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

Институт химии и биологии

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИХ и Б _____ Хараев А.М.

«21» ____12____ 2017 г.

ПРОГРАММА

государственной итоговой аттестации

по направлению подготовки

04.03.01

Неорганическая химия и химия координационных соединений

Квалификация

_____бакалавр _____

Форма обучения

_____очная_____

Заведующий кафедрой (выпускающей)_____ Х.Б. Кушхов

Руководитель образовательной программы_____ Х.Б. Кушхов

Нальчик-2017

Общие положения

Государственным образовательным стандартом по направлению 04.03.01 Неорганическая химия и химия координационных соединений, предусмотрена государственная аттестация выпускников в виде:

а) защиты выпускной квалификационной работы (образовательный вид аттестации)

б) государственного экзамена (по решению Ученого Совета учебного заведения).

2. Определение содержания государственных испытаний

Виды профессиональной деятельности выпускников.

В области профессиональной деятельности дипломированный специалист направлению 04.03.01 Неорганическая химия и химия координационных соединений подготовлен к решению следующих задач:

- синтез химических соединений на основе стандартных методик, создание и разработка новых перспективных материалов и химических технологий;
- исследование состава, строения и свойств веществ и химических процессов, закономерности протекания химических процессов;
- решение фундаментальных и прикладных задач в области химии и химической технологии.

2.2. Квалификационные требования, вытекающие из указанных выше видов профессиональных задач:

1) Знание методов сбора и анализа литературных данных по порученной руководителям тематике научных исследований (работа с периодическими изданиями, монографиями, информационными базами данных, новыми информационными технологиями). Умение формулировать задачи работы на основе анализа литературы.

2) Владение методами синтеза неорганических, органических и природных (биоорганических соединений) на основе полученных фундаментальных знаний в области теории и приобретенных экспериментальных навыков.

3) Владение теоретическими основами и практическими навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании.

4) Умение анализировать состав и свойства полученных веществ с целью доказательства выполнения поставленной задачи.

5) Знание принципов обработки полученных в исследовании результатов, представление их в информационном виде, умение давать рекомендации на основании проведенных исследований.

6) Умение докладывать полученные научные результаты и участвовать в дискуссиях при их обсуждении.

7) Понимание принципов и практическое умение представлять результаты в виде тезисов и научных публикаций.

2.3. Соответствие профессиональных функций и требований к профессиональной подготовки выпускника.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ ДИПЛОМИРОВАННОГО СПЕЦИАЛИСТА	ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ						
	1	2	3	4	5	6*	7**
Дипломированный специалист должен иметь представление: о математическом моделировании					+		
способах хранения, обработки и представления информации	+					+	+
Физических, химических и биологических методах исследования		+	+	+			
Современных достижениях естественных наук			+	+			
Экологических принципах рационального природопользования		+	+				

Знать и уметь использовать теоретические знания и практические навыки в области федерального компонента фундаментальных дисциплин цикла ОПД Неорганическая химия	+	+	+	+	+	+	
Аналитическая химия	+	+	+	+	+	+	
Органическая химия	+	+	+	+	+	+	
Физическая химия	+	+	+	+	+	+	
Высокомолекулярные соединения	+	+	+	+	+	+	
Химическая технология	+	+	+	+	+	+	
Квантовая механика и квантовая химия	+			+	+	+	
Строение вещества	+			+	+		
Кристаллохимия	+		+	+	+	+	
Коллоидная химия	+		+	+	+	+	
Техногенные системы и экологический риск	+		+	+	+	+	
Физические методы исследования			+				
Знать и уметь использовать теоретические знания и практические навыки в области выбранной специализации, представлять полученные в квалификационной работе результаты с экспериментальной темой квалификационной работы	+	+	+	+	+	+	+
с теоретической (расчетной) темой квалификационной работы	+			+	+	+	+

* Требование вырабатывается при выполнении курсовых работ, участии в студенческих научных конференциях и конкурсах

** Требование в основном рассматривается как приобретение представлений о подготовке научных публикаций в ходе выполнения квалификационной работы.

2.4. Профессиональные функции и соответствующие виды итоговой государственной аттестации

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ	**ВИДЫ АТТЕСТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ**	
	Гос. экзамен	***Защита ВКР***
Знание методов сбора и анализа литературных данных по порученной руководителем тематике научных исследований (работа с периодическими изданиями, монографиями, информационными базами данных, новыми информационными технологиями). Умение формулировать задачи работы на основе анализа литературы.		+
Владение методами синтеза неорганических, органических и природных (биоорганических соединений) на основе полученных фундаментальных знаний в области теории и приобретенных экспериментальных навыков.	+	+
Владение теоретическими основами и практическими навыками работы на экспериментальных установках, учебном и научном лабораторном оборудовании.	+	+
Умение анализировать состав и свойства полученных веществ с целью доказательства выполнения поставленной задачи.	+	+

Знание принципов обработки полученных в исследовании результатов, представление их в информационном виде, умение давать рекомендации на основании проведенных исследований.		+
Умение докладывать полученные научные результаты и участвовать в дискуссиях при их обсуждениях.		+
Понимание принципов и практическое умение представлять результаты в виде тезисов и научных публикаций.		+

3. Требования к проведению государственного экзамена

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению 04.03.01 Неорганическая химия и химия координационных соединений государственный экзамен по химии не является обязательной нормой проведения итоговой государственной аттестации выпускника и решение о проведении экзамена принимается Ученым Советом учебного заведения.

3.1. Основные задачи государственного квалификационного экзамена

- оценка уровня освоения учебных дисциплин, определяющих профессиональную подготовку выпускника
- выявление соответствия подготовки выпускников квалификационным требованиям, представленным в разделе 2.2.

3.2. Программа государственного экзамена составляется как программа дисциплинарного экзамена на основе программ дисциплин федерального компонента цикла ОПД или полидисциплинарного экзамена на основе программ дисциплин цикла ДС. Программа разрабатывается методической комиссией факультета, ведущего подготовку выпускников по направлению 04.03.01 Неорганическая химия и химия координационных соединений, согласуется с председателем ГЭК (учебное заведение может создавать единую ГАК для приема государственного экзамена и защиты дипломных работ) и утверждается деканом факультета. Экзаменационные билеты должны отражать соответствие подготовки выпускников требованиям ФГОС, выносимым на государственный экзамен.

3.3. Государственный квалификационный экзамен проводится по окончании 9 семестра. Расписание экзаменов составляется учебной частью факультета по согласованию с кафедрами и утверждается деканом факультета. Перед государственным экзаменом проводится цикл консультаций, на подготовку к экзаменам отводится не менее 7-10 дней. Во время экзамена студенты могут пользоваться учебными программами, справочной литературой, а также с разрешения ГЭК и другими пособиями.

Время, отводимое на подготовку студента к ответу на поставленные в экзаменационном билете вопросы, должно составлять не менее 1 часа. Продолжительность опроса студента, в котором участвуют не менее двух членов ГЭК, не должна превышать 45 минут. Продолжительность заседания (работы) государственной аттестационной комиссии не должна превышать 6 часов в день.

3.4. Члены ГЭК персонально принимают два решения: об общей оценке государственного экзамена и о соответствии подготовки выпускников требованиям ФГОС. При этом по пятибальной системе ("отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно") оценивается каждый вопрос экзаменационного билета. Несоответствие требованиям ФГОС устанавливается в случае оценки "неудовлетворительно" какого-либо из вопросов билета. После окончания экзамена на каждого студента членами ГЭК, принимавшими экзамен, заполняется оценочный лист сдачи государственного экзамена с предложениями по оценке государственного задания

(билета) и степени соответствия подготовленности выпускника требованиям ФГОС. Окончательное решение по оценкам и соответствию уровня знаний выпускника требованиям ФГОС определяется открытым голосованием присутствующих на экзамене членов ГЭК, а при равенстве голосов решение остается за председателем ГЭК. Результаты обсуждения заносятся в протокол. Решение считается действительным, если на заседании присутствовало не менее 2/3 членов ГЭК. Результаты сдачи государственного экзамена объявляются в день его проведения.

4. Требования к выпускной квалификационной работе

4.1.Выпускная квалификационная работа дипломированного специалиста 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 дипломированного специалиста и отражает возможность самостоятельно решать поставленную научную проблему.

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

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, подготовка специалистов ведется по 35 специализациям.

4.2. 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.

4.3. Ппроведение защиты выпускных квалификационных работ.

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

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

Секретарь ГЭК представляет выпускника, отмечает своевременность представления дипломной работы, наличие подписанных отзывов руководителя и рецензента. Далее слово предоставляется выпускнику для сообщения. Иллюстративный материал, используемый докладчиком, устанавливается учебным заведением по согласованию с ГЭК.

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

Руководитель и рецензент выступают с отзывами, в которых оценивается дипломная работа и уровень соответствия подготовленности выпускника требованиям ФГОС, проверяемым при защите выпускной работы. Затем выпускнику предоставляется возможность ответить на высказанные ими замечания или вопросы

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

Окончательное решение по оценке дипломной работы и установлению уровня соответствия профессиональной подготовки выпускника требованиям ФГОС, проверяемым при защите, ГЭК обсуждает на закрытом заседании (по решению ГЭК обсуждение может проходить в присутствии руководителей и рецензентов дипломных 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 химическом образовании.

В случае если итоговая аттестация выпускников предусматривает сдачу государственного экзамена, результаты сдачи государственного экзамена учитываются ГЭК при принятии решения о присвоении выпускнику учебного заведения квалификации «химик» и выдачи ему соответствующего диплома о высшем химическом образовании.

ПРОГРАММА
итогового междисциплинарного экзамена

Структура программы:

ОУМ 1. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
ОУМ 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
ОУМ 3. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
ОУМ 4. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОУМ 1. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОУМ 1.1. *Химия элементов главных подгрупп*

Химические свойства конкретного элемента или группы элементов предлагается обсуждать по единому плану.

1. Положение в периодической системе, распространенность и формы нахождения в природе. Специфика элемента и его соединений.
2. Электронная оболочка атома, потенциалы ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, характерные степени окисления.
3. Простые вещества: формы существовании и физические свойства, характер и энергия связи, фазовые превращения, реакционная способность.
4. Взаимодействие с элементами, рассмотренными ранее: условия протекания реакций, их термодинамические и кинетические характеристики.
5. Продукты. Электронное строение и пространственная структура получаемых соединений, их кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, реакционная способность.
6. Взаимодействие простых веществ и соединений с водой и их состояние в водных растворах. Характерные кислотно-основные и окислительно-восстановительные превращения в растворах.
7. Комплексные соединения.

ОУМ 1.1.1. ***Водород***

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

ОУМ 1.1.2. **Кислород**

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.

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.

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.

ОУМ 1.1.3. **Элементы VII группы. Галогены**

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов,

потенциалы ионизации, сродство к электрону. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, характеристики молекул $Ha1_2$.

Соединения с водородом. Энергетические характеристики, характер связи и электронное строение молекул HHa1. Методы получения и физические свойства галогеноводородов. Кислотные и окислительно-восстановительные свойства, реакционная способность. Галогенидные ионы и их состояние в водных растворах. Галогениды металлов.

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

Соединения галогенов друг с другом. Химические свойства и методы получения. Взаимодействие с водой.

Окислительно-восстановительные реакции галогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

ОУМ 1.1.4. **Элементы VI группы. Халькогены**

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Валентные возможности атомов и характерные степени окисления. Простые вещества, цепочечные структуры, характеристики молекул X_2.

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.

Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов: строение молекул, характер связи, энергетика. Получение и химические свойства оксидов XO_2 и XO_3. Кислоты H_2XO_3 и H_2XO_4: строение молекул, химические свойства, методы получения. Особенности селеновой и теллуровой кислот. Оксокислоты серы: причины их многообразия, классификация, строение и химические свойства.

Галогениды. Формы существования и строение молекул. Методы получения и химические свойства. Взаимодействие галогенидов с водой. Оксогалогениды.

Окислительно-восстановительные реакции халькогенов и их соединений в водных растворах. Взаимодействие простых веществ с водой, кислыми и щелочными растворами. Окислительно-восстановительные свойства соединений.

ОУМ 1.1.5. **Элементы V группы**

Общая характеристика группы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, аллотропия. Особенности азота. Соединения с водородом. Характер связи, энергетические характеристики и строение молекул XH_3. Методы получения и основные свойства соединений XH_3. Соли аммония и фосфония. Аммиакаты. Амиды, имиды, нитриды. Фосфиды. Соединения X_2H_4, их строение и свойства. Гидроксиламин. Азотистоводородная кислота и азиды.

Оксиды и оксокислоты. Общая характеристика оксидов. Оксиды азота. Формы существования, строение и энергетика молекул. Методы получения оксидов азота. Оксокислоты азота - азотноватистая, азотистая и азотная кислоты, их строение, свойства и методы получения, нитриты и нитраты. Термическое разложение нитратов. Оксиды фосфора и других элементов группы: X_4O_6 и X_4O_{10}, их получение, строение и свойства. Особенности взаимодействия P_4O_6 и P_4O_{10} с водой. Оксокислоты фосфора и его аналогов.

Строение и свойства кислот фосфора.

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.

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

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.

ОУМ 1.1.6. **Элементы IV группы**

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

Неорганическая химия углерода. Алмаз, графит, карбины, фуллерены. Соединения графита. Метан и углеводороды. Карбиды металлов. Оксиды углерода, энергетика, строение молекул и свойства. Оксокислоты углерода. Карбонаты. Галогениды и оксогалогениды углерода. Сероуглерод и другие соединения с серой. Соединения с азотом: циан, дициан, синильная кислота. Циановая и изоциановая кислоты. Тиоциановаи кислота.

Соединения элементов подгруппы кремния с водородом. Характер связи, знергетика и строение молекул XH_4. Методы получения и химические свойства. Силициды. Кремнийорганические соединения.

Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов XO и XO_2. Кварц и его модификации. Изменение свойств оксидов XO и XO_2 в ряду Si – Pb. Кремниевые кислоты и силикаты. Оксо- и гидроксоионы аналогов кремния. Соли олова и свинца, их растворимость и гидролиз.

Галогениды. Общая характеристика, форма и строение молекул. Ди- и тетрагалогениды, их устойчивость, методы получения и химические свойства. Взаимодействие с водой. Оксогалогениды.

Халькогениды. Формы и строение. Получение и химические свойства. Тиокислоты германия и олова.

Соединения с азотом и фосфором.

Комплексные соединения. Гексафторкремниевая кислота. Молекулярные комплексы (аддукты) тетрафторида кремния. Галогено-комплексы кремния и его аналогов.

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

ОУМ 1.1.7. **Элементы III группы**

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

Соединения с водородом. Боран и диборан. Формы и строение молекул. Трехцентровые электронно-дефицитные связи в молекулах боранов. Гидриды алюминия и его аналогов. Взаимодейетвие с водой.

Оксиды и гидроксопроизводные. Общая характеристика оксидов. Формы существовании и свойсгва. Корунд, его окрашенные формы. Стеклование B_2O_3. Кислоты бора. Мета-, тетра-, ортобораты. Гидратные формы оксидов алюминия и его аналогов. Амфотерность гидроксоформ. Алюминаты. Оксиды и гидроксиды таллия. Устойчивость T1(I).

Галогениды. Общая характеристика, формы существовании и строение молекул. Димеризации тригалогенидов. Моногалогениды. Методы получения галагенидов, характерные свойства. Гидролиз галогенидов.

Халькогениды. Формы существования и строение. Гидролиз халькогенидов.

Соединения $A^{III}B^{V}$. Полупроводниковые свойства. Особенности строения. Химические свойства.

Комплексные соединения. Гидридные и галогенокомплексы. Гидроксокомплексы. Аддукты.

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

ОУМ 1.1.7. **s-Элементы I и II групп**

Общая характеристика s-элементов. Щелочные и щелочноземельные металлы. Строение электронных оболочек атомов, потенциалы ионизации, сродство к электрону. Простые вещества, восстановительные свойства. Взаимодействие с водой.

Водородные соединения элементов I и II групп. Ионные гидриды. Роль щелочных и щелочноземельных металлов в стабилизации иона H-. Взаимодействие ионных гидридов с водой.

Оксиды щелочных металлов, формы, устойчивость, химические свойства оксидов. Пероксиды, супероксиды, озониды щелочных металлов. Оксиды и пероксиды щелочноземельных металлов. Получение кислорода через пероксид бария.

Гидроксиды щелочных и щелочноземельных металлов. Щелочи. Особенности гидроксида бериллия. Диагональное сходство Be и Al.

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.

ОУМ 1.1.8. **Химия благородных газов**

Особенности строения электронных оболочек атомов, их валентные возможности.

Фториды ксенона, пути их получения и химические свойства. Природа химических связей в соединениях благородных газов. Гипервалентные связи.

Взаимодействие фторидов ксенона с водой и щелочами. Оксофториды, оксиды и оксокислоты ксенона.

Химические соединения других благородных газов.

ОУМ 1.1.9. **Особенности химии элементов главных подгрупп**

Типические элементы II периода. Строение электронных оболочек атомов, валентные и координационные возможности. - и -Связи. Оксиды азота и углерода и их отличие от оксидов фосфора и кремния. Особенности гидридов II периода. Водородная связь. Диагональное сходство кислорода и хлора, бора и кремния, бериллия и алюминия.

Вторичная периодичность. Основные проявления и причины возникновения. Особенности химии элементов IV периода. Эффект инертной пары. Основные проявления эффекта и его влияние на свойства элементов VI периода.

ОУМ 1.2. *Введение в координационную химию*

Основы координационной теории Вернера и современные представления о строении комплексных соединений

Экспериментальные основы координационной теории. Типы лигандов, дентатность. Хелаты. Изомерия комплексных соединений. Номенклатура комплексных соединений.

Описание электронного строения комплексных соединений. Использование метода ВС. Понятие о теории поля лигандов, приближения, лежащие в ее основе. Расщепление

энергии d-электронов в полях различной симметрии: октаэдрическом, тетраэдрическом, тетрагональном, квадратном. Приложение метода МО для описания комплексных соединений.

Энергия стабилизации полем лигандов. Спектрохимический ряд лигандов. Комплексы слабого и сильного полей, их электронные конфигурации и магнитные свойства. Природа связей металл - лигауд. Проявления ковалентности. Координационное число и структура комплексных соединений с позиций теории поля лигандов.

ОУМ 1.2.1. **Реакции комплексных соединений**

Реакции замещения лигандов, их механизмы. Инертные и лабильные комплексы. Влияние энергии стабилизации полем лигандов на кинетику реакций замещения лигандов.

Взаимное влияние лигандов. Реакции образования цис- и транс-изомеров $Pt(NH_3)_2Cl_2$. Эффект транс-влияния. Статическая и динамическая теории транс-влияния.

Кислотно-основные свойства комплексных соединений: роль заряда комплекса, степени окисления центрального иона и других факторов.

Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений. Стабилизация высших и низших состояний окисления переходных металлов лигандами различных типов.

Металлокомплексный катализ. Ключевые реакции: окислительное присоединений и восстановительное элиминирование, бета-перенос атомов водорода.

ОУМ 1.3. *Химия переходных элементов*

ОУМ 1.3.1. **Общая характеристика переходных элементов**

Особенности строения атомов d- и f-элементов. Орбитальные радиусы, энергии ионизации, сродство к электрону. Многообразие степеней окисления. Отличия от элементов главных подгрупп. Высокие степени окисления и молекулярные соединения. Низкие степени окисления и соединения переменного состава. Металлическое состояние простых веществ.

Сходство и различия элементов первого, второго и третьего переходных рядов. Лантаноидное сжатие. Повышенное сходство элементов – электронных аналогов второго и третьего рядов.

Содержание в природе. Получение металлов из руд. Металлургия черных и цветных металлов. Методы очистки металлов: зонная плавка, йодидное рафинирование.

ОУМ 1.3.2. **Скандий, титан, ванадий и их аналоги**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях.

Простые вещества: физические и химические свойства. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: гидриды, оксиды, галогениды, халькогениды. Кластерные соединения.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Аква- и оксокатионы, оксо- и гидроксоанионы.

ОУМ 1.3.3. **Подгруппа хрома**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Наиболее характерные степени окисления: Cr(III), Mo(VI), W(VI).

Простые вещества: физические и химические свойства. Причины тугоплавкости молибдена и вольфрама. Применение в специальных сплавах. Хромирование металлов.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Зависимость свойств от степени окисления. Термическое диспропорционирование низших галогенидов. Кластерные соединения.

Биядерные и полиядерные соединения. Хромовая кислота, хроматы и дихроматы.

Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама и их производные.

Комплексные соединения. Аква- и гидроксокомплексы. Многообразие комплексов хрома (III).

ОУМ 1.3.4. **Подгруппа марганца**

Общая характеристика элементов. Строение атомов. Многообразие степеней окисления. Ядерный синтез технеция. Простые вещества: физические и химические свойства. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Кластерные соединения рения.

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

ОУМ 1.3.5. **Железо, кобальт, никель**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Понижение высших и характерных степеней окисления по сравнению с подгруппой марганца.

Простые вещества: физические и химические свойства. Роль железа и его сплавов в истории цивилизации. Современные применения металлов триады железа и сплавов на их основе.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Гидролиз солей железа.

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.

ОУМ 1.3.6. **Платиновые металлы**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Процессы аффинажа.

Простые вещества. Причины высокой плотности и тугоплавкости. Химическая инертность. Перевод в раствор благородных металлов.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Тетраоксиды осмия и рутения.

Комплексные соединения. Разнообразие комплексных соединений платиновых металлов и его причины.

ОУМ 1.3.7. **Медь, серебро, золото**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Специфика однозарядных ионов с конфигурацией d^{10}.

Простые вещества: физические и химические свойства. Самородные металлы.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Окислительно-восстановительные свойства Cu(I) и Cu(II), Au(I) и Au(III).

Комплексные соединения.

ОУМ 1.3.8. **Подгруппа цинка**

Общая характеристика элементов. Строение атомов, возможные степени окисления в соединениях. Особенности соединений ртути (I).

Простые вещества: физические и химические свойства. Уникальные свойства

металлической ртути. Применение.

Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.

Химия водных растворов. Устойчивые катионные и анионные формы. Амфотерность цинка. Аквакатионы и гидроксоанионы.

Комплексы переходных металлов с –донорными и -акцепторными лигандами

Карбонилы. Структура и электронное строение карбонилов. Правило эффективного атомного номера. Получение, физические и химические свойства. Моно- и полиядерные карбонилы. Карбонилгидриды и карбонилгалогениды. Цианиды. Получение и свойства комплексов.

ОУМ 1.3.9. **Лантаноиды**

Общая характеристика. Особенности строения атомов, причины сходства элементов, возможные состояния окисления. Содержание в природе. Разделение элементов. Физические и химические свойства простых веществ.

Химические свойства соединений лантаноидов. Оксиды и гидроксопроизводные. Галогениды и другие бинарные соединения. Химия водных растворов. Особенности церия и европия.

ОУМ 1.3.10. **Актиноиды**

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.

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.

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. Радиолиз воды.

Литература к ОУМ 1. Неорганическая химия

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. М.: Высш.шк., 1988. 639 с.
2. Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия. М.: Издво Моск. унта, 1991, 1994. Ч. 1,2.
3. Коттон Ф., Уилкинсон Дж. Современная неорганическая химия. М.: Мир, 1969. Ч. 1 3.
4. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. М.: Высш. хим. колледж РАН, 1997. 140 с.
5. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М.: Химия,1972 1973.Т.1,2.656 с., 688 с.
6. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. 3е изд. М.: Химия, 1994. 588 с.
7. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. М.: Высш. шк., 1997. 526 с.

ОУМ 2. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОУМ 2.1. Введение

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.

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.

ОУМ 2.2. *Качественный химический анализ*

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

Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.

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

Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Закон нормального распределения случайных ошибок, t- и F-распределения. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Проверка гипотезы нормальности, гипотезы однородности результатов измерений. 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. 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.

ОУМ 2.2.1. Химические реакции в аналитической химии

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. 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). Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции.

Элементарные стадии реакции. Скоростьопределяющая 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. Примеры ускорения и замедления реакций и процессов, используемых в химическом анализе. Управление реакциями и процессами в аналитической химии. Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. 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.

ОУМ 2.2.2. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах.

Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

ОУМ 2.2.3. Реакции комплексообразования

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).

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.

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.

Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O, NH_3 и H_2S и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами. Основные типы соединений, образуемых с участием органических реагентов. Хелаты, внутрикомплексные соединения. Факторы, определяющие устойчивость хелатов: природа донорных атомов и структура реагента, размер цикла, число циклов, характер связи металл-лиганд.

ОУМ 2.2.4. Окислительно-восстановительные реакции в анализе

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

ОУМ 2.2.5. Органические реагенты в аналитической химии

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.

Важнейшие органические реагенты, применяемые в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов, для маскирования и демаскирования.

Взаимодействие органических реагентов с органическими веществами: комплексы "гость-хозяин"; комплексы с переносом заряда; π-комплексы. Органические реагенты для органического анализа.

Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа.

ОУМ 2.2.6. Методы анализа

ОУМ 2.2.6.1. *Осаждение и соосаждение в химическом анализе*

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). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение. Старение осадка (превращение метастабильной кристаллической модификации в более устойчивую форму; химическое старение в результате изменения состава осадка - дегидратации-гидратации, поликонденсации). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция; окклюзия: внутренняя адсорбция, инклюзия; изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Использование коллоидных систем в химическом анализе.

ОУМ 2.2.6.2. *Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений*

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. Микрокристаллоскопический анализ, пирохимический анализ (окрашивание пламени, возгонка, образование перлов). Капельный анализ. Анализ растиранием порошков. Хроматографические методы качественного анализа. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях. Тест-методы обнаружения веществ. Примеры практического применения методов обнаружения.

ОУМ 2.2.6.3. *Методы разделения и концентрирования в химическом анализе*

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.

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.

Разделение элементов методом экстракции. Основные органические реагенты, используемые для разделения элементов методом экстракции. Селективное разделение

элементов методом подбора органических растворителей, изменение pH водной фазы, маскирования и демаскирования. Приборы для экстракции.

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).

Другие методы. Электрохимические методы. Отгонка (дистилляция, возгонка). Зонная плавка. Селективное растворение. Направленная кристаллизация. Химические транспортные реакции. Мембранные методы. Сорбция. Флотация. Термодиффузия.

ОУМ 2.2.6.4. Хроматография

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.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная (газо-твердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Области применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

ОУМ 2.3. ***Количественный анализ***

ОУМ 2.3.1. Гравиметрический метод

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.

Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания.

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

ОУМ 2.3.2. Титриметрический метод

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. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. 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. 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. 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.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.

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).

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. 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 комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

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.

ОУМ 2.3.3. Электрохимические методы

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.

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. 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 ионометрии. Определение pH, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов.

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.

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.

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

ОУМ 2.3.4. Оптические методы

Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними; термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения. Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий. Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах. Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия, разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал - шум.

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. 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. Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики. Примеры практического применения атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов.

Рентгеновские спектры, их особенности. Способы генерации, монохроматизации и регистрации рентгеновского излучения. Виды рентгеновской спектроскопии: рентгеноэмиссионная, рентгено-абсорбционная, рентгенофлуоресцентная. Принцип рентгеноэмиссионной спектроскопии; рентгеноспектральный микроанализ (электронный зонд). Основы рентгенофлуоресцентной спектроскопии; особенности и значение метода (быстрый неразрушающий многоэлементный анализ); примеры использования.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа

монохроматизации (фотометры, спектрофотометры).

Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.

Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК- и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов. Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спектрофотометрии. Примеры использования.

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса - Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности метода, сравнение с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации и определении органических соединений. Примеры использования. Место и роль спектроскопических методов в аналитической химии и химическом анализе.

Масс-спектрометрия. Идентификация и определение органических веществ; элементный и изотопный анализ. Хромато-масс-спектрометрия. Общие представления о резонансных (ЭПР-, ЯМР-, Мессбауэровская спектроскопия) и ядерных методах.

ОУМ 2.4. ***Подготовка образца к анализу: пробоотбор и пробоподготовка***

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обусловливающие 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 органических соединений. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

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.

Производственный анализ. Анализ технологических растворов, сточных вод. Металлы, сплавы и другие продукты металлургической промышленности. Определение черных, цветных, редких, благородных металлов и анализ их сплавов. Анализ неметаллических включений и определение газообразующих примесей в металлах. Контроль металлургических производств. Атомные материалы. Определение тория, урана,

плутония, трансплутониевых элементов и некоторых продуктов деления. Неорганические соединения. Вещества особой чистоты (в том числе полупроводниковые материалы, материалы высокотемпературной сверхпроводимости); определение в них примесных и легирующих микроэлементов. Послойный и локальный анализ кристаллов и пленочных материалов. Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств. Специальные объекты анализа: токсичные и радиоактивные вещества, токсины в пищевых продуктах, наркотики, взрывчатые и легковоспламеняющиеся вещества, газы, космические объекты. Аналитическая химия элементов. Основные методы выделения и определения элементов.

Литература к ОУМ 2. Аналитическая химия

1. Основы аналитической химии: В 2 кн./Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш.шк., 1996. Кн.1. 383 с.; Кн.2. 461 с.
2. Васильев В.П. Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высш. шк., 1989. Ч. 1. 320 с.; Ч. 2. 384 с.
3. Янсон Э.Ю. Теоретические основы аналитической химии: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1987. 261 с.
4. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии: В 2 т. М.: Мир, 1979. Т. 1-2.
5. Фритц Дж., Шенк Г. Количественный анализ. М.: Мир, 1978. 557 с.
6. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989. 608 с.
7. Кунце У., Шведт Г. Основы качественного и количественного анализа. М.: Мир, 1997. 424 с.

ОУМ 3. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной теоретической основы химии. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений. Роль полуэмпирических закономерностей в теории химии.

ОУМ 3.1. *Строение вещества и квантовая химия*

Основные постулаты квантовой механики. Квантовые состояния и волновые функции. Основные свойства волновых функций. Математический аппарат квантовой механики. Операторы физических величин. Простейшие примеры применения квантовой механики. Приближенные методы решения квантово-механических задач. Теория возмущения и вариационный метод.

Макротела и микрочастицы. Теоретические основы учения о строении химических частиц. Геометрия молекул. Понятие равновесной геометрической конфигурации молекулы, различные способы ее описания.

Двухатомные молекулы. Теорема вариала и природа химической связи. Потенциальные поверхности. Уравнение Шредингера для молекул. Приближение Борна-Оппенгеймера. Расчет молекулы водорода методом валентных связей.

Валентность элементов на основе теории Гайтлера и Лондона. Гибридизация атомных орбиталей и реальное строение молекул.

Метод молекулярных орбиталей. Молекула H_2^+ в методе МО ЛКАО. Расчет энергии и волновой функции по вариационному методу.

Молекулярные орбитали гомонуклеарных двухатомных молекул. МО гетеронуклеарных двухатомных молекул. Дипольный момент молекул и степень полярности связи по Полингу и Горди. Энергия молекулы.

Многоатомные молекулы. Энергетический критерий возможности существования некоторых совокупностей эффективных атомов как единой химической частицы – молекулы.

Электрический дипольный момент в классической теории и квантовой механике. Деформация молекул во внешнем электрическом поле. Анизотропия поляризуемости и структура молекул. Магнитные свойства молекул. Электронные состояния двухатомных молекул.

Колебательные состояния двухатомной молекулы согласно классической теории в приближении гармонического осциллятора. Расчет колебаний по классической теории и квантово-механическое определение энергии и волновой функции колебательных состояний.

Вращательные состояния двухатомных молекул. Электронно-колебательно-вращательные состояния двухатомных молекул. Межмолекулярные взаимодействия. Специфические межмолекулярные взаимодействия. Энергия водородной связи.

ОУМ 3.2. *Химическая термодинамика*

Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы и их свойства. Уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа, газа Ван-дер-Ваальса. Теорема о соответственных состояниях и общая проблема уравнения состояния. Вириальные уравнения состояния. Теплота и работы различного рода. Работа расширения для различных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. 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. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе. Обоснование второго начала термодинамики. Теорема Карно-Клаузиуса.

Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Изменение энтропии изолированных процессов и направление процесса.

Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства. Уравнения Максвелла. Использование уравнения Максвелла для вывода различных термодинамических соотношений.

Связь между калорическими и термодинамическими переменными. Методы вычисления энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов, выраженные через характеристические функции.

Уравнение Гиббса - Гельмгольца и его роль в химии. Работа и теплота химического процесса.

Химические потенциалы, их определение, вычисление и свойства. Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести. Различные методы вычисления летучести из опытных данных.

ОУМ 3.3. *Теория растворов*

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.

Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и его термодинамический вывод. Неидеальные растворы и их свойства. Метод активностей.

Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент.

Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод. Зонная плавка и ее практические применения. Осмотические явления. Уравнения Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Общее рассмотрение коллигатиных свойств растворов.

Термодинамическая классификация растворов. Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, строго регулярные растворы и их свойства.

Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Уравнения Гиббса - Дюгема.

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.

ОУМ 3.4. *Теория фазовых равновесий*

Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса и его вывод.

Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к различным фазовым переходам первого рода.

Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Диаграммы плавкости трехкомпонентных систем.

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

ОУМ 3.5. *Теория химического равновесия*

Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Термодинамическая трактовка понятия о химическом сродстве. Принцип Бертло и область его применимости. Расчеты констант равновесия химических реакций с использованием таблиц стандартных значений термодинамических функций. Приведенная энергия Гиббса и ее использование для расчетов химических равновесий. Расчеты выхода продуктов химических реакций различных типов. Выходы продуктов при совместном протекании нескольких химических реакций.

Зависимость констант равновесия от температуры. Уравнения изобары и изохоры реакции их термодинамический вывод. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов при расчетах химических равновесий при различных температурах.

Гетерогенные химические равновесия и особенности их термодинамического описания.

ОУМ 3.6. *Поверхностные явления*

Явления адсорбции. Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Вид адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция. Мономолекулярная и полимолекулярная адсорбция. Изотермы и изобары адсорбции. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Адсорбция из растворов. Гиббсовская адсорбция. Полимолекулярная адсорбция, ее приближенное описание

методом Брунауэра - Эмета - Теллера (БЭТ). Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.

Поверхностные явления: поверхностная энергия и поверхностное натяжение. Методы измерения поверхностного натяжения. Поверхностно-активные и инактивные вещества. Капиллярные явления и смачивание. Гидрофильные и гидрофобные твердые тела. Флотация. Коллоидные системы: классификация, образование, очистка коллоидных систем. Электрические свойства и устойчивость коллоидных систем. Дисперсные (микрогетерогенные) системы: золи, эмульсии, пены, аэрозоли; свойства и применение. Коллоидная химия в охране окружающей среды.

ОУМ 3.7. *Термодинамика необратимых процессов*

Описание необратимых процессов в термодинамике. Потоки. Силы. Феноменологические законы для скоростей процессов. Открытые и закрытые системы. Необратимые процессы и производство энтропии. Зависимость скорости производства энтропии от обобщенных потоков и сил. Стационарное состояние системы и теорема Пригожина.

Потоки при совместном воздействии нескольких сил. Соотношения взаимности Онзагера и их применения в линейной термодинамике необратимых процессов. Термодиффузия. Коэффициент термодиффузии и его определение на опыте.

ОУМ 3.8. *Кинетика химических реакций*

Химическая кинетика - наука о скоростях и механизмах химических реакций. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Механизм разложения N_2O, N_2O_5, синтеза HBr и HI.

Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции. Кинетические кривые. Кинетические уравнения. Определение константы скорости и порядка реакции. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции на примере реакции образования HBr. Молекулярность элементарных реакций.

Кинетический закон действия масс и область его применимости. Составление кинетических уравнений для известного механизма реакции. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. "Эффективная" и "истинная" энергии активации.

Необратимые реакции первого, второго и третьего порядков. Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения.

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

Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов. Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Применение принципа стационарности для вычисления начальной скорости гомогенной каталитической реакции с участием одного реагента. Уравнение Михаэлиса - Ментэн. Определение кинетических постоянных этого уравнения из опытных данных.

Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового

образования HBr.

Разветвленные цепные реакции. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере реакции окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности. Применение метода квазистационарных концентраций для описания предельных явлений в окрестностях первого и второго пределов воспламенения. Тепловой взрыв и условия воспламенения на третьем пределе.

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

Макрокинетика. Роль диффузии в кинетике гетерогенных реакций. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии).

Элементарные акты химических реакций и физический смысл энергии активации. Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Сопоставление результатов приближенных и точных расчетов поверхности потенциальной энергии для этой системы.

Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент.

Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка.

Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Объяснение "повышенных" и "заниженных" значений предэкспоненциального множителя. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана. *Поправки Гиншельвуда и Касселя.*

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

Тримолекулярные реакции. Применение теории активированного комплекса для описания тримолекулярных реакций с участием окиси азота. Теория соударений в применении к тримолекулярным реакциям. Сопоставление результатов обеих теорий.

Реакции в растворах. "Клеточный эффект" и число соударений молекул в жидкостях. Роль явлений сольватации в химической кинетике.

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

ОУМ 3.9. ***Катализ в химических реакциях***

Определение катализа. Общие принципы катализа. Роль катализа в химии. Основные промышленные каталитические процессы. Примеры механизмов каталитических процессов.

Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Специфический и общий основной катализ, нуклеофильный и электрофильный катализ.

Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Каталитическое окисление этилена комплексными соединениями палладия.

Ферментативный катализ. Общие сведения о кинетике и механизмах ферментативных реакций.

Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Явления отравления катализаторов. Активность и селективность катализаторов. Роль адсорбции в кинетике гетерогенных каталитических реакций. Энергия активации каталитических реакций. *Неоднородность поверхности катализаторов. Нанесенные катализаторы.*

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

ОУМ 3.10. *Электрохимия*

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

Развитие представлений о строении растворов электролитов (Т. Гротгус, М. Фарадей, С. Аррениус, И.А. Каблуков). Основные положения теории Аррениуса. Недостатки этой теории.

Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в рамках модели Борна. 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. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая - Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов.

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

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

Разности потенциалов Гальвани и Вольта. Двойной электрический слой и его роль в кинетике электродных процессов. Электрокапиллярные явления; основное уравнение

электрокапиллярности; уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода. 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.*

Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Стадии электродного процесса. *Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция.* Три основных уравнения диффузионной кинетики и общий подход к решению ее задач. Полярография. Уравнение Ильковича. Ток обмена и перенапряжение. Водородное перенапряжение. Теория водородного перенапряжения (Тафель, Фольмер и др.). Коррозия металлов. Методы защиты металлов от коррозии. Химические источники тока; их виды и основные характеристики.

Литература к ОУМ 3. Физическая химия

1. Полторак О. М. Термодинамика в физической химии. М.: Высш. шк., 1991.
2. Герасимов Я. И. и др. Курс физической химии:: В 2 т. М.: Химия. 1969. Т.1-2.
3. Дамаскин Б. Б., Петрий О.А. Электрохимия: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1987. 296 с.
4. Еремин Е. Н. Основы химической кинетики: Учеб. пособие. М.: Высш. шк., 1976. 374 с.
5. Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики: Учеб. М.: Высш. шк., 1984. 463 с.
6. Эткинс П. Физическая химия: В 2 т. М.: Мир, 1980. Т.1, 2.
7. Бенсон С. Основы химической кинетики. М.: Мир, 1964. 603 с.
8. Кондратьв В.Н., Никитин Е.Е. Кинетика и механизмы газовых реакций. М.: Наука, 1974. 558 с.
9. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и допол. М.: Высш. шк., 1982. 456 с.
10. Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Введение в электрохимическую кинетику: Учеб.пос. М.: Высш.шк.,1983. 400 с.
11. Физическая химия / по ред. К. С. Краснова. – М.: Высшая школа, 1995, т. 1, 2, 831 с.
12. Милешина А. М. Курс квантовой механики для химиков: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1980, 215 с.
13. Флари Р. Квантовая химия. М.: Мир, 1985, 472 с.
14. Краснов К. С. Молекулы и химическая связь: Учебное пособие. 2-е изд.М.: Высшая школа, 1984, 275 с.
15. Щукин Е. Д., Перцов А. В., Амелина Е. А. Курс коллоидной химии. М.: Изд-во МГУ, 1982, гл. 4, с. 112-137.

ОУМ 4. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ОУМ 4.1. Введение

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).

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.

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.

Способы изображения пространственного строения молекул с sp^3-гибридизованными углеродом: клиновидные проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена. Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации.

Асимметрический атом углерода. Оптическая изомерия, оптическая активность. Энантиомеры. Рацематы. Хиральность, условия, необходимые для возникновения хиральности. Отличие конфигураци от конформации. Принцип R,S-номенклатуры энантиомеров. Определение порядка старшинства заместителей у асимметрического атома углерода.

Проекции Фишера. Их построение, правила пользования ими (для соединений с одним и двумя асимметрическим атомом углерода). Диастереомеры. Мезо-формы. Изображение молекулы данного соединения с помощью различных проекционных формул.

Переход от одной проекционной формулы молекулы к другой.

Физические методы исследования в органической химии. Инфракрасная, электронная спектроскопии. Масс-спектрометрия. Спектры протонного магнитного резонанса.

ОУМ 4. 2. Алифатические углеводороды

Алканы (предельные углеводороды - парафины). Определение, брутто - общая и рациональная формулы. Изомерия. Номенклатура. Природа С-С и С-Н связей в алканах. 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. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность свободных алкильных радикалов. Горение и каталитическое окисление.

Алкены (непредельные этиленовые углеводороды, олефины). Определение, брутто - общая и рациональная формулы. Типы изомерии. Номенклатура (*цис-*, *транс-* и Z-, E-номенклатура). 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 вицдигалогеналканов, реакции Гофмана, Виттига; б) стереоселективное восстановление алкинов; в) реакции конденсации двух соединений с активными группами (карбонилметиленовая конденсация). Крекинг. Физические свойства. Химические свойства: гетерогенное и гомогенное гидрирование алкенов, гидратация (промышленный метод синтеза этанола и пропанола-2). Электрофильное присоединение (Ad_E) некислых и кислых аддендов (галогенирование, гидрогалогенирование). Процессы, сопутствующие Ad_E - реакциям: сопряженное присоединение, перегруппировки промежуточных карбокатионов. Общее представление о механизме реакций, π- и σ-комплексы, ониевые ионы. Понятие о

Ad_E2 и Ad_E3 - механизмах. Правило Марковникова, правило Зайцева - Вагнера. Гидрокси- и алкоксимеркурирование. Регио- и стереоселективное присоединение гидридов бора. Региоспецифические гидроборирующие реагенты. Превращение борорганических соединений в алканы, спирты. Окисление алкенов до оксиранов (по Прилежаеву) и до диолов по Вагнеру ($KMnO_4$) и Кирге (OsO_4). Стереохимия гидроксилирования алкенов. Озонолиз алкенов, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Исчерпывающее окисление алкенов с помощью $KMnO_4$ или $Na_2Cr_2O_7$ в условиях межфазного катализа. Горение. Радикальные реакции: присоединение бромистого водорода по Харашу (механизм) и аллильное галогенирование по Циглеру.

Алкадиены. Типы диенов (кумулированные, сопряженные и изолированные). Изомерия. Номенклатура. Сопряженные диены, эффект сопряжения. Общие способы получения. 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). Реакция диенового синтеза с алкенами и алкинами, механизм и стереохимия реакции Дильса-Альдера и ее применение в органическом синтезе.

Алкины. Определение, брутто - общая и рациональная формулы. Природа тройной связи. Изомерия. Номенклатура. Методы синтеза с помощью реакций отщепления, алкилирование терминальных ацетиленов и пиролиза метана. Физические свойства. Химические свойства. Реакции присоединения к алкинам (водорода, галогенов, хлористого водорода). Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов. Реакция Кучерова. Окисление и озонирование. Присоединение спиртов, цианистого водорода, карбоновых кислот. Реакции димеризации, тримеризации, реакция Реппе. Реакции замещения водорода (ацетилениды Na, Cu и Ag). Магнийорганические производные алкинов (Ж.И. Иоцич), их получение и использование в органическом синтезе. Конденсация терминальных алкинов с кетонами и альдегидами (Фаворский, Реппе).

ОУМ 4. 3. Функциональные производные алифатических углеводородов

Галогенпроизводные углеводороды. 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 и S_N1 и S_N2, влияние на них электронных и структурных факторов, природы уходящей группы (нуклеофуга), растворителя. Понятие об ионных парах. Синтетическое использование реакций нуклефиольного 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.).

Реакции α- и β-элиминирования. Классификация механизмов β- элиминирования: E_1, E_2 и E_{1cb}. Конкуренция процессов E_2 и S_N2, E_1 и S_N1 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.

Взаимодействие галогеналканов с металлами. Синтез Вюрца. Получение литий- и магнийорганических соединений. Синтез на их основе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Диалкилкупраты.

Алканолы (спирты). Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Классификация, изомерия, номенклатура. Методы синтеза: из алкенов, галогеналканов, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот, ферментативные реакции. Физические свойства. Химические свойства. Кислотность спиртов. Спирты, как основания Льюиса. Реакции с сохранением атома кислорода алканола в продукте реакции:

алкоголяты, кислоты Льюиса, окисление каталитическое дегидрирование в присутствии Cu,Pt,Pd.

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.

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).

Простые эфиры. Номенклатура, изомерия. Методы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов. Свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Гидропероксиды. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике.

Оксираны (эпокси-соединений). Способы получения. Раскрытие цикла в них под действием электрофильных и нуклеофильных агентов.

Двух- и многоатомные спирты. Методы синтеза. Свойства. Окислительное расщепление 1,2-диолов (иодная кислота, тетраацетат свинца). Пинаколиновая перегруппировка.

Непредельные спирты. Способы получения и химические свойства. Правило Эльтекова-Эрленмейера.

Альдегиды и кетоны. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Номенклатура, изомерия, таутомерия. Методы получения альдегидов и кетонов из алкенов (озонолиз), алкинов (гидроборирование), на основе металлорганических соединений, спиртов, производных карбоновых кислот. Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакер- процесс) и высших альдегидов (гидроформилирование). Физические свойства. Химические свойства. Строение карбонильной группы ее полярность и поляризуемость. Взаимодействие с нуклеофилами; образование бисульфитных соединений, реакции с магнийорганическими и литийорганическими соединениями, образование циангидринов. 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. Реакция с пятихлористым фосфором. Реакция Принса. Восстановление карбонильных соединений; каталитическое, гидридами литийалюмния, 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.

Непредельные альдегиды и кетоны. Способы синтеза. Сопряжение карбонильной и алкеновой двойной связи: 1,2-и 1,4-присоединение. Присоединение галогенводордов. Внутримолекулярная реакция Канницаро. Ацетилацетон.

Углеводы. Роль в природе. Классификация. Моносахариды, их стереоизомерия: L- и D- ряды. Циклические формы маноз. α- и β- Аномеры. Переход от формул Фишера к формуле Хеуорса. Особые свойства гликозидного гидроксила, мутаротация. Химические свойства моносахаридов. Получение гликозидов, как особой формы циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. 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.

Основные типы дисахаридов. Доказательство строения сахарозы и мальтозы. Синтез дисахаридов.

Олиго- и полисахариды. Крахмал и клетчатка, их роль в природе и промышленное использование. Эфиры клетчатки как взрывчатые вещества и искусственные волокна.

Карбоновые кислоты. 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. 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. 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.

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-Эйстерта).

Ангидриды. 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.

Сложные эфиры. Методы получения: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат-ионов, реакции кислот с диазометаном. Химические свойства сложных эфиров: гидролиз (механизм кислотного и основного катализа), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов комплексными гидридами металлов. Сложноэфирная и ацилоиновая конденсации. Ацетоуксусный эфир и его использование в синтезе. Кето-енольная таутомерия эфиров β-кетокислот, амбидентный характер енолят-иона.

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

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

Оксикислоты. Методы синтеза α-, β- и γ-оксикислот. Реакции карбоксильной и гидроксильной групп. Отношение оксикислот к действию водоотнимающих средств. Образование циклических сложных эфиров лактонов, лактидов и непредельных *карбоновых кислот*.

Винные кислоты и стереохимия соединений с двумя ассиметрическими атомами. Проекционные формулы Фишера. Трео-, эритро- и мезоформы. Расщепление рацематов на оптические антиподы. Ассиметрический синтез.

Альдегидо- и кетокислоты. Пировиноградная кислота, как пример α-оксокислот, ее синтез и свойства (декарбоксилирование, декарбонилирование). Ацетоуксусная кислота и ее свойства. Таутомерия ацетоуксусного эфира. Синтез с помощью ацетоуксусного эфира, кетонное и кислотное расщепление его производных. Представление о влиянии растворителя, природы катиона и алкилирующего агента на поведение енолятов ацетоуксусного эфира.

α,β–Непредельные карбоновые кислоты. Синтез и химические свойства. Акриловая и метакриловая кислоты. Акрилонитрил. Полимеры на их основе. Жиры и входящие в их состав к-ты. Мыла и детергенты.

Нитроалканы. Синтез из алкилгалогенидов (амбидентный характер нитрит-иона). Строение нитрогруппы. Химические свойства. Кислотность и таутомерия нитроалканов. Реакции нитроалканов с азотистой кислотой. Конденсация с карбонильными соединениями. Восстановление в амины.

Алифатические амины. Определение, брутто, общая и рациональная формулы. Классификация, номенклатура, изомерия аминов. Методы получения аминов: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия (Габриэль), восстановление азотсодержащих соединений содержащих C–N, N–O, N–N, N=N, N≡N и C=N, C≡N функции. Перегруппировки А.Гофмана, Т. Курциуса, В. Лоссеня, К. Шмидта. Физические свойства. Химические свойства. Основные и нуклеофильные свойства аминов. Роль неподеленной пары электронов азота. Алкилирование и ацилирование аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Реакции разных типов аминов с электрофильными агентами: а) с C – электрофилами; б) с N – электрофилами; в) O – электрофилами; г) S– электрофилами. Реакции с галогенами. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга). Образование изонитрилов и их свойства. *Диамины*. Методы синтеза. Синтетические полиамидные волокна.

Диазосоединения. Диазометан, способы его получения. Химические свойства.

Аминокислоты. Классификация аминокислот. Синтез α-, β- и γ-аминокислот. Физические и химические свойства аминокислот. Реакции амино- и карбоксильной групп. Реакции с одновременным участием амино- и карбоксильной групп (образование олиго- и полипептидов, циклических амидов: дикетопиперазинов, лактамов и непредельных карбоновых кислот). α-Аминокислоты, их роль в природе.

Пептиды и белки. Синтез пептидов. Строение белковых молекул: первичная, вторичная и третичная структура.

Элементоорганические соединения. Сероорганические соединения. Тиоспирты (меркаптаны). Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Тиокарбонильные соединения. Органические соединения кремния, их использование для синтеза полимеров.

ОУМ 4. 4. Циклоалканы

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

ОУМ 4. 5. Арены

Ароматические соединения (арены). 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.). 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. Реакции аренов, ведущие к неароматическим соединениям: гидрирование, галагенирование, озонолиз, окисление. Реакции с участием боковых цепей аренов (галогенирование, нитрование, окисление, дегидрирование).

Реакции электрофильного ароматического замещения. Типы электрофильных агентов. Обобщенный механизм электрофильного ароматического замещения (π-, σ-

комплексы, изотопный эффект). 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). Нитрование. Галогенирование. Сульфирование. Алкилилирование и ацелирование по Фриделю - Крафтсу. Реакции сочетания с диазосоединениями.

Нитросоединения. Особенности реакции нитрования. Химические свойства ароматических нитропроизводных.

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.

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

Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ядре. Мономолекулярное нуклеофильное замещение. Нуклеофильное замещение путем присоединения-отщепления S_NAr (комплекс Мейзенгеймера). Нуклеофильное замещение путем отщепления - присоединения. Нуклеофильное ароматическое замещение, катализируемое медью.

Ароматические амины. Типы ароматических аминов. Взаимное влияние аминогруппы и ядра. Влияние природы и положения заместителей в ароматическом ядре на основность ароматических аминов. Способы синтеза. Восстановление нитросоединений в ароматические амины (кислая, нейтральная и щелочная среда). Перегруппировки промежуточных продуктов восстановления до ароматических аминов (перегруппировка гидроксиламинов). Физические свойства. Химические свойства. Реакции с участием аминогруппы: алкилирование, ацилирование, окисление, получение азометинов, изонитрилов. Реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование и нитрование). Защита аминогруппы. Получение и свойства вторичных и третичных ароматических аминов, взаимодействие с HNO_2.

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

Фенолы. Способы получения фенолов. Химические свойства. Свойства фенольного гидроксила в сравнении со спиртовым гидроксилом , взаимное влияние гидроксила и ядра. Реакции с участием ароматического ядра фенолов; нитрование, сульфирование, галогенирование, нирозирование, С- и О- алкилирогвание. Перегруппировка Кляйзена. Перегруппировка Фриса (ацилирование). Реакция Кольбе. Реакция Реймера - Тимана (формулирование). Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Азосочетание. 2,4,6-триалкилфенолы и устойчивые свободные радикалы из них. Антиоксиданты .

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

Ароматические альдегиды и кетоны. Способы получения ароматических альдегидов Химические свойства. Аутоокисление. Гамолитическое окисление. Реакции Канницаро и Перкина, бензойновая конденсация. Реакции, характерные для альдегидной группы. Реакции замещения в ароматическое ядро. Жирно-ароматические кетоны; их синтез и химические особенности. Оксимы жирно-ароматических кетонов, их

стериохимия, перегруппирка Бекмана. Дикетоны-дибензоил и бензоиловая перегруппировка. Реакции электрофильного замещения в ядре.

Ароматических карбоновых кислот. Общие методы синтеза. Химические свойства. Надбензойная кислота как окислитель. Перекиси как инициаторы полимеризации. Фталетовая и терефтолетовая кислоты, их производные (фталетовый ангидрид, фталемид и его использование в синтезе Габриэля, фталид). Полиэфирные волокна. Конденсация фталевого ангидрида с фенолами.

Дифенил. Методы получения, сравнение свойств с бензолом. Бензидин. Бензидиновая перегруппировка. Антропоизомерия в ряду дифенила. Нафталин: синтез из соединений ряда бензола, доказательство строения. Окисление и гидрирование нафталина. Правила ориентации при электрофильном замещении в нафталине.

ОУМ 4. 6. Гетероциклические соединения.

Гетероциклические соединения. Классификация гетероциклов. Ароматические гетероциклы, природа их ароматичности. Номенклатура гетероциклов. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомам фуран, тиофен, пиррол. Важнейшие методы синтезы, синтез 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль-Кнорр), взаимные переходы (реакция Юрьева). Химические свойства. Кислотные и основные свойства. Реакции гидрирования и окисления. Фуран и пиррол в диеновом синтезе. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование, формилирование, азосочетание. Ориентация электрофильного замещения. Конденсация пиррола с формальдегидом.

Хлорофилл, гемоглобин. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла и гемоглобина. Индол, его синтез реакцией Фишера, химические свойства. Реакции электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиролла). Пятичленные азотистые гетероциклы с несколькими гетероатомами. Методы синтеза и свойства пирозола и имидозола.

Шестичленные азотистые гетероциклы с одним или несколькими гетеоатомами. Пиридин и хинолин. Синтез простейших производных пиридина, их нахождение в природе. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, свойства атома азота. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидидом, с бором. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование). Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием.

ОУМ 4. 7. Нуклеозиды, нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.

Нуклеозиды, нуклеотиды и нуклеиновые кислоты. 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.

Литература к ОУМ 4. ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Основная

1. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высш. шк., 1990.
2. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия. 1994. Т.1,2.
3. Терней А. Современная органическая химия. Т. 1,2. М., "Мир" 1981.
4. Робертс Дж., Кассерио М. Основы органической химии. Т.1,2. М. "Мир", 1978.
5. Органикум. Т. 1,2. М. "Мир", 1992.
6. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М., "Мир", 1974.
7. Несмеянов А.Н., Несмеянов А.Н. Начала органической химии. Т. 1,2, М., "Мир", 1974.

Дополнительная

1. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии. М., "Химия", 1991.
2. Керри Ф., Сандберг Р. Углубленный курс органической химии. М. "Химия", 1981.
3. Марч Дж. Органическая химия Т.1-4,М.,"Мир",1987-1988.
4. Рейнгард В., Хофман В. Механизмы химических реакций. М., "Химия", 1979.
5. Казицина Л.А. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектроскопии в органической химии. М., МГУ, 1974.

ВОПРОСЫ К МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ ЭКЗАМЕНУ
ОУМ 1. Неорганическая химия

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.
2. Кислород. Распространенность и форма нахождения в природе, получение. Физические и химические свойства.
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.
4. Общая характеристика элементов VII группы. Химические свойства: отношение к воде, щелочам, металлам, неметаллам. Галогениды: основные, амфотерные, кислотные.
5. Соединения галогенов с водородом. Характер связи и электронное строение молекул HHal. Методы получения. Физические и химические свойства. Галогениды металлов.
6. Оксиды и оксокислоты галогенов. Общие принципы их получения и химические свойства. Особенности хлорной и иодной кислот.
7. Интергалогениды Химические свойства и методы получения. Устойчивость фторидов и хлоридов.
8. Общая характеристика элементов VI группы. Гидриды типа $H_2Э$. Методы получения и основные химические свойства халькогеноводородов. Халькогениды металлов.
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.
10. Галогениды элементов халькогенов. Методы получения и химические свойства. Оксохлориды серы, диоксохлорид серы их гидролиз.
11. Общая характеристика элементов V группы. Гидриды $Э_2H_3$, методы получения и химические свойства. Соли аммония, фосфония. Аммиакаты, амиды, имиды, нитриды, фосфиды. Азотистоводородная кислота и азиды .
12. Оксиды и оксикислоты азота – азотноватистая, азотистая и азотная кислота, их строение, свойства. Нитриды, нитраты.
13. Оксиды и оксикислоты фосфора. Мета-, ди (пара)- и полифосфорные кислоты и их соли. Получение, строение, свойства. Оксигалогениды фосфора. Фосфаты. Фосфатные удобрения.
14. Общая характеристика элементов подгруппы углерода. Простые вещества, аллотропия. Неорганическая химия углерода. Карбиды, карбонаты, сероуглерод. Соединения с азотом: цион, дицион, синильная кислота.
15. Кремний. Оксиды. Кварц и его модификации. Кремниевые кислоты и силикаты. Состав простого стекла и его получение. Галогениды кремния. Соединения с азотом и фосфором.
16. Общая характеристика элементов подгруппы бора. Соединения с водородом. Боран и диборан. Гидриды алюминия.
17. Оксиды элементов подгруппы бора. Кислоты бора. Мета-, тетра-, ортобараты. Гидратные формы оксидов Алюминия. Амфотерность гидроксоформ. Алюминаты.

18. Галогениды элементов подгруппы бора. Форма существования и строения молекул. Димеризация тригалогенидов. Методы получения, характерные свойства.
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.
20. Химия благородных газов. Фториды, оксофториды, оксиды и оксокислоты ксенона.
21. Основы координационной теории Вернера и современные представления о строении комплексных соединений.
22. Химическая связь в комплексных соединениях и особенности их строения. Катионные, анионные и нейтральные комплексы.
23. Исследование сплавов методом физико-химического анализа. Термический анализ. Диаграммы плавкости, их типичные формы.
24. Общая характеристика элементов подгруппы хрома. Физические и химические свойства. Оксиды, галогениды, халькогениды.
25. Хромовая кислота, хроматы, дихроматы. Изо- и гетерополикислоты молибдена и вольфрама.
26. Общая характеристика элементов подгруппы марганца. Многообразие степеней окисления. Физические и химические свойства. Оксиды, галогениды, халькогениды.
27. Устойчивые катионные и анионные формы марганца в водных растворах. Марганцовая кислота. Окислительные свойства перманганатного иона в кислой, щелочной и нейтральной средах.
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.
29. Платиновые металлы. Химическая инертность. Важнейшие бинарные соединения: оксиды, галогениды, халькогениды. Тетрооксиды осмия и рутения. Комплексные соединения.
30. Общая характеристика элементов подгруппы меди. Физические и химические свойства. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.
31. Общая характеристика элементов подгруппы цинка. Физические и химические свойства. Уникальные свойства металлической ртути. Важнейшие бинарные химические соединения: оксиды, галогениды, халькогениды.
32. Общая характеристика лантаноидов. Физические и химические свойства. Оксиды и гидроксопроизводные. Галогениды и другие бинарные соединения.
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.

ОУМ 2. Аналитическая химия

1. Аналитическая химия, как наука о качественном и количественном составе веществ и ее роль на современном этапе развития общества.
2. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа.
3. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале.
4. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа.
5. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок, сопоставление с другими методами.

6. Типы химических реакции в аналитической химии. Используемые процессы: осаждение, растворение, экстракция, сорбция.
7. Равновесие в системе кислот, сопряженное основание и растворитель.
8. Комплексные соединения, используемые в аналитической химии и их классификация по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и центрального иона.
9. Теория аналогий взаимодействие ионов металлов с неорганическими реагентами гена H2O, NH3 и H2S и O,N,S – содержащими органическими реагентами
10. Основные неорганические и органические окислители, применяемые в анализе. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого элемента.
11. Важнейшие органические реагенты, применяемы в анализе для разделения, обнаружения, определения ионов металлов для маскирования и демаскирования.
12. Взаимодействие органических реагентов с органическими веществами: комплексы «гость-хозяин»:П комплексы.
13. Процессы осаждения и соосаждения. Равновесие в системе раствор-осадок.
14. Классификация различных видов соосаждения в анализе.
15. Задачи и выбор метода обнаружения и химических идентификации химических соединений. Дробный и систематический анализ.
16. Экспрессный качественный анализ. Тест-методы обнаружения веществ.
17. Методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка.
18. Теоретические основы методов экстракции. Закон распределения. Классификация экстракционных систем.
19. Качественный и количественный хроматографический анализ. Жидкостная хроматография.
20. Сущность гравиметрического метода анализа, преимущества и недостатки метода.
21. Общая схема определения в гравиметрии. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам.
22. Классификация титриметрических методов анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрии.
23. Первичные и вторичные стандарты в титриметрии, требования к ним. Фиксаналы.
24. Кривые титрования и их виды. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
25. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования.
26. Ионная и ионно-хромофорная теории индикаторов.
27. Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия.
28. Осадительное титрование. Построение кривых титрования, способы обнаружения конечной точки титрования. Индикаторы.
29. Неорганические и органические титранты в комплексонометрии. Использование аминоликарбоновых кислот.
30. Характеристика электрохимических методов анализа. Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.
31. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионым методом. Метрологические и аналитические возможности.
32. Спекьрофотометрия. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним.
33. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения. Тушение люминесценции.
34. Отбор пробы и подготовка пробы к анализу. Вскрытые пробы.
35. Пламенная фотометрия в качественном и количественных анализах. Теория и

практика.

ОУМ 3. Физическая химия

1. Первый закон термодинамики, аналитическое выражение и приложение к химическим процессам.
2. Двойной электрический слой, механизм образования. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.
3. Электрокапиллярные явления. Уравнение Липпмана (без вывода). Емкость двойного электрического слоя.
4. Основные положения теории Аррениуса. Теория электролитов Дебая-Хюккеля. Формулы для потенциалов ионной атмосферы и среднего коэффициента активности в растворе 1,1-валентного электролита.
5. Законы фотохимии. Квантовый выход.
6. Равновесие жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Виды диаграмм состояния. Законы Гиббса-Коновалова.
7. Основные понятия теории активированного комплекса. Статистический вывод основного уравнения и его термодинамический аспект. Энтропия активации.
8. Теория активных соударений для бимолекулярных реакций. Сопоставительный анализ теорий активных соударений и активированного комплекса. Оценка стерического множителя.
9. Понятие электрохимического потенциала. Условия равновесия на границе электрода с раствором. Уравнение Нернста.
10. Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Различные формы условий термодинамического равновесия.
11. Коллигативные свойства жидких растворов. Законы Рауля и уравнение Вант-Гоффа.
12. Закон действующих масс и его термодинамический вывод. Изотерма химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
13. Второй закон термодинамики, формулировки, аналитические выражения. Энтропия. Уравнение Больцмана. Фундаментальное уравнение Гиббса.
14. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары (изохоры) химической реакции.
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.
16. Обратимые и параллельные реакции первого порядка и определение их кинетических параметров.
17. Идеальные и реальные газообразные и конденсированные системы. Метод летучести и активности Льюиса. Коэффициенты летучести и активности.
18. Химический потенциал и условия химического фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его применение к простейшим одно- и двухкомпонентным системам.
19. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к работе гальванического элемента.
20. Адсорбция. Уравнение Лэнгмюра и его анализ. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение Бруннауэра-Эммета-Теллера.
21. Постулаты линейной термодинамики необратимых процессов. Перекрестные эффекты и соотношения Онзагера.
22. Необратимые последовательные реакции первого порядка – точное и приближенное описание. Метод стационарных концентраций Боденштейна – Семенова.
23. Кинетика неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Условия возникновения и свойства пределов воспламенения.
24. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его применение к фазовым переходам первого

рода однокомпонентных систем. Соотношения Максвелла и их использование при выводе уравнения Клайперона-Клаузиуса.

25. Катализ. Механизм и классификация каталитических реакций. Теории мультиплетов Баландина и активных ансамблей Кобозева.
26. Диффузия и миграция ионов в растворах электролитов. Формула Нернста – Эйнштейна. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов, их зависимость от концентрации раствора. Электрофоретический и релаксационной эффекты.
27. Реакции в потоке. Типы реакторов. Кинетика стационарной необратимой реакции первого порядка в реакторе идеального смещения.
28. Мономолекулярные реакции. Их описание теорией активированного комплекса и теорией активных соударений.
29. Подвижность ионов. Закон Кольрауша, числа переноса, их зависимость от концентрации раствора и методы определения.
30. Однородные функции. Теорема Эйлера об однородных функциях (без доказательства). Мольные парциальные мольные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема.
31. Относительные и стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Понятие ЭДС. Термодинамика электрохимических цепей.
32. Диффузионная кинетика электродных процессов. Сущность полярографического метода.
33. Качественные основы теории замедленного разряда; ее экспериментальная проверка.
34. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка. Определение констант равновесия реакции в зависимости от температуры с использованием абсолютных энтропий.
35. Химические источники тока.

ОУМ 4. Органическая химия

1. Современная теория строения органических соединений: основные положения теории строения Бутлерова, электронная теория, основные принципы квантовой органической химии. Типы гибридизации.
2. Классификация реагентов и реакций. Индуктивный и мезомерный эффекты, эффект гиперконьюгации, уравнение Гаммета.
3. Алканы. Природа С–С и С–Н связей. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства.
4. Гомологический ряд алкенов. Природа двойной связи. Геометрическая изомерия. Методы синтеза. Физические свойства.
5. Химические свойства алкенов. Механизм реакции электрофильного присоединения на примере галогенирования, гидрогалогенирования. Окисление алкенов. Озонолиз.
6. Бутадиен-1,3. Особенности строения. Химические свойства. 1,2-, 1,4-присоединения. Полимеризация диенов. Реакция Дильса-Альдера с алкенами и алкинами.
7. Гомологический ряд алкинов. Природа тройной связи. Методы синтеза. Физические свойства.
8. Химические свойства алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Синтез альдегидов и кетонов. С–Н - кислотность ацетилена. Конденсация с кетонами и альдегидами (Фаворский А.Е., Реппе В.).
9. Галогенпроизводные углеводороды как источник получения алкенов, диенов, алкинов, алкилгалогенидов, спиртов, простых эфиров, тиолов, нитросоединений, аминов, сложных эфиров. Взаимодействие с металлами.

10. Одноатомные и многоатомные спирты. Способы их синтеза из алкенов, галогеналканов, карбонильных соединений, сложных эфиров карбоновых кислот.
11. Свойства спиртов. Спирты как слабые ОН-кислоты и основания Льюиса. Замещение гидроксильной группы. Дегидротация. Окисление одноатомных и двухатомных спиртов. Пинаколиновая перегруппировка.
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.
13. Химические свойства альдегидов и кетонов. Механизм нуклеофильного присоединения по карбонильной группе на примере альдольно-кротоновой конденсации. Конденсация с малоновым эфиром. Бензоиновая конденсация. Реакция Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Р-ция Канниццаро.
14. Моносахариды. Стереохимия. Циклические полуацетали альдоз и кетоз. Сложные и простые эфиры моносахаридов. Окисление до альдоновых кислот. Образование озазонов при взаимодействии с фенилгидразином.
15. Основные типы дисахаридов. Олиго- и полисахариды. Крахмал и клетчатка, их роль в природе и промышленное использование. Эфиры клетчатки и искусственные волокна.
16. Синтез карбоновых кислот: окисление спиртов и альдегидов; гидролиз нитрилов и других производных карбоновых кислот; использование малонового и ацетоуксусного эфиров и реактива Греньяра.
17. Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Влияние заместителей на кислотность. Химические свойства карбоновых кислот и их производных (солей, галогенангидридов, ангидридов, амидов).
18. Амиды. Методы получения. Синтез лактамов. Свойства амидов. Перегруппировка оксимов по Бекману. Перегруппировки А. Гофмана, Т. Курциуса, Лоссеня.
19. Двухосновные карбоновые кислоты. Способы получения. Физические свойства. Химические свойства. Щавелевая и малоновая кислоты. Синтезы с малоновым эфиром.
20. Методы получения аминов из алкилгалогенидов, аммиака (Гофман), фталимида калия (Габриэль). Перегруппировки Гофмана и Курциуса. Восстановительное аминирование карбонильных соединений.
21. Кислотно-основные свойства аминокислот. Химические свойства аминокислот: реакции по амино- и карбоксильной группе. Окисление.
22. Методы получения циклоалканов. Физические свойства. Химические свойства. Перегруппировки Демьянова, Вагнера-Мейервейна, Наметкина.
23. Реакции электрофильного ароматического замещения. Типы электрофильных агентов. Обобщенный механизм электрофильного ароматического замещения (π-; σ-комплексы – арениевые ионы, изотопный эффект).
24. Механизм реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. Влияние природы заместителя на ориентацию и скорость реакции электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентации.
25. Получение ароматических углеводородов и их производных. Реакция Вюрца – Фиттига, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Восстановление жирноароматических кетонов.
26. Химические свойства аренов: галогенирование, гидрирование, озонирование. Электрофильное замещение (нитрование, сульфирование, ацилирование). Реакции с участием боковых цепей аренов (галогенирование, нитрование, окисление, дегидрирование).
27. Фенолы. Методы синтеза. Фенолы как ОН-кислоты (сравнить со спиртами). Свойства фенолов: замещение в ароматическом ядре (формилирование по К. Реймеру, Ф. Тиману). Перегруппировка аллиловых эфиров по Кляйзену.
28. Ароматические альдегиды. Способы получения. Химические свойства.
29. Ароматические кетоны. Способы получения. Химические свойства.

30. Ароматические карбоновые кислоты. Способы получения. Химические свойства.
31. Ароматические амины как основания. Влияние заместителей в ароматическом ядре на их основность. Реакции алкилирования и ацилирования. Взаимодействие с азотистой кислотой.
32. Ароматические диазосоединения. Реакции диазосоединений с выделением азота. Восстановление до арилгидразинов. Реакции азосочетания.
33. Концепция ароматичности. Строение бензола и конденсированных ароматических углеводородов. Пиррол, тиофен, фуран, пиридин в реакциях электрофильного замещения.
34. Шестичленные гетероциклы. Пиридин и хинолин как основания. Реакции электрофильного замещения.
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.

Определение качества ответа выпускника на государственном междисциплинарном экзамене и соответствия его оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

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» - ответы на все четыре вопроса свидетельствуют о слабых знаниях студента, непонимании общих закономерностей, на дополнительные вопросы отвечает неадекватно их постановке.

Определение качества защиты выпускной квалификационной работы выпускника и соответствие оценкам «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Оценка «отлично» может быть выставлена, если выпускная квалификационная (дипломная) работа дипломированного специалиста 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 (дипломная) работа дипломированного специалиста 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 (дипломная) работа дипломированного специалиста 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 (дипломная) работа дипломированного специалиста и содержание доклада не соответствуют требованиям, ответить на дополнительные вопросы, аргументировать и обосновать ответы на вопросы по работе выпускник затрудняется.