорной и йодной кислот.

Вопрос 7: Интергалогениды Химические свойства и методы получения. Устойчивость фторидов и хлоридов.

Содержание вопроса:

1. Соединения галогенов друг с другом. Химические свойства и методы получения. Взаимодействие с водой.
2. Окислительно-восстановительные реакции галогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

Вопрос 8: Общая характеристика элементов VI группы. Гидриды типа  $H_2E$ . Методы получения и основные химические свойства халькогеноводородов. Халькогениды металлов.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону.
2. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, цепочечные структуры, характеристики молекул  $X_2$ .
3. Соединения с водородом. Энергетические характеристики, характер связи и строение молекул  $H_2X$ . Методы получения и основные химические свойства халькогеноводородов. Халькогенидные ионы и их состояние в водных растворах. Халькогениды металлов.

Вопрос 9: Оксиды и оксикислоты халькогенов. Строение и характер связи в оксидах и в оксикислотах. Получение и химические свойства. Оксикислоты серы: причины их многообразия, классификация, химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов: строение молекул, характер связи, энергетика.
2. Получение и химические свойства оксидов  $HO_2$  и  $HO_3$ . Кислоты  $H_2SO_3$  и  $H_2SO_4$ : строение молекул, химические свойства, методы получения. Особенности селеновой и теллуровой кислот.
3. Оксокислоты серы: причины их многообразия, классификация, строение и химические свойства.



Вопрос 10: Галогениды элементов халькогенов. Методы получения и химические свойства. Оксохлориды серы, диоксохлорид серы их гидролиз.

Содержание вопроса:

1. Галогениды. Формы существования и строение молекул. Методы получения и химические свойства. Взаимодействие галогенидов с водой. Оксогалогениды.
2. Окислительно-восстановительные реакции халькогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.
3. Галогениды. Формы существования и строение молекул. Методы получения и химические свойства. Взаимодействие галогенидов с водой. Оксогалогениды.
4. Окислительно-восстановительные реакции халькогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

Вопрос 11: Общая характеристика элементов V группы. Гидриды  $\text{Э}_2\text{N}_3$ , методы получения и химические свойства. Соли аммония, фосфония. Аммиакаты, амиды, имиды, нитриды, фосфиды. Азотистоводородная кислота и азиды.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, аллотропия. Особенности азота. Соединения с водородом.
2. Характер связи, энергетические характеристики и строение молекул  $\text{XN}_3$ . Методы получения и основные свойства соединений  $\text{XN}_3$ . Соли аммония и фосфония.
3. Аммиакаты. Амиды, имиды, нитриды. Фосфиды. Соединения  $\text{X}_2\text{N}_4$ , их строение и свойства. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота и азиды.

Вопрос 12: Оксиды и оксикислоты азота – азотноватистая, азотистая и азотная кислота, их строение, свойства. Нитриды, нитраты.

Содержание вопроса:

1. Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов. Оксиды азота. Формы существования, строение и энергетика молекул. Методы получения оксидов азота.
2. Оксокислоты азота - азотноватистая, азотистая и азотная кислоты, их строение, свойства и методы получения, нитриты и нитраты. Термическое разложение нитратов.
3. Оксиды фосфора и других элементов группы:  $\text{X}_4\text{O}_6$  и  $\text{X}_4\text{O}_{10}$ , их получение, строение и свойства. Особенности взаимодействия  $\text{P}_4\text{O}_6$  и  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  с водой.
3. Оксокислоты фосфора и его аналогов. Строение и свойства кислот фосфора.

Вопрос 13: Оксиды и оксикислоты фосфора. Мета-, ди (пара)- и полифосфорные кислоты и их соли. Получение, строение, свойства. Оксигалогениды фосфора. Фосфаты. Фосфатные удобрения.

Содержание вопроса:

1. Галогениды. Общая характеристика, формы и строение молекул. Галогениды азота. Три- и пентагалогениды фосфора и его аналогов. Методы получения и химические свойства. Взаимодействие с водой. Взаимодействие галогенидов с оксидами. Оксогалогениды.

2. Сульфиды. Формы и строение молекул. Получение и химические свойства. Тиокислоты.

3. Комплексные соединения.

Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Восстановление нитратного иона в различных средах. Окислительные и восстановительные свойства соединений фосфора и его аналогов.

Вопрос 14: Общая характеристика элементов подгруппы углерода. Простые вещества, аллотропия. Неорганическая химия углерода. Карбиды, карбонаты, сероуглерод. Соединения с азотом: цион, дицион, синильная кислота.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, аллотропия. Особенности азота.

2. Соединения с водородом. Характер связи, энергетические характеристики и строение молекул  $\text{XH}_3$ . Методы получения и основные свойства соединений  $\text{XH}_3$ . Соли аммония и фосфония. Аммиакаты. Амиды, имиды, нитриды. Фосфины. Соединения  $\text{X}_2\text{N}_4$ , их строение и свойства.

3. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота и азиды.

Вопрос 15: Кремний. Оксиды. Кварц и его модификации. Кремниевые кислоты и силикаты. Состав простого стекла и его получение. Галогениды кремния. Соединения с азотом и фосфором.

Содержание вопроса:

1. Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов  $\text{XO}$  и  $\text{XO}_2$ . Кварц и его модификации. Изменение свойств оксидов  $\text{XO}$  и  $\text{XO}_2$  в ряду  $\text{Si} - \text{Pb}$ .

2. Кремниевые кислоты и силикаты. Оксо- и гидроксоионы аналогов кремния.

3. Соли олова и свинца, их растворимость и гидролиз.

Вопрос 16: Общая характеристика элементов подгруппы бора. Соединения с водородом. Боран и диборан. Гидриды алюминия.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества.

2. Соединения с водородом. Боран и диборан. Формы и строение молекул. Трехцентровые электронно-дефицитные связи в молекулах боранов.

3. Гидриды алюминия и его аналогов. Взаимодействие с водой.

Вопрос 17: Оксиды элементов подгруппы бора. Кислоты бора. Мета-, тетра-, ортобораты. Гидратные формы оксидов Алюминия. Амфотерность гидроксоформ. Алуминаты.

Содержание вопроса:

1. Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов. Формы существования и свойства.
2. Корунд, его окрашенные формы. Стеклообразование  $B_2O_3$ . Кислоты бора. Мета-, тетра-, ортобораты. Гидратные формы оксидов алюминия и его аналогов. Амфотерность гидроксоформ.

Вопрос 18: Галогениды элементов подгруппы бора. Форма существования и строения молекул. Димеризация тригалогенидов. Методы получения, характерные свойства.

Содержание вопроса:

1. Галогениды. Общая характеристика, формы существования и строение молекул. Димеризации тригалогенидов. Моногалогениды. Методы получения галогенидов, характерные свойства. Гидролиз галогенидов.
2. Халькогениды. Формы существования и строение. Гидролиз халькогенидов.

Соединения  $AsH_3$ . Полупроводниковые свойства. Особенности строения. Химические свойства.

3. Комплексные соединения. Гидридные и галогенокомплексы. Гидроксокомплексы. Аддукты.

Окислительно-восстановительные реакции в растворах. Взаимодействие простых веществ с водой.

Вопрос 19: Щелочные и щелочноземельные металлы. Физические и химические свойства. Получение водородных соединений. Оксиды щелочных металлов. Пероксиды, надпероксиды и озониды. Гидроксиды. Соли щелочных и щелочноземельных металлов.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика s-элементов. Щелочные и щелочноземельные металлы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, восстановительные свойства. Взаимодействие с водой.
2. Водородные соединения элементов I и II групп. Ионные гидриды. Роль щелочных и щелочноземельных металлов в стабилизации иона  $H^-$ . Взаимодействие ионных гидридов с водой.
3. Оксиды щелочных металлов, формы, устойчивость, химические свойства оксидов. Пероксиды, супероксиды, озониды щелочных металлов. Оксиды и пероксиды щелочноземельных металлов. Получение кислорода через пероксид бария.
4. Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Щелочи. Особенности гидроксида бериллия. Диагональное сходство Be и Al.
5. Соли щелочных металлов, их растворимость. Гидратация ионов щелочных металлов. Причины отсутствия однозарядных ионов элементов II группы в

водном растворе. Соли щелочноземельных металлов, их растворимость и гидролиз.

Вопрос 20: Химия благородных газов. Фториды, оксофториды, оксиды и оксо-кислоты ксенона.

Содержание вопроса:

1. Особенности строения электронных оболочек атомов, их валентные возможности.
2. Фториды ксенона, пути их получения и химические свойства. Природа химических связей в соединениях благородных газов. Гипервалентные связи.
3. Взаимодействие фторидов ксенона с водой и щелочами. Оксофториды, оксиды и оксокислоты ксенона. Химические соединения других благородных газов.

Вопрос 21: Основы координационной теории Вернера и современные представления о строении комплексных соединений.

Содержание вопроса:

1. Комплексные соединения. Гидридные и галогенокомплексы.
2. Гидроксокомплексы. Аддукты.

Вопрос 22: Химическая связь в комплексных соединениях и особенности их строения.

Содержание вопроса:

1. Реакции замещения лигандов, их механизмы. Инертные и лабильные комплексы. Влияние энергии стабилизации полем лигандов на кинетику реакций замещения лигандов.
2. Взаимное влияние лигандов. Реакции образования цис- и транс-изомеров  $Pt(NH_3)_2Cl_2$ . Эффект транс-влияния. Статическая и динамическая теории транс-влияния.
3. Кислотно-основные свойства комплексных соединений: роль заряда комплекса, степени окисления центрального иона и других факторов.
4. Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений. Стабилизация высших и низших состояний окисления переходных металлов лигандами различных типов.

Вопрос 23: Исследование сплавов методом физико-химического анализа. Термический анализ. Диаграммы плавкости, их типичные формы.

Содержание вопроса:

1. Диаграммы состояния 2-х, 3-х компонентных систем.
2. Термогравиметрия

Вопрос 24: Общая характеристика элементов подгруппы хрома. Физические и химические свойства. Оксиды, галогениды, халькогениды.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Наиболее характерные степени окисления: Cr(III), Mo(VI), W(VI).
2. Простые вещества: физические и химические свойства. Причины тугоплавкости молибдена и вольфрама. Применение в специальных сплавах. Хромирование металлов.
3. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Зависимость свойств от степени окисления. Термическое диспропорционирование низших галогенидов. Кластерные соединения.
4. Биядерные и полиядерные соединения. Хромовая кислота, хроматы и дихроматы. Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама и их производные.

Вопрос 25: Хромовая кислота, хроматы, дихроматы. Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама.

Содержание вопроса:

1. Биядерные и полиядерные соединения. Хромовая кислота, хроматы и дихроматы. Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама и их производные.
2. Комплексные соединения. Аква- и гидроксокомплексы. Многообразие комплексов хрома (III).

Вопрос 26: Общая характеристика элементов подгруппы марганца. Многообразие степеней окисления. Физические и химические свойства. Оксиды, галогениды, халькогениды.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика элементов. Строение атомов. Многообразие степеней окисления. Ядерный синтез технеция. Простые вещества: физические и химические свойства. Применение.
2. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Кластерные соединения рения.

Вопрос 27: Устойчивые катионные и анионные формы марганца в водных растворах. Марганцевая кислота. Окислительные свойства перманганатного иона в кислой, щелочной и нейтральной средах.

Содержание вопроса:

1. Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Устойчивость катионов  $Mn^{2+}$  в водных растворах. Марганцевая кислота.
2. Окислительные свойства перманганатного иона. Устойчивость производных рения (VII). Комплексные соединения.

Вопрос 28: Общая характеристика элементов подгруппы железа. Строение атомов, возможные степени окисления. Физические и химические свойства. Оксиды, галогениды, ферраты, халькогениды. Устойчивые катионные и анионные формы. Гидролиз солей железа.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Понижение высших и характерных степеней окисления по сравнению с подгруппой марганца.
2. Простые вещества: физические и химические свойства. Роль железа и его сплавов в истории цивилизации. Современные применения металлов триады железа и сплавов на их основе.
3. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.
4. Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Гидролиз солей железа.
5. Комплексные соединения. Окислительно-восстановительные свойства комплексов Fe(II) и Fe(III), Co(II) и Co(III). Многообразие и устойчивость комплексов с электронной конфигурацией  $d^6$ .

Вопрос 29: Платиновые металлы. Химическая инертность. Важнейшие бинарные соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Тетраоксиды осмия и рутения. Комплексные соединения.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Процессы аффинажа.
2. Простые вещества. Причины высокой плотности и тугоплавкости. Химическая инертность. Перевод в раствор благородных металлов.
3. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Тетраоксиды осмия и рутения.
4. Комплексные соединения. Разнообразие комплексных соединений платиновых металлов и его причины.

Вопрос 30: Общая характеристика элементов подгруппы меди. Физические и химические свойства. Важнейшие бинарные химические соединения.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Специфика однозарядных ионов с конфигурацией  $d^{10}$ .
2. Простые вещества: физические и химические свойства. Самородные металлы.
3. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.
4. Химия водных растворов. Окислительно-восстановительные свойства Cu(I) и Cu(II), Au(I) и Au(III).

Вопрос 31: Общая характеристика элементов подгруппы цинка. Физические и химические свойства. Уникальные свойства металлической ртути.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Содержание вопроса:

1. Простые вещества: физические и химические свойства. Уникальные свойства металлической ртути. Применение.
  2. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.
  3. Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Амфотерность цинка. Аквакатионы и гидроксоанионы.
  4. Комплексы переходных металлов с –донорными и -акцепторными лигандами
- Карбонилы. Структура и электронное строение карбониллов. Правило эффективного атомного номера. Получение, физические и химические свойства. Моно- и полиядерные карбонилы. Карбонилгидриды и карбонилгалогениды. Цианиды. Получение и свойства комплексов.

Вопрос 32: Общая характеристика лантаноидов. Физические и химические свойства. Оксиды и гидроксопроизводные. Галогениды и другие бинарные соединения.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика. Особенности строения атомов, причины сходства элементов, возможные состояния окисления. Содержание в природе. Разделение элементов. Физические и химические свойства простых веществ.
2. Химические свойства соединений лантаноидов. Оксиды и гидроксопроизводные. Галогениды и другие бинарные соединения. Химия водных растворов. Особенности церия и европия.

Вопрос 33: Актиноиды. Общая характеристика. Строение атомов, разнообразие состояний окисления. Радиоактивные семейства тория, урана, актиния. Химические свойства: отношение к воде, кислороду, кислотам. Ядерные реакции и синтез элементов.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика. Особенности строения атомов, сравнение с лантаноидами. Разнообразие состояний окисления. Содержание в природе. Радиоактивные семейства тория, урана и актиния. Ядерные реакции и синтез элементов. Трансамерициевые элементы. Важнейшие практические применения. Проблема разделения изотопов. Физические и химические свойства простых веществ.
2. Периодичность в изменении химических свойств, сходство с другими элементами, деление на подсемейства. Состояния соединений в водных растворах. Соединения урана, нептуния, плутония в высших степенях окисления. Комплексные соединения актиноидов.
3. Распределение микроколичеств радиоактивных изотопов в гетерогенных системах. Применение ионного обмена, экстракции и хроматографии к изучению состояния радиоактивных элементов в растворе. Применение радиоактивных изотопов в химических исследованиях. Химические процессы с участием "горячих" атомов. Радиоллиз воды.

Наименование компетенции ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6  
Дисциплины обязательной части:  
Наименование дисциплины) \_ Аналитическая химия

Вопрос 1: Аналитическая химия, как наука о качественном и количественном составе веществ и ее роль на современном этапе развития общества.

Содержание вопроса:

1. Предмет аналитической химии, ее структура. Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный, фазовый. Химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикроанализ.
2. Основные этапы развития аналитической химии. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, миниатюризация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу, создание сенсоров и тест-методов. Научная химико-аналитическая литература.

Вопрос 2: Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа.

Содержание вопроса:

1. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Абсолютные (безэталонные) и относительные методы анализа.
2. Основные метрологические понятия и представления: измерение, методы и средства измерений, метрологические требования к результатам измерений, основные принципы и способы обеспечения достоверности результатов измерений, погрешности.
3. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Вопрос 3: Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале.

Содержание вопроса:

1. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале.
2. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.



Вопрос 4: Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.

Содержание вопроса:

1. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности.
2. Погрешности отдельных стадий химического анализа.

Вопрос 5: Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами.

Содержание вопроса:

1. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование.
2. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок,  $t$ - и  $F$ -распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений.
3. Сравнение дисперсии и средних двух методов анализа. Регрессионный анализ. Использование метода наименьших квадратов для построения градуировочных графиков. Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа.
4. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа. Организация и методология метрологического обеспечения деятельности аналитической службы. Поверка аппаратуры, аттестация нестандартных средств измерений и методик анализа. Аккредитация лабораторий.

Вопрос 6: Типы химических реакции в аналитической химии. Используемые процессы: осаждение, растворение, экстракция, сорбция.

Содержание вопроса:

1. Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы: осаждение-растворение, экстракция, сорбция. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы.
2. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая - Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы. Описание сложных равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы. Графическое описание равновесий (распределительные и концентрационно-логарифмические диаграммы).

Вопрос 7: Равновесие в системе кислот, сопряженное основание и растворитель.

Содержание вопроса:

1. Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Элементарные стадии реакции. Скоростопределяющая стадия. Кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Факторы, влияющие на скорость. Катализаторы, ингибиторы. Автокаталитические реакции. Индуцированные и сопряженные реакции. Понятие об индукторе, акторе, акцепторе. Индукционный фактор.
2. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии. Кисотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури.
3. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя.

Вопрос 8: Комплексные соединения, используемые в аналитической химии и их классификация по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона.

Содержание вопроса:

1. Реакции комплексообразования. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя): внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары), однороднолигандные и смешанолигандные, полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).
2. Ступенчатое комплексообразование. Количественные характеристики комплексных соединений: константы устойчивости (ступенчатые и общие), функция образования (среднее лигандное число), функция закомплексованности, степень образования комплекса. Факторы, влияющие на комплексообразование: строение центрального атома и лиганда, концентрация компонентов, pH, ионная сила раствора, температура. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть.
3. Влияние комплексообразования на растворимость соединений, кислотно-основное равновесие, окислительно-восстановительный потенциал систем, стабилизацию различных степеней окисления элементов. Способы повышения чувствительности и селективности анализа с использованием комплексных соединений.

1. Вопрос 9: Теория аналогий взаимодействие ионов металлов с неорганическими реагентами гена  $H_2O$ ,  $NH_3$  и  $H_2S$  и  $O, N, S$  – содержащими органическими реагентами

Содержание вопроса:

1. Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами.
2. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения.
3. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд.

Вопрос 10: Основные неорганические и органические окислители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Содержание вопроса:

1. Окислительно-восстановительные реакции. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами.
2. Направление реакции окисления и восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Понятие о смешанных потенциалах.
3. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.

Вопрос 11: Важнейшие органические реагенты, применяемы в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов для маскирования и демаскирования.

Содержание вопроса:

1. Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами. Функционально-аналитические группы. Влияние их природы, расположения, стереохимии молекул реагента на его взаимодействие с неорганическими ионами. Влияние общей структуры органических реагентов на их свойства, роль различных функциональных групп.
2. Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.
3. Взаимодействие органических реагентов с органическими веществами: комплексы "гость-хозяин"; комплексы с переносом заряда
4. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

Вопрос 12: Взаимодействие органических реагентов с органическими веществами.

Содержание вопроса:

1. Органические реагенты для органического анализа.
2. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

Вопрос 13: Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор-осадок.

Содержание вопроса:

1. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор - осадок. Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры).
2. Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц.
3. Условия получения кристаллических осадков.

Вопрос 14: Классификация различных видов соосаждения в анализе.

Содержание вопроса:

1. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка - дегидратации-гидратации, поликонденсации).
2. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.).
3. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

Вопрос 15: Задачи и выбор метода обнаружения и химических идентификации химических соединений. Дробный и систематический анализ.

Содержание вопроса:

1. Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ.
2. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков.

Вопрос 16: Экспрессный качественный анализ. Тест-методы обнаружения веществ.

Содержание вопроса:

1. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях.
2. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

Вопрос 17: Методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка.

Содержание вопроса:

1. Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы. Разделение сопоставимых количеств элементов и отделение малых количеств от больших. Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения. Константы распределения. Коэффициент распределения. Степень извлечения. Фактор разделения. Коэффициент концентрирования.
2. Методы экстракции. Теоретические основы методов. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов. Скорость экстракции. Типы экстракционных систем. Условия экстракции неорганических и органических соединений. Реэкстракция. Природа и характеристика экстрагентов.
3. Методы осаждения и соосаждения. Применение неорганических и органических реагентов для осаждения. Способы разделения путем установления различных значений pH, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций. Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования. Характеристики малорастворимых соединений, наиболее часто используемых в анализе. Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).
4. Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

Вопрос 18: Теоретические основы методов экстракции. Закон распределения. Классификация экстракционных систем.

Содержание вопроса:

1. Разделение элементов методом экстракции.
2. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции.
3. Селективное разделение элементов методом подбора органических растворителей, изменение pH водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

Вопрос 19: Качественный и количественный хроматографический анализ. Жидкостная хроматография.

Содержание вопроса:

1. Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз, по механизму разделения, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Основные параметры хроматограммы. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Качественный и количественный хроматографический анализ.
2. Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газожидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Области применения газовой хроматографии.
3. Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Вопрос 20: Сущность гравиметрического метода анализа, преимущества и недостатки метода.

Содержание вопроса:

1. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Термогравиметрический анализ.
2. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

Вопрос 21: Общая схема определения в гравиметрии. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам.

Содержание вопроса:

1. Примеры практического применения гравиметрического метода анализа. Определение элементов в виде оксидов. Определение кальция и магния; источники ошибок при их определении.
2. Определение серы, галогенов в неорганических и органических соединениях. Различные методы определения фосфора и кремния. Применение органических реагентов для определения никеля, кобальта, цинка и магния

Вопрос 22: Классификация титриметрических методов анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрии.

Содержание вопроса:

1. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаны. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы. Кисотно-основное титрование.. Анализ смесей карбоната и гидрокарбоната натрия, карбоната и гидроксида натрия. Определение азота по методу Кьельдаля и солей аммония прямым и косвенным методами. Определение нитратов и нитритов. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.
2. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.
3. Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель. Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот. Определение воды и функциональных групп органических соединений. Бихроматометрия. Определение железа(II), урана(IV).

Вопрос 23: Первичные и вторичные стандарты в титриметрии, требования к ним. Фиксаны.

Содержание вопроса:

1. Броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хромометрия. Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений. Осадительное титрование. Построение кривых титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.
2. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.
3. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии. Другие титриметрические методы анализа. Термометрическое, радиометрическое титрование. Сущность методов.

Вопрос 24: Кривые титрования и их виды. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Содержание вопроса:

1. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования.
2. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Примеры практического применения.
3. Первичные стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований. Приготовление и стандартизация растворов соляной кислоты и гидроксида натрия. Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований

Вопрос 25: Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования.

Содержание вопроса:

1. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии.
2. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним.
3. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Вопрос 26: Ионная и ионно-хромофорная теории индикаторов.

Содержание вопроса:

1. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.
2. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования

Вопрос 27: Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия.

Содержание вопроса:

1. Особенности и возможности метода
2. Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия
- 3.



Вопрос 28: Осадительное титрование. Построение кривых титрования, способы обнаружения конечной точки титрования. Индикаторы.

Содержание вопроса:

1. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Комплексометрическое титрование.
2. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования.
3. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы.

Вопрос 29: Неорганические и органические титранты в комплексонометрии. Использование аминополикарбоновых кислот.

Содержание вопроса:

1. Определение воды и функциональных групп органических соединений. Бихроматометрия. Определение железа(II), урана(IV).
2. Определение неорганических и органических соединений. Осадительное титрование. Построение кривых титрования.

Вопрос 30: Характеристика электрохимических методов анализа. Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

Содержание вопроса:

1. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.
2. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионнометрия. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионнометрии. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.
3. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Примеры практического применения. Титрование фосфорной кислоты, смесей соляной и азотной, соляной и уксусной кислот в водно-органических средах. Определение иодидов и хлоридов при

совместном присутствии. Использование окислительно-восстановительного титрования для определения ионов металлов разных степеней окисления.

4. Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами.

5. Примеры практического применения. Определение малых количеств кислоты и щелочи, тиосульфата натрия, окислителей - ионов металлов.

Вопрос 31: Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом.

Содержание вопроса:

1. Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

2. Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности.

Вопрос 32: Спектрофотометрия. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним.

Содержание вопроса:

Вопрос 33: Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения. Тушение люминесценции.

Содержание вопроса:

Вопрос 34: Отбор пробы и подготовка пробы к анализу. Вскрытые пробы.

Содержание вопроса:

1. Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы твердых, жидких и газообразных веществ; устройства и приемы, используемые при этом; первичная обработка и хранение проб; дозирующие устройства. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение в различных средах; спекание, сплавление, разложение под действием высоких температур, давления, высокочастотного разряда; комбинирование различных приемов; особенности разложения орга-

нических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

2. Объекты окружающей среды: воздух, природные воды (поверхностные, подземные), атмосферные осадки, почвы, донные отложения. Характерные особенности и задачи их анализа. Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль. Геологические объекты. Анализ силикатов, карбонатов, железных, никель-кобальтовых руд, полиметаллических руд.

Вопрос 35: Пламенная фотометрия в качественном и количественных анализах. Теория и практика.

1. Спектрофотометрический анализ

2. Пламенная фотометрия в качественном и количественных анализах.

**Наименование компетенции ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6**

**Дисциплины обязательной части:**

**Наименование дисциплины - Физическая химия**

Вопрос 1:

Содержание вопроса:

Вопрос 1: Первый закон термодинамики, аналитическое выражение и приложение к химическим процессам.

Содержание вопроса:

1. Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи.
2. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи.
3. Понятие электродного потенциала. Классификация электродов и электрохимических цепей.

Вопрос 2: Двойной электрический слой, механизм образования. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.

Содержание вопроса:

1. Разности потенциалов Гальвани и Вольта. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов.
2. Электрокапиллярные явления; основное уравнение электрокапиллярности; уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода.
3. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя.
4. Модельные представления о структуре двойного слоя. Теория Гуи - Чапмена - Грэма; сходство и различия этой теории с теорией ионной атмосферы Дебая - Гюккеля.

Вопрос 3: Электрокапиллярные явления. Уравнение Липпмана (без вывода). Емкость двойного электрического слоя.

Содержание вопроса:

1. Разности потенциалов Гальвани и Вольта. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов.
2. Электрокапиллярные явления; основное уравнение электрокапиллярности; уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода.
3. Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя. Теория Гуи - Чапмена - Грэма; сходство и различия этой теории с теорией ионной атмосферы Дебая - Гюккеля.

Вопрос 4: Основные положения теории Аррениуса. Теория электролитов Дебая-Хюккеля. Формулы для потенциалов ионной атмосферы и среднего коэффициента активности в растворе 1,1-валентного электролита.

Содержание вопроса:

1. Развитие представлений о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М. Фарадей, С. Аррениус, И.А. Каблуков). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории.
2. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна.
3. Ион-дипольное взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Термодинамическое описание ион-ионного взаимодействия. Понятия средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Основные допущения теории Дебая - Гюккеля. Потенциал ионной атмосферы.
4. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая - Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов.

Вопрос 5: Законы фотохимии. Квантовый выход.

Содержание вопроса:

1. Фотохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Фотохимические активные частицы.
2. Эксимеры, эксиплексы и их свойства. Изменение физических и химических свойств молекул при электронном возбуждении.
3. Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна.

Вопрос 6: Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Виды диаграмм состояния. Законы Гиббса-Коновалова.

Содержание вопроса:

1. Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, строго регулярные растворы и их свойства.
2. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Уравнения Гиббса - Дюгема.

3. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Равновесные составы пара и жидкости. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса - Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.

Вопрос 7: Основные понятия теории активированного комплекса. Статистический вывод основного уравнения и его термодинамический аспект. Энтропия активации.

Содержание вопроса:

1. Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина.
2. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Нанесенные катализаторы.
3. Теория активных ансамблей Кобозева.

Вопрос 8: Теория активных соударений для бимолекулярных реакций. Сопоставительный анализ теорий активных соударений и активированного комплекса. Оценка стерического множителя.

Содержание вопроса:

1. Тримолекулярные реакции. Применение теории активированного комплекса для описания тримолекулярных реакций с участием окиси азота.
2. Теория соударений в применении к тримолекулярным реакциям. Сопоставление результатов обеих теорий.
3. Реакции в растворах. "Клеточный эффект" и число соударений молекул в жидкостях. Роль явлений сольватации в химической кинетике.

Вопрос 9: Понятие электрохимического потенциала. Условия равновесия на границе электрода с раствором. Уравнение Нернста.

Содержание вопроса:

1. Бимолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к бимолекулярным реакциям различного типа.
2. Теория соударений в применении к бимолекулярным реакциям. Сопоставление результатов теории соударений и теории активированного комплекса.

Вопрос 10: Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Различные формы условий термодинамического равновесия.

Содержание вопроса:

1. Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций.
2. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии.
3. Понятие электрохимического потенциала.

Вопрос 11: Коллигативные свойства жидких растворов. Законы Рауля и уравнение Вант-Гоффа.

Содержание вопроса:

1. Растворы различных классов. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства газовых смесей.
2. Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях и общее условие идеальности растворов.
3. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамический вывод. Неидеальные растворы и их свойства.
4. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.

Вопрос 12: Закон действующих масс и его термодинамический вывод. Изотерма химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.

Содержание вопроса:

1. Закон действия масс. История его открытия и современная трактовка.
2. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическая переменная. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах.
3. Термодинамический вывод закона действия масс.

Вопрос 13: Второй закон термодинамики, формулировки, аналитические выражения.

Содержание вопроса:

1. Энтропия. Уравнение Больцмана.
2. Фундаментальное уравнение Гиббса.

Вопрос 14: Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры) химической реакции.

Содержание вопроса:

1. Зависимость констант равновесия от температуры.
2. Уравнения изобары и изохоры реакции их термодинамический вывод.
3. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов при расчетах химических равновесий при различных температурах.
4. Гетерогенные химические равновесия и особенности их термодинамического описания

Вопрос 15: Вывод общего уравнения кинетики необратимых реакций  $n$ -го порядка и его приложение к кинетическому описанию процессов нулевого, первого, второго и третьего порядков. Методы определения порядка реакций.

Содержание вопроса:

1. Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции.
2. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. "Эффективная" и "истинная" энергии активации.
3. Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение констант скорости из опытных данных.
4. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения.

Вопрос 16: Обратимые и параллельные реакции первого порядка и определение их кинетических параметров.

Содержание вопроса:

1. Сложные реакции. Принцип независимости элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений.
2. Обратимые реакции первого порядка. Определение элементарных констант из опытных данных.
3. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.

Вопрос 17: Идеальные и реальные газообразные и конденсированные системы. Метод летучести и активности Льюиса. Коэффициенты летучести и активности. Содержание вопроса:

1. Растворы различных классов. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства газовых смесей. Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях и общее условие идеальности растворов.
2. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамический вывод.
3. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.

Вопрос 18: Химический потенциал и условия химического фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение к простейшим одно- и двухкомпонентным системам.

Содержание вопроса:

1. Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах. Равновесные составы пара и жидкости.
2. Различные виды диаграмм состояния. Законы Гиббса - Коновалова. Разделение веществ путем перегонки.
3. Азеотропные смеси и их свойства.

Вопрос 19: Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к работе гальванического элемента.

Содержание вопроса:

1. Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи.
2. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи.
3. Понятие электродного потенциала. Классификация электродов и электрохимических цепей.

Вопрос 20: Адсорбция. Уравнение Лэнгмюра и его анализ. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение Бруннауэра-Эммета-Теллера.

Содержание вопроса:

1. Явления адсорбции. Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Вид адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция.
2. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости.
3. Адсорбция из растворов. Гиббсовская адсорбция. Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание методом Брунауэра - Эмета - Теллера (БЭТ). Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.

Вопрос 21: Явления адсорбции. Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Вид адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция.

Содержание вопроса:

- 1.
2. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия.
3. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Адсорбция из растворов. Гиббсовская адсорбция.
4. Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание методом Брунауэра - Эмета - Теллера (БЭТ). Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.

Вопрос 22: Постулаты линейной термодинамики необратимых процессов. Перекрестные эффекты и соотношения Онзагера.

Содержание вопроса:

1. Описание необратимых процессов в термодинамике. Поток. Силы. Феноменологические законы для скоростей процессов. Открытые и закрытые системы.
2. Необратимые процессы и производство энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.
3. Поток при совместном воздействии нескольких сил. Соотношения взаимности Онзагера и их применения в линейной термодинамике необратимых процессов. Термодиффузия. Коэффициент термодиффузии и его определение на опыте.

Вопрос 23: Необратимые последовательные реакции первого порядка – точное и приближенное описание. Метод стационарных концентраций Боденштейна – Семенова.

Содержание вопроса:

1. Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов.



2. Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Применение принципа стационарности для вычисления начальной скорости гомогенной каталитической реакции с участием одного реагента.
3. Уравнение Михаэлиса - Ментэн. Определение кинетических постоянных этого уравнения из опытных данных.

Вопрос 24: Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Условия возникновения и свойства пределов воспламенения.

Содержание вопроса:

1. Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи.
2. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций.
3. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового образования  $\text{HBr}$ .

Вопрос 25: Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Соотношения Максвелла и их использование.

Содержание вопроса:

1. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его применение к фазовым переходам первого рода однокомпонентных систем.
1. Соотношения Максвелла и их использование при выводе уравнения Клапейрона-Клаузиуса.

Вопрос 26: Катализ. Механизм и классификация каталитических реакций. Теории мультиплетов Баландина и активных ансамблей Кобозева.

Содержание вопроса:

1. Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина.
2. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов.
3. Нанесенные катализаторы. Теория активных ансамблей Кобозева.

Вопрос 27: Диффузия и миграция ионов в растворах электролитов. Формула Нернста – Эйнштейна. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов, их зависимость от концентрации раствора. Электрофоретический и релаксационный эффекты.

Содержание вопроса:

1. Неравновесные явления в растворах электролитов. Потoki диффузии и миграции. Формула Нернста - Эйнштейна. Диффузионный потенциал.
2. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.
3. Физические основы теории Дебая - Гюккеля - Онзагера; электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая - Фалькенгагена.
4. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора. Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.

Вопрос 28: Реакции в потоке. Типы реакторов. Кинетика стационарной необратимой реакции первого порядка в реакторе идеального смешения.

Содержание вопроса:

1. Реакции в потоке. Реакции идеального вытеснения и идеального смешения.
2. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторе идеального смешения.
3. Колебательные реакции на примере реакции Белоусова - Жаботинского.

Вопрос 29: Мономолекулярные реакции. Их описание теорией активированного комплекса и теорией активных соударений.

Содержание вопроса:

1. Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса.
2. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент.
3. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

Вопрос 30: Подвижность ионов. Закон Кольрауша, числа переноса, их зависимость от концентрации раствора и методы определения.

Содержание вопроса:

1. Неравновесные явления в растворах электролитов. Потоки диффузии и миграции. Формула Нернста - Эйнштейна. Диффузионный потенциал.
2. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.
3. Физические основы теории Дебая - Гюккеля - Онзагера; электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая - Фалькенгагена.
4. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора. Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.

Вопрос 31: Однородные функции. Теорема Эйлера об однородных функциях (без доказательства). Мольные парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема.

Содержание вопроса:

1. Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов.
2. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, строго регулярные растворы и их свойства.
3. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Уравнения Гиббса - Дюгема.

Вопрос 32: Относительные и стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Понятие ЭДС. Термодинамика электрохимических цепей.

Содержание вопроса:

1. Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи.
2. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи.
3. Понятие электродного потенциала. Классификация электродов и электрохимических цепей.

Вопрос 33: Диффузионная кинетика электродных процессов. Сущность полярографического метода.

Содержание вопроса:

1. Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Стадии электродного процесса.
2. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Три основных уравнения диффузионной кинетики и общий подход к решению ее задач.
3. Полярография. Уравнение Ильковича. Ток обмена и перенапряжение.

Вопрос 34: Качественные основы теории замедленного разряда; ее экспериментальная проверка.

Содержание вопроса:

1. Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций.
2. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Определение теоретической электрохимии, ее разделы и связь с задачами прикладной электрохимии.
3. Понятие электрохимического потенциала.

Вопрос 35: Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Определение констант равновесия реакции в зависимости от температуры с использованием абсолютных энтропий.

Содержание вопроса:

1. Теплота и работы различного рода. Работа расширения для различных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия.
2. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа.
3. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Второй закон термодинамики и его различные формулировки.

Вопрос 36: Химические источники тока.

Содержание вопроса:

1. Ток обмена и перенапряжение.
2. Водородное перенапряжение. Теория водородного перенапряжения (Тафель, Фольмер и др.).

3. Коррозия металлов. Методы защиты металлов от коррозии. Химические источники тока; их виды и основные характеристики.

### **Наименование компетенции ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-4; ОПК-6**

#### **Дисциплины обязательной части:**

#### **Наименование дисциплины - Органическая химия**

Вопрос 1: Современная теория строения органических соединений: основные положения теории строения Бутлерова, электронная теория, основные принципы квантовой органической химии. Типы гибридизации.

Содержание вопроса:

1. Предмет органической химии. Состав и строение органических соединений. Основные функциональные (характеристические) группы. Молекулярные формулы (брутто, общие, рациональные, структурные и электронные). Гомология. Изомерия и ее виды. Основные принципы классификации органических соединений. Правила и принципы построения названий органических соединений. Современная номенклатура ИЮПАК. Основные правила заместительной номенклатуры (выбор и нумерация главной цепи, правило наименьших локантов, старшинство функций).
2. Основные признаки классификации реагентов и реакций в органической химии. Субстрат, реагент, нуклеофил, электрофил, нуклеофуг, электрофуг, свободные радикалы. Понятие о промежуточных частицах (интермедиатах): карбены, нитрены, карбокатионы, карбанионы, арины и др. Общие понятия о механизме реакции.
3. Основные положения теории химического строения органических соединений (А.М. Бутлеров). Квантово-механические представления о строении электронной оболочки атома углерода. Типы гибридизации атома углерода в органической химии. Современные представления о зависимости реакционной способности молекул от их химического строения. Индукционный (индуктивный), мезомерный, гиперконъюгация, индуктомерный и электромерный эффекты. Кислоты и основания (Й. Бренстед, Г. Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Константы кислотности ( $pK_a$ ) и основности ( $pK_b$ ). Количественная оценка влияния заместителей на реакционную способность органических веществ. Уравнение Гаммета. Переходное состояние и механизм реакции.

Вопрос 2: Классификация реагентов и реакций. Индуктивный и мезомерный эффекты, эффект гиперконъюгации, уравнение Гаммета.

Содержание вопроса:

1. Квантово-механические представления о строении электронной оболочки атома углерода. Типы гибридизации атома углерода в органической химии. Современные представления о зависимости реакционной способности молекул от их химического строения.
2. Индукционный (индуктивный), мезомерный, гиперконъюгация, индуктомерный и электромерный эффекты. Кислоты и основания (Й. Бренстед, Г. Льюис). Сопряженные кислоты и основания. Константы кислотности ( $pK_a$ ) и основности ( $pK_b$ ).

3. Количественная оценка влияния заместителей на реакционную способность органических веществ. Уравнение Гаммета. Переходное состояние и механизм реакции.

Вопрос 3: Алканы. Природа С-С и С-Н связей в алканах

Содержание вопроса:

1. Алканы (предельные углеводороды - парафины). Определение, брутто - общая и рациональная формулы. Изомерия. Номенклатура. Природа С-С и С-Н связей в алканах.
2. Понятие о конформациях и конформерах алканов. Проекционные формулы Ньюмена. Природные источники. Методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, метод Фишера-Тропша, из галогеналканов (реакция Вюрца, протолиз реактивов Гриньяра), синтез через литий-диалкилкупраты, пиролиз и электролиз солей карбоновых кислот, восстановление карбонильных соединений. Физические свойства. Химические свойства: термический и каталитический крекинг, каталитическое дегидрирование, галогенирование (хлорирование, бромирование, иодирование, фторирование), нитрование реакция М.И. Коновалова), сульфохлорирование.
3. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность свободных алкильных радикалов. Горение и каталитическое окисление.

Вопрос 4: Гомологический ряд алкенов. Природа двойной связи. Геометрическая изомерия. Методы синтеза. Физические свойства.

Содержание вопроса:

1. Алкены (непредельные этиленовые углеводороды, олефины). Определение, брутто - общая и рациональная формулы. Типы изомерии. Номенклатура (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура).
2. Природа двойной связи. Ряд стабильности алкенов, выведенный на основе теплот гидрирования. Три наиболее общих метода синтеза алкенов: а) элиминирование галогеноводорода из алкилгалогенидов, воды из спиртов, дегалогенирование виц-дигалогеналканов, реакции Гофмана, Виттига; б) стереоселективное восстановление алкинов; в) реакции конденсации двух соединений с активными группами (карбонил- метиленовая конденсация).
3. Крекинг. Физические свойства.

Вопрос 5: Химические свойства алкенов. Механизм реакции электрофильного присоединения на примере галогенирования, гидрогалогенирования. Окисление алкенов. Озонолиз.

Содержание вопроса:

1. Химические свойства: гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов, гидратация (промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2). Электрофильное присоединение (AdE) неких и кислых аддендов (галогенирование, гидрогалогенирование). Процессы, сопутствующие AdE - реакциям: сопряженное присоединение, перегруппировки промежуточных карбокатионов.
2. Общее представление о механизме реакций. Правило Марковникова, правило Зайцева - Вагнера. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стерео-

селективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты. Окисление алкенов до оксиранов (по Прилежаеву) и до диолов по Вагнеру ( $\text{KMnO}_4$ ) и Кирге ( $\text{OsO}_4$ ).

3. Стереохимия гидроксирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Истощающее окисление алкенов с помощью  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в условиях межфазного катализа. Горение.

Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харацу (механизм) и аллильное галогенирование по Циглеру.

Вопрос 6: Бутадиен-1,3. Особенности строения. Химические свойства. 1,2-, 1,4-присоединения. Полимеризация диенов. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами.

Содержание вопроса:

1. Алкадиены. Типы диенов (кумулятивные, сопряженные и изолированные). Изомерия. Номенклатура. Сопряженные диены, эффект сопряжения. Общие способы получения.

2. Промышленные методы синтеза. Синтез С.В. Лебедева бутадиена-1,3. Синтез Фаворского - Реппе. Химические свойства. Галогенирование и гидрогалогенирование 1,3-диенов (1,2- и 1,4-присоединение).

3. Реакция диенового синтеза с алкенами и алкинами, механизм и стереохимия реакции Дильса-Альдера и ее применение в органическом синтезе.

Вопрос 7: Гомологический ряд алкинов. Природа тройной связи. Методы синтеза. Физические свойства.

Содержание вопроса:

1. Алкины. Определение, брутто - общая и рациональная формулы.

2. Природа тройной связи. Изомерия. Номенклатура.

3. Методы синтеза с помощью реакций отщепления, алкилирование терминальных ацетиленов и пиролиза метана.

4. Физические свойства.

Вопрос 8: Химические свойства алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Синтез альдегидов и кетонов.

Содержание вопроса:

1. Химические свойства. Реакции присоединения к алкинам (водорода, галогенов, хлористого водорода).

2. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Реакция Кучерова. Окисление и озонирование. Присоединение спиртов, цианистого водорода, карбоновых кислот.

3. Реакции димеризации, тримеризации, реакция Реппе. Реакции замещения водорода (ацетилениды  $\text{Na}$ ,  $\text{Cu}$  и  $\text{Ag}$ ).

4. Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Юзич), их получение и использование в органическом синтезе. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

Вопрос 9: Галогенпроизводные углеводороды как источник получения алкенов, диенов, алкинов, алкилгалогенидов, спиртов, простых эфиров, тиолов, нитросоединений, аминов, сложных эфиров. Взаимодействие с металлами.

Содержание вопроса:

1. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Изомерия, номенклатура. Методы синтеза моно-, ди-, три- и полигалогенпроизводных. Физические свойства. Химические свойства. Общие закономерности реакции нуклеофильного замещения. Нуклеофильность и основность. Реакции типа  $SN1$  и  $SN2$ , влияние на них электронных и структурных факторов, природы уходящей группы (нуклеофуга), растворителя. Понятие об ионных парах. Синтетическое использование реакций нуклеофильного замещения, как метод создания связи углерод-углерод, углерод-азот, углерод-кислород, углерод-сера, углерод-фосфор (получение алкилгалогенидов, спиртов, тиолов, простых эфиров, нитросоединений, аминов, нитрилов, сложных эфиров и др.).
2. Конкуренция процессов  $E2$  и  $SN2$ ,  $E1$  и  $SN1$  и факторы влияющие на эту конкуренцию. Направление элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования: син- и анти- элиминирование. Использование реакций элиминирования для синтеза алкенов, диенов и алкинов.
3. Взаимодействие галогеналканов с металлами. Синтез Вюрца. Получение литий- и магнийорганических соединений. Синтез на их основе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкилкупраты.

Вопрос 10: Одноатомные и многоатомные спирты. Способы их синтеза из алкенов, галогеналканов, карбонильных соединений, сложных эфиров карбоновых кислот.

Содержание вопроса:

1. Алканола (спирты). Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Классификация, изомерия, номенклатура.
2. Методы синтеза: из алкенов, галогеналканов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот, ферментативные реакции. Физические свойства. Химические свойства. Кислотность спиртов. Спирты, как основания Льюиса.
3. Реакции с сохранением атома кислорода алканаола в продукте реакции: алкоголяты, кислоты Льюиса, окисление каталитическое дегидрирование в присутствии  $Cu, Pt, Pd$ .

Вопрос 11: Свойства спиртов. Спирты как слабые  $OH$ -кислоты и основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы. Дегидротация. Окисление одноатомных и двухатомных спиртов. Пинаколиновая перегруппировка.

Содержание вопроса:

1. Окисление первичных спиртов до альдегидов и карбоновых кислот, вторичных спиртов до кетонов. Реагенты окисления на основе хромового ангидрида и двуокиси марганца. Механизм окисления спиртов хромовым ангидридом.
2. Реакции, идущие с участием связи углерод-кислород гидроксильной группы: образования алкенов, сложных эфиров неорганических кислот, замещение гидроксила на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила).

Вопрос 12: Альдегиды и кетоны. Методы их получения из алкенов, алкинов, спиртов, производных карбоновых кислот. Строение карбонильной группы. Влияние природы и строения радикала на карбонильную активность.

Содержание вопроса:

1. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Номенклатура, изомерия, таутомерия.
2. Методы получения альдегидов и кетонов из алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлоорганических соединений, спиртов, производных карбоновых кислот.
3. Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакер- процесс) и высших альдегидов (гидроформилирование). Физические свойства.

Вопрос 13: Химические свойства альдегидов и кетонов. Механизм нуклеофильного присоединения по карбонильной группе на примере альдольно-кратоновой конденсации. Конденсация с малоновым эфиром. Бензоиновая конденсация. Реакция Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Р-ция Канниццаро.

Содержание вопроса:

1. Химические свойства. Строение карбонильной группы ее полярность и поляризуемость. Взаимодействие с нуклеофилами; образование бисульфитных соединений, реакции с магнийорганическими и литийорганическими соединениями, образование циангидринов.
2. Реакции замещения атома кислорода карбонильной группы; образование оксимов, гидразонов, фенилгидразонов. Механизм реакции. Альдольная конденсация. Роль кислотно-основного катализа. Реакция Манниха, Виттига. Получение ацеталей и кеталей.
3. Реакция с пятихлористым фосфором. Реакция Принса. Восстановление карбонильных соединений; каталитическое, гидридами литийалюминия, натрийбромгидридами, реакция Тищенко. Восстановление по Клемменсену и Кижнеру-Вольфу. Окисление альдегидов и кетонов. Реакции замещения в положение: галогенирование, енолизация, метилирование, по Нефу. Синтез дивинила по Лебедеву и Реппе.
4. Непредельные альдегиды и кетоны. Способы синтеза. Сопряжение карбонильной и алкеновой двойной связи: 1,2-и 1,4-присоединение. Присоединение галогенводородов. Внутримолекулярная реакция Канниццаро. Ацетилацетон.

Вопрос 14: Моносахариды. Стереохимия. Циклические полуацетали альдоз и кетоз. Сложные и простые эфиры моносахаридов. Окисление до альдоновых кислот. Образование озазонов при взаимодействии с фенилгидразином.

Содержание вопроса:

1. Роль в природе. Классификация. Моносахариды, их стереоизомерия: L- и D- ряды.
2. Особые свойства гликозидного гидроксила, мутаротация. Химические свойства моносахаридов. Получение гликозидов, как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов.
3. Окисление альдоз до альдоновых кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование



озазонов при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани-Фишеру и деградация по Волю-Руффу.

Вопрос 15: Основные типы дисахаридов. Олиго- и полисахариды. Крахмал и клетчатка, их роль в природе и промышленное использование. Эфиры клетчатки и искусственные волокна.

Содержание вопроса:

1. Основные типы дисахаридов. Доказательство строения сахарозы и мальтозы. Синтез дисахаридов.
2. Олиго- и полисахариды. Крахмал и клетчатка, их роль в природе и промышленное использование. Эфиры клетчатки как взрывчатые вещества и искусственные волокна.

Вопрос 16: Синтез карбоновых кислот: окисление спиртов и альдегидов; гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот; использование малонового и ацетоуксусного эфиров и реактива Греньяра.

Содержание вопроса:

1. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Номенклатура, изомерия, таутомерия. Методы синтеза: окисление алкенов, первичных спиртов и альдегидов, гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот; синтез на основе металлоорганических соединений; синтезы на основе малонового эфира.
2. Получение муравьиной кислоты и уксусной кислот. Физические свойства. Химические свойства. Строение карбоксильной группы. Влияние заместителей на кислотность. Реакции, сопровождающиеся разрывом О-Н связи: ассоциация, диссоциация получение солей.
3. Галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз по Кольбе, декарбоксилирование по Хунсдиккеру. Восстановление карбоновых кислот и их функциональные производные. Декарбоксилирование карбоновых кислот. Реакции углеродных атомов карбоновых кислот.

Вопрос 17: Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Влияние заместителей на кислотность. Химические свойства карбоновых кислот и их производных (солей, галогенангидридов, ангидридов, амидов).

Содержание вопроса:

1. Галогенангидриды. Получение с помощью галогенидов фосфора, тионилхлорида, бензоилхлорида. Взаимодействие с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения). Восстановление до альдегидов - по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие диазометана с галогенангидридами карбоновых кислот (реакция Арндта-Эйстера).
2. Методы получения: дегидратация кислот с помощью  $P_2O_5$  и фталевого ангидрида; ацилирование солей карбоновых кислот хлорангидридами. Реакции ангидридов кислот с нуклеофилами. Кетен. Получение и свойства.

Вопрос 18: Амиды. Методы получения. Синтез лактамов. Свойства амидов. Перегруппировка оксимов по Бекману. Перегруппировки А. Гофмана, Т. Курциуса, Лоссеня.

Содержание вопроса:

1. Методы получения: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония.
2. Свойства: гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов.
3. Понятие о секстетных перегруппировках.

Вопрос 19: Двухосновные карбоновые кислоты. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Щавелевая и малоновая кислоты. Синтезы с малоновым эфиром.

Содержание вопроса:

1. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.
2. Щавелевая и малоновая кислоты. Синтезы с малоновым эфиром.
3. Двухосновные непредельные кислоты: фумаровая и малеиновая их геометрическая изомерия. Малеиновый ангидрид в диеновом синтезе.
4. Производные угольной кислоты: фосген, эфиры, мочевины. Мочевинно-формальдегидные смолы. Поликарбонаты.

Вопрос 20: Методы получения аминов из алкилгалогенидов, аммиака (Гофман), фталимида калия (Габриэль).

Содержание вопроса:

1. Перегруппировки Гофмана и Курциуса.
2. Восстановительное аминирование карбонильных соединений.

Вопрос 21: Кислотно-основные свойства аминокислот. Химические свойства аминокислот: реакции по амино- и карбоксильной группе. Окисление.

Содержание вопроса:

1. Альдегидо- и кетокислоты. Пировиноградная кислота, как пример.
2. Представление о влиянии растворителя, природы катиона и алкилирующего агента на поведение енолятов ацетоуксусного эфира.

Вопрос 22: Методы получения циклоалканов. Физические свойства. Химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Определение, брутто и общая формулы. Номенклатура, изомерия, классификация. Типы напряжения в алициклах. Методы получения циклоалканов. Физические свойства. Химические свойства.
2. Конформации циклоалканов и влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность. Терпены. Перегруппировки Демьянова, Вагнера-Мейервейна, Наметкина.
3. Перегруппировки Демьянова, Вагнера-Мейервейна, Наметкина.

Вопрос 23: Реакции электрофильного ароматического замещения. Типы электрофильных агентов. Обобщенный механизм электрофильного ароматического замещения.

Содержание вопроса:

1. Типы электрофильных агентов. Обобщенный механизм электрофильного ароматического замещения.
2. Различные профили потенциальной энергии для реакций электрофильного замещения. Связь между структурой и реакционной способностью в данных реакциях (природа электрофила, природа субстрата, влияние заместителей на ориентацию и скорость реакций).
3. Нитрование. Галогенирование. Сульфирование. Алкилирование и ацилирование по Фриделю - Крафтсу. Реакции сочетания с диазосоединениями.

Вопрос 24: Механизм реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентации.

Содержание вопроса:

1. Связь между структурой и реакционной способностью в данных реакциях (природа электрофила, природа субстрата, влияние заместителей на ориентацию и скорость реакций).
2. Нитрование. Галогенирование. Сульфирование. Алкилирование и ацилирование по Фриделю - Крафтсу.
3. Реакции сочетания с диазосоединениями.

Вопрос 25: Получение ароматических углеводородов и их производных. Реакция Вюрца - Фиттига

Содержание вопроса:

1. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Номенклатура и изомерия. Основные типы аренов (бензол и его производные, конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, фенантрен, антрацен, азулен и др.).
2. Получения аренов в лаборатории и промышленности (реакция Вюрца-Фиттига и другие реакции кросс-сочетания, алкилирование бензола и аренов по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов, каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы). Физические свойства.
3. Реакции аренов, ведущие к неароматическим соединениям: гидрирование, галагенирование, озонолиз, окисление. Реакции с участием боковых цепей аренов (галогенирование, нитрование, окисление, дегидрирование).

Вопрос 26: Химические свойства аренов: галогенирование, гидрирование, озонирование. Электрофильное замещение (нитрование, сульфирование, ацилирование). Реакции с участием боковых цепей аренов (галогенирование, нитрование, окисление, дегидрирование).

Содержание вопроса:

1. Нитросоединения. Особенности реакции нитрования. Химические свойства ароматических нитропроизводных.

2. Галогенопроизводные ароматического ряда. Получение и свойства галогенопроизводных с галогеном в ядре и в боковой цепи. Реакции с магнием и литием. Нуклеофильное замещение галогенов в бензольном ядре.

3. Сульфирование бензола, и его гомологов. Сульфокислоты. Нуклеофильное и электрофильное замещение сульфогруппы, ее элиминирование. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: хлорангидридов, амидов, сложных эфиров. Сульфамидные препараты .

Вопрос 27: Фенолы. Методы синтеза. Фенолы как ОН-кислоты (сравнить со спиртами). Свойства фенолов: замещение в ароматическом ядре (формулирование по К. Реймеру, Ф. Тиману). Перегруппировка аллиловых эфиров по Кляйзену.

Содержание вопроса:

1. Способы получения фенолов. Химические свойства. Свойства фенольного гидроксила в сравнении со спиртовым гидроксидом , взаимное влияние гидроксидов и ядра.

2. Реакции с участием ароматического ядра фенолов; нитрование, сульфирование, галогенирование, нитрозирование, С- и О- алкилирование. Перегруппировка Кляйзена. Перегруппировка Фриса (ацилирование). Реакция Кольбе. Реакция Реймера - Тимана (формулирование).

3. Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Азосочетание. 2,4,6-триалкилфенолы и устойчивые свободные радикалы из них. Антиоксиданты .

4. Двух- и трехатомные фенолы; пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, их свойства. Бисфенолы.

Вопрос 28: Ароматические альдегиды. Способы получения. Химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Способы получения ароматических альдегидов Химические свойства. Аутоокисление. Гомолитическое окисление.

2. Реакции Канницаро и Перкина, бензойная конденсация. Реакции, характерные для альдегидной группы. Реакции замещения в ароматическое ядро. Жирно-ароматические кетоны; их синтез и химические особенности.

3. Оксимы жирно-ароматических кетонов, их стереохимия, перегруппировка Бекмана. Дикетоны-дипбензоил и бензоиловая перегруппировка. Реакции электрофильного замещения в ядре.

Вопрос 29: Ароматические кетоны. Способы получения. Химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Реакции Канницаро и Перкина, бензойная конденсация. Реакции, характерные для альдегидной группы. Реакции замещения в ароматическое ядро. Жирно-ароматические кетоны; их синтез и химические особенности.

2. Оксимы жирно-ароматических кетонов, их стереохимия, перегруппировка Бекмана. Дикетоны-дипбензоил и бензоиловая перегруппировка. Реакции электрофильного замещения в ядре.

Вопрос 30: Ароматические карбоновые кислоты. Способы получения. Химические свойства.

Содержание вопроса:

1. Общие методы синтеза. Химические свойства. Надбензойная кислота как окислитель.
2. Перекиси как инициаторы полимеризации. Фталетовая и терефталетовая кислоты, их производные (фталетовый ангидрид, фталемид и его использование в синтезе Габриэля, фталид).
3. Полиэфирные волокна. Конденсация фталетового ангидрида с фенолами.

Вопрос 31: Ароматические амины как основания. Влияние заместителей в ароматическом ядре на их основность. Реакции алкилирования и ацилирования. Взаимодействие с азотистой кислотой.

Содержание вопроса:

1. Типы ароматических аминов. Взаимное влияние аминогруппы и ядра. Влияние природы и положения заместителей в ароматическом ядре на основность ароматических аминов. Способы синтеза.
2. Восстановление нитросоединений в ароматические амины (кислая, нейтральная и щелочная среда). Перегруппировки промежуточных продуктов восстановления до ароматических аминов (перегруппировка гидроксиламинов). Физические свойства. Химические свойства.
3. Реакции с участием аминогруппы: алкилирование, ацилирование, окисление, получение азометинов, изонитрилов. Реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование и нитрование). Защита аминогруппы.
4. Получение и свойства вторичных и третичных ароматических аминов, взаимодействие с  $\text{HNO}_2$ .

Вопрос 32: Ароматические диазосоединения. Реакции диазосоединений с выделением азота. Восстановление до арилгидразинов. Реакции азосочетания.

Содержание вопроса:

1. Реакция диазотирования, условия ее проведения в зависимости от строения аминов. Таутомерия диазосоединений.
2. Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на водород, гидроксил, галогены, циан- и нитрогруппу. Образование производных дифенила.
3. Реакции диазосоединений без выделения азота; восстановление, образование триазенов. Диазо- и азосоставляющие, условия азосочетания.
4. Азокрасители. Связь между окраской и строением.

Вопрос 33: Концепция ароматичности. Строение бензола и конденсированных ароматических углеводородов. Пиррол, тиофен, фуран, пиридин в реакциях электрофильного замещения.

Содержание вопроса:

1. Классификация гетероциклов. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Номенклатура гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом фуран, тиофен, пиррол.

2. Важнейшие методы синтеза, синтез 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр), взаимные переходы (реакция Юрьева). Химические свойства. Кислотные и основные свойства. 3. Реакции гидрирования и окисления. Фуран и пиррол в диеновом синтезе.

4. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, формилирование, азосочетание. Ориентация электрофильного замещения. Конденсация пиррола с формальдегидом.

Вопрос 34: Шестичленные гетероциклы. Пиридин и хинолин как основания. Реакции электрофильного замещения.

Содержание вопроса:

1. Синтез простейших производных пиридина, их нахождение в природе. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, свойства атома азота.
2. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, с бором. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению.
3. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование).
4. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

Вопрос 35: Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты - рибонуклеиновые кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Состав РНК и ДНК. Первичная, вторичная и третичная структуры нуклеиновых кислот. Биологические функции РНК и ДНК.

Содержание вопроса:

1. Пиримидиновые и пуриновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Нуклеиновые кислоты - рибонуклеиновые кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). Состав РНК и ДНК.
2. Первичная, вторичная и третичная структуры нуклеиновых кислот. Биологические функции РНК и ДНК.

Государственная итоговая аттестация проводится в соответствии с графиком работы государственной экзаменационной комиссии, не позднее 30 июня.

Основной формой деятельности комиссий являются заседания. Решения комиссий принимаются простым большинством голосов от числа лиц, входящих в состав комиссии и участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель комиссии обладает правом решающего голоса.

Результаты каждого аттестационного испытания определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означает успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Исходя из перечисленных выше основных показателей выставляется:

Оценка «отлично» может быть выставлена, если студент ответил на все вопросы, а содержание ответов на каждый из них свидетельствует об уверенных и разносторонних знаниях, свободном владении профессиональной терминологией, понимает ее смысл, ответы соответствуют формулировкам проблем и программам итоговой государственной аттестации.

Оценка «хорошо» - студент ответил на 3 вопроса, содержание ответов свидетельствует о достаточных и уверенных знаниях, свободно владеет и оперирует терминами, ответ на четвертый вопрос характеризуется тем, что имеет представление, однако, аргументировано обосновать его не может.

Оценка «удовлетворительно» - студент отвечает на три вопроса: один из них имеет полное решение, второй и третий - студент имеет представление, однако, аргументировать и обосновать затрудняется, четвертый – не имеет ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при несоответствии ни одному из перечисленных показателей.

### **Особенности проведения государственной итоговой аттестации для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для обучающихся из числа инвалидов государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента, оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами государственной комиссии);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывание в указанных помещениях.

По письменному заявлению продолжительность государственного аттестационного испытания может быть увеличена:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите выпускной квалификационной работы - не более чем на 15 минут.

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

А) для слепых:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

Б) для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств имеющихся у обучающихся;

В) для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме;

Г) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.



**Список учебной и научной литературы для подготовки к государственному экзамену.**

1. Росин И.В., Томина Л.Д. Общая и неорганическая химия в 3-х томах. 2016г.
2. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. 2010г.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш.шк., 1988. 639 с.
4. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Издво Моск. унта, 1991, 1994. Ч. 1,2.
5. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1 3.
6. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: Высш. хим. колледж РАН, 1997. 140 с.
7. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия, 1972 1973. Т.1,2. 656 с., 688 с.
8. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. 3е изд. М.: Химия, 1994. 588 с.
9. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1997. 526 с.
10. Александрова Э.А. Аналитическая химия в 2-х книгах. 2016г.
11. Основы аналитической химии: В 2 кн./Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш.шк., 1996. Кн.1. 383 с.; Кн.2. 461 с.
12. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высш. шк., 1989. Ч. 1. 320 с.; Ч. 2. 384 с.
13. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1987. 261 с.
14. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии: В 2 т. М.: Мир, 1979. Т. 1-2.
15. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978. 557 с.
16. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989. 608 с.
17. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997. 424 с.
18. Кучук В.А. Физическая и коллоидная химия. 2014
19. Полтораки О. М. Термодинамика в физической химии. М.: Высш. шк., 1991.
20. Герасимов Я. И. и др. Курс физической химии: В 2 т. М.: Химия. 1969. Т.1-2.
21. Дамаскин Б. Б., Петрий О.А. Электрохимия: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1987. 296 с.
22. Еремин Е. Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1976. 374 с.
23. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики: Учеб. М.: Высш. шк., 1984. 463 с.
24. Эткинс П. Физическая химия: В 2 т. М.: Мир, 1980. Т.1, 2.
25. Бенсон С. Основы химической кинетики. М.: Мир, 1964. 603 с.

- 26.Кондратьев В.Н., Никитин Е.Е. Кинетика и механизмы газовых реакций. М.: Наука, 1974. 558 с.
- 27.Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и допол. М.: Высш. шк., 1982. 456 с.
- 28.Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику: Учеб.пос. М.: Высш.шк.,1983. 400 с.
- 29.Физическая химия / по ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 1995, т. 1, 2, 831 с.
- 30.Милешина А. М. Курс квантовой механики для химиков: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1980, 215 с.
- 31.Флари Р. Квантовая химия. М.: Мир, 1985, 472 с.
- 32.Краснов К. С. Молекулы и химическая связь: Учебное пособие. 2-е изд.М.: Высшая школа, 1984, 275 с.
- 33.Щкин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Курс коллоидной химии. М.: Изд-во МГУ, 1982, гл. 4, с. 112-137.
- 34.Березин Б.Д. Органическая химия в 2-х томах. Том 1. Учебник для академического бакалавриата 2016
- 35.Реутов О.А. Органическая химия в 4-х частях. 2015
- 36.Юровская А.И. Основы органической химии. 2017
- 37.Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1990.
- 38.Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия. 1994. Т.1,2.
- 39.Терней А. Современная органическая химия. Т. 1,2. М., "Мир" 1981.
- 40.Робертс Дж., Кассерио М. Основы органической химии. Т.1,2. М. "Мир", 1978.
- 41.Оганикум. Т. 1,2. М. "Мир", 1992.
- 42.Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М., "Мир", 1974.
- 43.Несмеянов А.Н., Несмеянов А.Н. Начала органической химии. Т. 1,2, М., "Мир", 1974.

### **3. ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА – РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВКР, ТРЕБОВАНИЯ К ВКР, ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗАЩИТЫ ВКР, ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ВКР**

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся (несколькими обучающимися совместно) работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности. Она представляет собой самостоятельное научное исследование, содержащее анализ и систематизацию научных источников по избранной теме. В работе должно проявиться знание автором основных химических и физико-химических методов исследования, умение систематизировать и анализировать полученные данные и т.д.

3.1. Требования к содержанию, объёму и структуре ВКР (указываются в соответствии с методическими рекомендациями по направлениям подготовки 04.03.01 - Химия.

Выпускная квалификационная работа представляет собой законченную исследовательскую экспериментальную (расчетную или теоретическую) разработку, которая отражает умение выпускника анализировать научную литературу по разрабатываемой теме, планировать и проводить экспериментальную (содержательную) часть работы, обсуждать полученные результаты и делать обоснованные выводы. Выпускная работа, представляемая в форме рукописи, завершает обучение и отражает возможность самостоятельно решать поставленную научную проблему.

Тема выпускной работы определяется научным руководителем в соответствии с разрабатываемой научной тематикой кафедры (или научной тематикой другого учреждения) и утверждается заведующим выпускающей кафедрой.

В соответствии с перечнем специализаций, утвержденным учебно-методическим советом по химии учебно-методического совета по классическому университетскому образованию и зарегистрированному в министерстве образования и науки Российской Федерации.

Требования к оформлению квалификационной работы.

Примерная структура квалификационной работы включает:

титульный лист

оглавление

введение

литературный обзор

экспериментальная часть

обсуждение полученных результатов

выводы

список использованной литературы

приложение

Объем квалификационной работы (без приложений) не должен, как правило, превышать 50 страниц. Работа должна содержать достаточное для восприятия результатов количество иллюстративного материала в виде рисунков, графиков и таблиц.

Текст работы печатается на листах формата А4. Поля на листах: слева - не менее 35мм, с других сторон - не менее 20 мм. Рекомендуется использовать шрифт Times New Roman размером 12, интервал не менее 1,5. Нумерация страниц проводится в соответствии с принятой в научных журналах.

Титульный лист выпускных работ оформляется единообразно в соответствии с принятыми образцами (полное наименование учебного заведения и выпускающей кафедры, название работы, Ф.И.О. автора, Ф.И.О., должность и ученая степень научного руководителя). Научный руководитель расписывается на титульном листе.

Таблицы и рисунки в тексте даются в сплошной нумерации. Таблицы и рисунки размещаются внутри текста работы на листах, следующих за страницей, где в тексте впервые дается ссылка на них. Все рисунки и таблицы должны иметь названия (заголовки)! Использованные на рисунках условные обозначения должны быть пояснены в подрисуночных подписях. Заимствованные из работ других авторов рисунки и таблицы должны содержать после названия (заголовка) ссылку на источник этой информации.

Ссылки на литературу в тексте даются в порядке цитирования по фамилии первого автора (либо двух авторов). Ссылки на коллективные монографии, справочники, сборники работ даются по первым одному или двум словам названия. Список литературы составляется по порядку цитирования литературы. В списке литературы библиографическое описание формируется следующим образом: Ф.И.О. автора (если авторов несколько - то всех авторов); название статьи (приводится название журнала или сборника; год, том, номер, страницы); для книг указывается издательство, место и год издания.

В приложения могут быть вынесены те материалы, которые не являются необходимыми при написании собственно работы: калибровочные графики, промежуточные таблицы обработки данных, тексты разработанных компьютерных программ и т.п.

Работа подписывается автором на последней странице текстовой части - после выводов.

3.2. Допустимая доля заимствований (60%).

3.3. Методические рекомендации по подготовке ВКР.

3.4. Критерии оценивания результатов защиты ВКР. Для определения качества ответа выпускника на защите ВКР и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно» предлагаются следующие основные показатели:

Оценка «отлично» может быть выставлена, если выпускная квалификационная работа представляет собой законченную исследовательскую экспериментальную (расчетную или теоретическую) разработку, а выпускник показывает умение анализировать научную литературу по разрабатываемой теме, планировать и проводить экспериментальную (содержательную) часть работы, обсуждать полученные результаты и делать обоснованные выводы; содержание доклада и ответов на вопросы говорит об уверенных и разносторонних знаниях, свободном владении профессиональной терминологией.

Оценка «хорошо» - выпускная квалификационная работа представляет собой законченную исследовательскую экспериментальную (расчетную или теоретическую) разработку, содержание доклада и ответов на вопросы свидетельствуют о достаточных и уверенных знаниях, выпускник свободно владеет и оперирует терминами, однако аргументировано обосновать ответы на некоторые дополнительные вопросы затрудняется.

Оценка «удовлетворительно» - выпускная квалификационная работа представляет собой законченную исследовательскую разработку, работа и содержание доклада соответствуют требованиям, однако ответить на дополнительные вопросы, аргументировать и обосновать ответы на вопросы по работе выпускник затрудняется.

Оценка «неудовлетворительно» - выпускная квалификационная работа и содержание доклада не соответствуют требованиям, ответить на дополнительные вопросы, аргументировать и обосновать ответы на вопросы по работе выпускник затрудняется.

Проведение защиты выпускных квалификационных работ.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса высшего учебного заведения, и представляет заключительный этап аттестации выпускников на соответствие требованиям ФГОС.

Защита квалификационных работ проводится на открытых заседаниях ГАК с участием не менее 2/3 членов от полного списочного состава комиссии, утвержденного руководством ВУЗа.

Секретарь ГАК представляет выпускника, отмечает своевременность представления квалификационной работы, наличие подписанного отзыва руководителя. Далее слово предоставляется выпускнику для сообщения. Иллюстративный материал, используемый докладчиком, устанавливается учебным заведением по согласованию с ГАК.

После доклада (10 - 15 минут, определяемые регламентом работы ГАК) выпускнику могут быть заданы вопросы всеми присутствующими на заседании.

Руководитель выступает с отзывом, в котором оценивается уровень соответствия подготовленности выпускника требованиям ФГОС, проверяемым при защите выпускной работы. Затем выпускнику предоставляется возможность ответить на высказанные ими замечания или вопросы.

Члены ГАК, основываясь на докладе студента и представленном иллюстративном материале, ознакомившись с рукописью квалификационной работы, заслушав отзыв руководителя и ответы студента на вопросы и замечания, дают предварительную оценку квалификационной работы по 5-ти бальной системе и устанавливают соответствие уровня подготовленности выпускника требованиям ФГОС.

Окончательное решение по оценке квалификационной работы и установлению уровня соответствия профессиональной подготовки выпускника требованиям ФГОС, проверяемым при защите, комиссия обсуждает на закрытом заседании.

(по решению аттестационной комиссии, обсуждение может проходить в присутствии руководителей квалификационных работ). Результаты определяются открытым голосованием членов ГЭК и заносятся в соответствующий протокол. Положительное решение ГЭК является основанием для присвоения выпускнику квалификация «химик» и выдачи ему соответствующего диплома о высшем образовании.

Результаты объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседания ГЭК.

### 3.5.. Примерная тематика ВКР.

1. Электрохимические исследования хлоридных расплавов содержащих ионы редкоземельных металлов
2. Физико-химический анализ 2-х, 3-хкомпонентных систем
3. Фазовые равновесия в четырехкомпонентной взаимной системе Na, K, Pb//Cl, WO<sub>4</sub>.
4. Золь-гель метод синтеза сложных оксидов неодима и железа.

Программа разработана в 2023 г., одобрена на заседании ученого совета \_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.