Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Амурский государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой Химии и естествознания
Т.А. Родина
«___28___»____октября_____2010 г.

ХИМИЯ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности 080401.65 – «Товароведение и экспертиза товаров (в области товароведения, экспертизы и оценки товаров во внутренней и внешней торговле)»

Составитель: М.А. Мельникова
Т.А. Родина

Благовещенск
2010

Учебно-методический комплекс составлен в соответствии с Государственным стандартом для специальности 080401.65 «Товароведение и экспертиза товаров (в области товароведения, экспертизы и оценки товаров во внутренней и внешней торговле)».

Комплекс включает цели и задачи дисциплины; содержание лекционных, и лабораторных занятий; задания для контроля изученного материала; вопросы для самостоятельной работы; вопросы для итоговой оценки знаний; тестовые задания для проверки остаточных знаний; список рекомендуемой литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение…… 4

1. Цели и задачи дисциплины…….…… 5

2. Трудоемкость дисциплины…….…. 6

3. Общая и неорганическая химия…….…. 7

3.1. Учебно-методическая карта…….…. 7

3.2. Содержание теоретического материала…….…. 7

3.3. Лабораторные занятия……..…. 12

3.4. Самостоятельная работа……..….. 25

3.5. Вопросы для подготовки к экзамену. Критерии оценки знаний……..…. 25

3.6. Рекомендуемая литература……..…. 29

4. Аналитическая химия……..…. 30

4.1. Учебно-методическая карта…….…. 30

4.2. Содержание теоретического материала……..…. 31

4.3. Лабораторные занятия…….….. 33

4.4. Самостоятельная работа……... 36

4.5. Вопросы для подготовки к зачету. Критерии оценки знаний…….…..... 37

4.6. Рекомендуемая литература……... 39

5. Органическая химия……..…... 40

5.1. Учебно-методическая карта……..…... 40

5.2. Содержание теоретического материала……..….… 40

5.3. Лабораторные занятия……..…. 50

5.4. Самостоятельная работа……..….. 72

5.5. Вопросы для подготовки к экзамену. Критерии оценки знаний…….……. 74

5.6. Рекомендуемая литература……... 78

ВВЕДЕНИЕ

Овладение химическими знаниями является важным условием подготовки большинства современных специалистов. В настоящее время трудно назвать отрасль промышленного или сельскохозяйственного производства, где бы ни применялись различные химические материалы. Поэтому грамотный специалист должен иметь представление о классах химических соединений, их свойствах, распространении в природе, применении. Будущему товароведу-эксперту непродовольственных товаров важно не только знать строение и свойства химических соединений, используемых при производстве различных потребительских товаров, но и уметь определить их качественный и количественный состав, соответствие полученных данных требованиям нормативных документов. Такое умение требует наличия фундаментальных теоретических знаний в области неорганической и органической химии, а также практических навыков работы с химическими веществами и химическим оборудованием.

Поэтому предмет химии является базовым при формировании профессиональных качеств товароведа-эксперта. Эта дисциплина включает разделы различных химических курсов: общая и неорганическая химия, аналитическая химия, органическая химия. Изучение химии в вузе базируется на химических знаниях, полученных в школе, и осуществляется на первом и втором курсах. Полученные знания служат основой для изучения таких дисциплин, как «Химия и физика высокомолекулярных соединений и товаров на их основе», «Физико-химические свойства и методы контроля качества непродовольственных товаров», а также для написания курсовой и дипломной работы.

Учебно-методический комплекс состоит из трех разделов: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия» и «Органическая химия», каждый из которых включает учебно-методические материалы; необходимые для усвоения теоретического материала, проведения лабораторных работ, выполнения и контроля самостоятельной работы.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения дисциплины

1. Сформировать у студентов химическое мировоззрение и развить химическое мышление.

2. Углубить знания о современных представлениях, теориях, законах в области химии как одной из фундаментальных наук.

3. Ознакомить студентов с основами качественного и количественного анализа.

4. Привить навыки практического выполнения аналитических операций.

5. Способствовать дальнейшему развитию у студентов представлений о закономерностях развития материи на примере изучения структуры и свойств неорганических и органических соединений.

Задачи изучения дисциплины

1. Сформировать общие представления о теоретических основах химии: строение вещества, химическая связь, классификация химических соединений и реакций, взаимосвязь строения веществ с их свойствами.

2. Изучить закономерности управления химическими процессами на основании законов химической термодинамики, химической кинетики и химического равновесия.

3. Ознакомиться со свойствами химических систем: растворов электролитов и неэлектролитов, дисперсных систем, окислительно-восстановительных и электрохимических систем.

4. Описать химию элементов и их важнейших соединений с позиции химической теории.

5. Изучить принципы номенклатуры неорганических, комплексных и органических соединений.

6. Изучить методы получения органических соединений, взаимосвязь их структуры и свойств.

7. Ознакомиться с применением различных органических веществ в синтезе новых материалов.

Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать: основные понятия, законы и модели химических систем, реакционную способность веществ; основные понятия, законы и модели коллоидной и физической химии; основы методов качественного и количественного анализа; свойства основных видов химических веществ и классов химических объектов в объеме, необходимом для профессиональной деятельности.

2) Уметь: записывать формулы соединений, уравнения химических реакций, проводить расчеты концентрации растворов различных соединений, определять кинетические и термодинамические характеристики химических реакций, пользоваться номенклатурой и химической терминологией, использовать естественно-научные знания и методы для решения проблем товароведной и оценочной деятельности.

3) Владеть: техникой химических операций, навыками работы с химической посудой и оборудованием, методологией оценки качества товаров физическими, химическими, физико-химическими методами анализа.

2. ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел дисциплины	Курс	Семестр	Количество часов				Форма отчетности
			лекции	лаб.раб.	сам. раб.	всего	
Общая и неорганическая химия	1	1	36	36	40	112	Экзамен
Аналитическая химия	1	2	18	18	40	76	Зачет
Органическая химия	2	3	36	36	40	112	Экзамен
Итого			90	90	120	300	

3. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

3.1.Учебно-методическая карта

№ темы	Наименование темы	Количество часов		
		Лекции	Лаб. раб.	Сам. раб.
1	Основные понятия и законы химии	1	2	3
2	Строение атома	2	2	3
3	Периодический закон	2	2	3
4	Химическая связь. Состояния вещества	5	2	4
5	Химическая термодинамика	2	4	4
6	Химическая кинетика	2	4	4
7	Растворы	4	8	6
8	Окислительно-восстановительные реакции	2	2	3
9	Комплексные соединения	2	2	-
10	Поверхностные явления. Дисперсные системы	4	2	4
11	Электрохимические процессы	6	4	4
12	Общие свойства металлов	4	2	-
13	Общие свойства неметаллов	-	-	3
	Итого	36	36	40

3.2. Содержание теоретического материала

Тема 1. **Введение**

Исторические этапы становления химии как науки. Современная химия – наука о веществах и их превращениях. Вещество и химический элемент. Атомно-молекулярное учение. Законы стехиометрии: закон кратных отношений, закон постоянства состава, закон эквивалентов, закон Авогадро. Моль и молярная масса.

Тема 2. **Строение атома**

Модель атома Резерфорда. Модель атома Бора. Достоинства и недостатки этих моделей. Роль квантовой механики в разработке модели строения атома: дискретность, корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности.

Квантово-механическая модель строения атома. Квантовые числа. Физический смысл квантовых чисел. Атомные орбитали и электронные облака. Строение многоэлектронных атомов. Принцип Паули. Правило Гунда. Принцип

минимума энергии. Правила Клечковского. Электронные формулы.

Тема 3. **Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева**

Открытие периодического закона. Первоначальная формулировка периодического закона. Порядковый номер элемента. Работы Мозли и Чедвика. Современная формулировка периодического закона. Теоретическое обоснование и структура периодической системы элементов. S-, P-, d-, f- элементы. Периодичность изменения свойств химических элементов и их соединений как проявление периодичности изменения электронных структур атомов. Атомные радиусы, энергия ионизации атомов, сродство к электрону, электроотрицательность. Значение периодического закона для науки в целом.

Тема 4. **Химическая связь. Состояния вещества**

Три типа химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Метод валентных связей. Энергетическая диаграмма образования ковалентной химической связи в молекуле водорода по У. Гейтлеру и Ф. Лондону. Механизмы образования ковалентной связи: обменный и донорно-акцепторный. Основные характеристики ковалентной связи: энергия, длина, насыщаемость, направленность, поляризуемость. Полярная ковалентная связь. Диполь и его характеристики. Сигма- и пи-связь. Кратность связи. Гибридизация атомных орбиталей

Основные положения метода молекулярных орбиталей. Энергетические диаграммы образования двухатомных молекул с помощью ММО. Порядок связи.

Ионная связь как предельный случай ковалентной полярной связи. Понятие о степени окисления и валентности. Металлическая связь. Зависимость свойств веществ от типа связи.

Межмолекулярные взаимодействия. Виды межмолекулярного взаимодействия: ориентационное, индукционное, дисперсионное. Силы отталкивания и суммарное взаимодействие. Водородная связь. Причины возникновения. Внутри- и межмолекулярная водородная связь. Влияние существования водородной связи на свойства веществ.

Жидкое состояние вещества. Твердое состояние вещества: кристаллическое и аморфное. Дальний и ближний порядок. Кристаллическая решетка, ее характеристики и типы. Виды кристаллических решеток: атомные, молекулярные, ионные, металлические.

Полимеры и олигомеры. Неорганические полимеры. Способность элементов периодической системы образовывать неорганические полимеры. Природные и синтетические неорганические полимеры.

Тема 5. **Химическая термодинамика**

Экзо- и эндотермические химические реакции. Общие представления о системах и видах систем, термодинамических параметрах, процессах и функциях состояния системы.

Внутренняя энергия. Энтальпия. Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Тепловые эффекты химических реакций.

Термохимия. Закон Гесса и следствие из него. Теплота образования. Стандартная теплота образования.

Определения возможности и направления самопроизвольного протекания химических реакций с помощью двух термодинамических функций: энтропии и энергии Гиббса. Энтропия. Физический смысл энтропии. Расчет изменения энтропии при протекании химических реакций. Энергия Гиббса. Анализ уравнения Гиббса.

Тема 6. **Химическая кинетика. Химическое равновесие**

Гомогенные и гетерогенные системы. Классификация реакций по молекулярности. Скорость реакций. Константа скорости. Факторы, влияющие на скорость реакций. Закон действия масс. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Представление о теории активных столкновений. Энергия активации.

Катализ (гомогенный, гетерогенный) Понятие о механизме каталитических реакций. Основные закономерности действия катализаторов.

Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Константа равновесия. Принцип Ле-Шателье. Гетерогенное равновесие.

Тема 7. **Растворы**

Общая характеристика растворов. Истинные растворы (далее просто растворы). Растворитель и растворяемые вещества. Теории растворов. Процесс растворения. Растворимость. Влияние на растворимость природы компонентов, температуры, давления. Способы выражения концентрации растворов.

Растворы не электролитов. Давление насыщенного пара. Температура кипения и кристаллизации растворов. Законы Рауля. Осмотическое давление. Уравнение Вант-Гоффа.

Растворы электролитов. Электролитическая диссоциация в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Константа и степень диссоциации слабого электролита. Взаимосвязь между константой и степенью диссоциации для слабых электролитов. Теория сильных электролитов. Кажущаяся степень диссоциации сильного электролита. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора.

Кислоты и основания с точки зрения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Представление о современных теориях кислот и оснований. Неводные растворители. Протолитическая теория Бренстеда.

Произведение растворимости. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH). Ионные уравнения реакций.

Гидролиз солей. Степень гидролиза, ее зависимость от концентрации и температуры. Константа гидролиза. Механизм и типы гидролиза солей. Необратимый гидролиз.

Тема 8. **Окислительно-восстановительные реакции**

Окислительно-восстановительные свойства элементов в соответствии с положением в периодической системе. Важнейшие окислители и восстановите-

ли. Классификация ОВР. Зависимость характера протекания ОВР от среды. Способы уравнивания ОВР. Ионно-электронный метод. Направления протекания ОВР.

Тема 9. **Комплексные соединения**

Основные понятия координационной теории. Номенклатура комплексных соединений. Типы комплексных соединений. Химическая связь в комплексных соединениях. Изомерия комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений

Тема 10. **Поверхностные явления. Дисперсные системы**

Общие представления о дисперсных системах. Классификация дисперсных систем. Поверхностные явления: поверхностное натяжение, адсорбция, вещества изменяющие поверхностное натяжение. Коллоидные дисперсные системы. Классификация коллоидных систем. Лиофильные и лиофобные золи. Методы получения коллоидных растворов. Двойной электрический слой, дзета-потенциал, строение мицеллы гидрофобного коллоида. Оптические свойства коллоидных растворов. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов. Устойчивость дисперсных систем. Микрогетерогенные системы: аэрозоли и порошки, лиозоли, суспензии, эмульсии, пены. Системы с твердой дисперсной фазой.

Тема 11. **Электрохимические процессы**

Электродный потенциал. Понятие об электродном потенциале. Зависимость электродного потенциала от различных факторов. Уравнение Нернста.

Гальванический элемент. Измерение электродных потенциалов. Типы гальванических элементов.

Электролиз. Представление об электролизе. Законы Фарадея. Поляризация. Электроды. Порядок восстановления на катоде. Последовательность окисления на аноде. Практическое применение электролиза.

Коррозия. Классификация коррозионных процессов. Химическая коррозия и ее варианты Электрохимическая коррозия. Анодное и катодное покрытия. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Меры защиты от коррозии.

Тема 12. **Общая характеристика металлов**

Электронное строение. Классификация по физическим свойствам. Техническая классификация металлов. Факторы, определяющие общие физико-химические и механические свойства металлов: металлическая химическая связь и металлическая кристаллическая решетка. Нахождение металлов в природе. Способы получения металлов. Взаимодействие металлов с простыми веществами, с водой. С кислотами, с основаниями.

Металлические сплавы. Легирующие добавки. Типы сплавов. Твердые растворы замещения и внедрения.

Тема 13. **Химия неметаллов**

Общая характеристика неметаллов. Свойства водорода. Свойства галогенов. Элементы VI А-группы. Элементы V А-группы. Элементы IV А-группы.

3.3. Лабораторные работы

Темы лабораторных работ соответствуют лекционным темам и «поддерживают» лекционный материал. Каждая лабораторная работа состоит из:

а) теоретической части, в которой кратко излагается теоретический материал, соответствующий опытам практической части;

б) вопросов и задач для контроля. Вопросы позволяют студентам сосредоточить внимание на основных аспектах предстоящего лабораторного занятия. Задачи способствуют закреплению теоретического материала;

в) практической части, в которой приводится описание опытов;

г) заданий, которые помогают студентам понять для чего был проведен тот или иной опыт, а также оформить лабораторную работу и подготовиться к ее защите.

Все лабораторные работы излагаются в учебном пособии «Практикум по общей и аналитической химии», часть 1. В УМК приведены только цели прове-

дения лабораторных работ и вопросы, позволяющие контролировать готовность студентов к проведению работы.

Работа 1. **Электронная структура атомов и одноатомных ионов**

Цель работы – привить навыки составления формул, выражающих электронную конфигурацию атомов и одноатомных ионов металлических и неметаллических элементов.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какую модель атома предложил английский ученый Дж. Дж. Томсон?

2. В чем суть планетарной модели атома Э. Резерфорда, и какие недостатки имела эта модель?

3. Суть, достоинства и недостатки модели атома датского физика Н. Бора.

4. Кто и в какой форме впервые вводит в науку понятие «квант»? Кто поддерживает идею квантованного излучения?

5. В чем заключается идея корпускулярно-волнового дуализма; сущность принципа неопределенности?

6. Какую смысловую нагрузку при формулировании модели строения атома несут такие понятия как: волновая функция, атомная орбиталь, квадрат волновой функции?

7. Как с помощью квантовых чисел удалось объяснить строение электронной оболочки атома?

8. Выделяется или поглощается энергия при переходе электрона атома водорода с первого энергетического уровня (n = 1) на второй энергетический уровень (n = 2)?

9. Сколько атомных орбиталей на L - уровне? Каково максимальное число ориентаций f– орбиталей в пространстве?

10. Сколько значений магнитного квантового числа возможно для электронов энергетического подуровня, орбитальное квантовое число которого равно 2? Равно 3?

11. Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом равным 4?

12. Среди приведенных ниже электронных конфигураций указать невозможные: $1p^3$; $3p^6$; $3S^2$; $2S^2$; $2d^5$; $5d^2$; $3f^{12}$; $2p^4$; $3p^7$.

13. Записать электронные формулы атомов элементов с зарядом ядра: 11, 19, 21, 24, 26, 31, 49.

Работа 2. **Периодическая система элементов Д. И. Менделеева**

Цель работы – закрепить на практике теоретические знания по теме периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

Контрольные вопросы

1. По какому принципу располагал элементы Менделеев, и по какому принципу они располагаются с точки зрения современной науки?

2. Охарактеризуйте четыре электронных семейства элементов.

3. Дайте определение понятию атомный радиус. Как изменяются атомные радиусы в периодах и группах?

4. Дайте определение понятиям энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность. Как изменяются эти свойства в периодах и группах?

5. Почему устойчивость ковалентных гидридов уменьшается сверху вниз в группе и слева направо в периоде?

6. Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов и гидроксидов элементов главных подгрупп в периодах слева направо? Обоснуйте свой ответ на примере элементов третьего периода. Какой из этих элементов образует ковалентный, какой – ионный оксид?

7. Почему у элементов побочных подгрупп в отличие от элементов главных подгрупп помимо вертикального сходства появляется также горизонтальное сходство?

8. Как изменяются восстановительные свойства элементов в пределах одной d- серии?

Работа 3. **Энергетика и направление химических процессов**

Цель работы – 1) выполнение термодинамических расчетов, связанных с определением тепловых эффектов и направления протекания реакций; 2) наблюдение проявления тепловых эффектов химических реакций и физических процессов.

Работа состоит из двух этапов и рассчитана на 4 академических часа.

Контрольные вопросы и задачи

1. Охарактеризуйте термодинамическую функцию энтальпию и ее значение для определения тепловых эффектов химических процессов.

2. Сформулируйте закон Гесса и следствия из этого закона. Роль закона и следствий для определения тепловых эффектов химических реакций.

3. Термодинамическая функция энтропия – критерий самопроизвольного протекания реакций в изолированных системах.

4. Термодинамическая функция энергия Гиббса. Значение этой функции в термодинамике; анализ этой функции.

5. Может ли процесс растворения сопровождаться ростом энтальпии системы?

6. В каком уравнении правильно указан знак теплового эффекта реакции? Ответ поясните.

а) $CuSO_{4(К)} + 5H_2O_{(Ж)} = CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(К)}$; $\Delta H>0$

б) $CuSO_{4(К)} + 5H_2O_{(Ж)} = CuSO_4 \cdot 5H_2O_{(К)}$; $\Delta H<0$

7. Определите тепловой эффект реакции (ΔH^o_{298}), с помощью следствия из закона Гесса, используя значения теплот образования веществ, участвующих в реакции. Реакция: $CS_{2(Ж)} + 3O_2 = CO_{2(Г)} + 2SO_{2(Г)}$. Ответ: – 1075 кДж/моль

8. Определите теплоту образования Fe_2O_3 , если при реакции

$2Fe + Al_2O_3 = Fe_2O_3 + 2Al$ на каждые 80 г Fe_2O_3 поглощается 426,5 кДж теплоты. Ответ: – 822 кДж/моль.

9. Определите количество теплоты, выделившееся при гашении 100 г извести водой при 298 К, если известны стандартные теплоты образования ве-

ществ, участвующих в реакции гашения извести: $CaO_{(К)} + H_2)_{(Ж)} = Ca(OH)_{2(К)}$. Ответ: 116,5 кДж.

10. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом $FeO + H_2 = Fe + H_2O$, исходя из следующих уравнений:

1. $FeO + CO = Fe + CO_2$; $\Delta H_1 = – 13,18$ кДж

2. $CO + 1/2O_2 = CO_2$; $\Delta H_2 = – 283,0$ кДж

3. $H_2 + 1/2O_2 = H_2O$; $\Delta H_3 = – 241,83$ кДж

11. Учитывая термохимическое уравнение $Mg + O_2 = 2MgO + 1200$ кДж определите, какая масса магния вступила в реакцию, если выделилось 600 кДж теплоты.

12. При взаимодействии хлора с 2 л водорода выделяется 16,4 кДж теплоты. Чему равна теплота образования HCl?

13. Не производя расчетов, определите знак изменения энтропии ($\Delta S > 0$, $\Delta S < 0$, $\Delta S = 0$) для следующих химических реакций. Возможно ли самопроизвольное протекание этих реакций?

а) $2C_{(ГРАФИТ)} + 3H_{2(Г)} = C_2H_{6(Г)}$ б) $4NH_{3(Г)} + 3O_{2(Г)} = 6H_2O_{(Ж)} + 2N_{2(Г)}$

в) $CH_{4(Г)} + 4Cl_{2(Г)} = CCl_{4(Ж)} + 4HCl_{(Г)}$ г) $CO_{(Г)} + 3H_{2(Г)} = CH_{4(Г)} + H_2O_{(Г)}$

14. Исходя из формулы $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ определите возможна ли реакция $N_{2(Г)} + 2O_{2(Г)} = 2NO_{2(Г)}$; $\Delta H > 0$, а если возможна, то при каких условиях?

15. При какой температуре наступит равновесие системы

$CO_{(Г)} + 2H_{2Г)} \Leftrightarrow CH_3OH_{(Ж)}$; $\Delta H = 128,05$ кДж, если

$S^o_{298}(CO_2) = 197,91$, $S^o_{298}(H_2) = 130,59$,

$S^o_{298}(CH_3OH) = 126,80$ Дж/моль К?

16. Вычислив ΔG^o_{298} реакций образования $BeCO_3$ и $BaCO_3$ в результате взаимодействия соответствующих оксидов с оксидом углерода (IV). Определите, какая из реакций идет более энергично.

17. Рассчитайте изменение энтропии при плавлении 3 моль уксусной кислоты CH_3COOH, если температура плавления уксусной кислоты 16,6°С, а теп-

лота плавления 194 Дж/г.

18. Вычислите изменение энтропии при испарении 250 г воды при 26°С, если молярная теплота испарения воды при этой температуре равна 44,08 кДж/моль.

Работа № 4. **Скорость химических реакций и химическое равновесие**

Цель работы – изучение скорости химической реакции и ее зависимости от различных факторов.

Работа состоит из двух этапов и рассчитана на 4 академических часа.

Контрольные вопросы и задачи

1. Что называется скоростью реакции?

2. Сформулируйте зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ.

3. Выразите зависимость скорости химической реакции от температуры с помощью правила Вант-Гоффа и уравнения Аррениуса.

4. Что называется энергией активации?

5. Какой процесс называется катализом? Какие вещества называют катализаторами?

6. Назовите варианты катализа и закономерности действия катализаторов.

7. Какое состояние обратимой реакции называют химическим равновесием?

8. Имеются два сосуда одинакового объема. В первом сосуде количество вещества А за 10 секунд изменилось с 5 до 2 моль, а во втором за 20 секунд – с 10 до 5 моль. В каком сосуде реакция протекает с большей скоростью?

9. Определить молекулярность реакций:

А) $N_2H_4 = 2NH_2$; $N_2O_4 = 2NO_2$;

Б) $2NO + O_2 = 2NO_2$; $2NOCl = 2NO + Cl_2$;

В) $2NO + H_2 = N_2O + H_2O$

10. Укажите правильное выражение для скорости реакций:

$2A_{(к)} + B_{2(г)} = 2AB_{(к)}$: $A_{2(г)} + B_{2(г)} = 2AB_{(г)}$:

11. Как изменится скорость реакции $2A_{2(г)} + B_{2(г)} = 2A_2B_{(г)}$ при увеличении концентрации вещества В в 2 раза? При увеличении концентрации вещества А в 3 раза?

12. Как изменится скорость химической реакции, если увеличить давление в 5 раз?

а) $C_{(K)} + O_2 = CO_2$; б) $C_{(K)} + 2H_2 = CH_4$; в) $N_2 + O_2 = 2NO$;

г) $FeO_{(K)} + H_2 = Fe_{(K)} + H_2O$; д) $2NO_2 = N_2O_4$.

13. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры на 32 градуса, если температурный коэффициент равен 2,8.

14. На сколько градусов надо повысить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 90 раз? Температурный коэффициент реакции равен 2,7.

15. Для реакции $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ начальные концентрации NH_3 и O_2 соответственно равны 3 моль/л и 4 моль/л. Определите их концентрации в момент времени, когда прореагирует 40% NH_3. Предполагается, что объем реакционной системы со временем не изменяется.

16. Для реакции $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ начальные концентрации NH_3 и O_2 соответственно равны 2,5 моль/л и 3,5 моль/л. Определите их концентрации в момент времени, когда прореагирует 25% NH_3. Предполагается, что объем реакционной системы со временем не изменяется.

17. При температуре 30°С реакция протекает за 6 мин. За сколько времени будет протекать эта реакция при 10°С, если $\gamma = 3$?

18. При температуре 50°С реакция протекает за 3 мин. За какое время будет протекать эта реакция при 20°С, если $\gamma = 2$?

19. Как повлияет на состояние равновесия реакции

$SO_2 + 0{,}5O_2 \Leftrightarrow SO_3$; $\Delta H = 99$ кДж понижение температуры? Напишите уравнение константы равновесия для данной обратимой реакции.

20. Какие воздействия на систему $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} \Leftrightarrow 2NH_{3(г)}$; $\Delta H < 0$ приведут к смещению равновесия вправо? Напишите уравнение константы равновесия

для данной обратимой реакции.

Работа № 5. **Концентрация растворов**

Цель работы – 1) выполнить расчеты, связанные с различными концентрациями; 2) приобрести навыки приготовления растворов различной концентрации из сухой соли или более концентрированного раствора.

Работа состоит из двух этапов и рассчитана на 4 академических часа.

Задачи

1. В 250 г воды растворено 50 г кристаллогидрата $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Вычислить массовую долю кристаллогидрата в растворе. Ответ: 16,7%

2. Определите массовую долю хлорида калия в растворе, содержащем 63 г KCl в 0,5 л раствора, плотность которого 1,063 г/см^3. Ответ: 10%

3. В какой массе воды следует растворить 30 г бромида калия для получения раствора, в котором массовая доля KBr равна 6%? Ответ: 470 г.

4. Из 400 г 50% (по массе) раствора серной кислоты выпариванием удалили 100 г воды. Чему равна массовая доля серной кислоты в оставшемся растворе? Ответ: 67%

5. 0,6 л раствора гидроксида калия содержат 16,8 г KOH. Чему равна молярная концентрация этого раствора? Ответ: 0,5 г/моль

6. Вычислите молярную концентрацию раствора сульфата калия, в 0,02 л которого содержится 2,74 г растворенного вещества. Ответ: 0,79 М

7. Чему равна молярная концентрация серной кислоты, если ее плотность равна 1,14 г/см^3, а массовая доля в растворе 20%? Ответ: 2,33 М

8. Определите молярную концентрацию эквивалента $FeCl_3$, если в 0,3 л раствора содержится 32,44 г $FeCl_3$. Ответ: 2 моль/л или 2н.

9. Сколько граммов карбоната натрия содержится в 500 мл 0,25 н. раствора? Ответ: 6,625 г

10. Чему равна нормальная концентрация серной кислоты, если ее плотность равна 1,14 г/см^3, а массовая доля в растворе 20%? Ответ: 4,65 н.

11. Вычислить молярную и эквивалентную концентрации 16% (по массе)

раствора хлорида алюминия плотностью 1,149 г/см^3.

Ответ: С = 1,38 моль/л; $С_Э$ = 4,13 моль/л.

12. Рассчитайте молярную и нормальную концентрации соляной кислоты плотностью 1,18 г/см^3, содержащей 36,5% (по массе) HCl.

Ответ: С = $С_Э$ = 11,8 моль/л.

13. Какой объем 50% (по массе) раствора гидроксида калия с плотностью 1,538 г/см^3 требуется для приготовления 3 л 6% (по массе) раствора с плотностью 1,048 г/см^3. Вычислите нормальность полученного раствора.

Ответ: V = 0,245 л; $С_Э$ = 1,12 моль/л.

14. Какой объем 10% (по массе) раствора карбоната натрия с плотностью 1,105 г/см^3 требуется для приготовления 5 л 2% раствора с плотностью 1,02 г/см^3. Ответ: V = 923 мл.

15. Какой объем раствора азотной кислоты с массовой долей 30% (плотность равна 1,180 г/см^3) требуется для приготовления 20 л 0,5 М раствора этой кислоты? Ответ: 1,78 л.

Работа № 6. **Электролитическая диссоциация**

Цель работы – ознакомиться на практике с особенностями протекания ионных реакций.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какие вещества называются электролитами? Почему электролиты не подчиняются законам Вант-Гоффа и Рауля?

2. Сформулируйте положения теории электролитической диссоциации.

3. Напишите уравнения диссоциации кислот азотной и серной, оснований натрия и кальция, солей карбоната натрия и хлорида алюминия.

4. Дайте определение понятиям степень диссоциации и константа диссоциации. От каких факторов зависят эти величины?

5. Запишите константу диссоциации для сильных и слабых электролитов. Объясните, почему в уравнении константы для сильного электролита входит активность.

6. Дайте определение понятиям: активность, коэффициент активности, ионная атмосфера, ионная сила раствора.

7. Найдите степень диссоциации электролита, если из каждых 120 внесенных в раствор молекул на ионы распадается только 30.

8. Степень диссоциации уксусной кислоты в 1; 0,1; 0,01 н. растворах соответственно равна 0,42; 1,34; 4,25%. Вычислив значение константы диссоциации уксусной кислоты для растворов указанных концентраций, докажите, что константа диссоциации не зависит от концентрации раствора.

9. Угольная кислота по первой ступени диссоциирует:

$H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$.

Концентрация ионов водорода в 0,005 М растворе равна $4{,}25 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Определите константу диссоциации по первой ступени.

Работа № 7. **Гидролиз солей**

Цель работы – изучение некоторых свойств водных растворов солей, связанных с реакцией гидролиза.

Контрольные вопросы и задачи

1. Что такое гидролиз солей?

2. Какие соли вступают в реакцию гидролиза?

3. Какие факторы усиливают гидролиз?

4. Какие показатели количественно характеризуют гидролиз?

5. Какие соли усиливают гидролиз друг друга и реализуют то, что называется «совместный гидролиз»?

6. Справедливо ли утверждение о том, что водные растворы NaCl и KCl имеют одинаковое значение водородного показателя среды? Ответ поясните.

*7. используя справочные данные, рассчитайте константу гидролиза соли CH_3COONa.

*8. Используя справочные данные, рассчитайте степень гидролиза соли CH_3COONa в 0,01 М растворе.

Работа № 8. Окислительно-восстановительные реакции

Цель работы – ознакомление с окислительно-восстановительными свойствами соединений; освоение методики составления уравнений окислительно-восстановительных процессов.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какие реакции называются окислительно-восстановительными?

2. Дайте определение понятиям степень окисления, окислитель и восстановитель, окисление и восстановление.

3. Как изменяются окислительно-восстановительные свойства элементов в пределах подгруппы и в пределах периода?

4. Какие вещества преимущественно выполняют функцию окислителя, какие – восстановителя?

5. Какие методы уравнивания ОВР вы знаете? Какой из них более информативный?

6. Определите степень окисления серы в соединениях: S, H_2S, SO_2, SO_3, $Na_2S_2O_3$, H_2SO_3, H_2SO_4.

7. В каком случае оксид азота (II) проявляет окислительные, в каком – восстановительные свойства:

а) $2NO + O_2 = 2NO_2$; б) $2NO + 2H_2 = N_2 + 2H_2O$?

Работа № 9. **Комплексные соединения**

Цель работы – ознакомление с реакциями получения комплексных соединений и их свойствами.

Контрольные вопросы и задачи

1. Какие соединения называются комплексными?

2. Дайте определения понятиям: комплексообразователь и лиганды; внутренняя и внешняя сферы; координационное число.

3. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости.

4. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях: $[Cu(NH_3)_4]SO_4$;

$K_2[Zn(CN)_4]$; $[Ni(CO)_4]$. Дайте названия соединениям и напишите константу нестойкости для первого комплексного соединения.

5. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях: $K_2[Zn(CN)_4]$; $[Cr(H_2O)_4]Cl_2$; $[Pt(NH_3)_2Cl_4]$. Дайте названия соединениям и напишите константу нестойкости для первого комплексного соединения.

Работа № 10. **Коллоидные растворы**

Цель работы – ознакомление с методами получения коллоидных растворов и структурой золей.

Контрольные вопросы и задачи

1. Дайте определение понятиям: дисперсная система, дисперсионная среда, дисперсная фаза.

2. Классификация дисперсных систем по степени дисперсности.

3. Какие дисперсные системы называются коллоидными растворами или золями?

4. Назовите методы получения коллоидных растворов.

5. Опишите свойства коллоидных растворов.

6. Назовите структурные элементы мицеллы гидрофобного золя.

7. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешивании растворов $As(OH)_3$ и H_2S при избытке H_2S. Напишите формулу мицеллы золя коллоидного раствора.

8. Коллоидный раствор получен в результате реакции обмена при смешивании растворов $Mg(OH)_2$ и H_3PO_4 при избытке $Mg(OH)_2$. Напишите формулу мицеллы золя коллоидного раствора.

Работа № 11. **Коррозия**

Цель работы – изучение условий возникновения коррозионных микроэлементов и влияния различных факторов на скорость электрохимической коррозии металлов.

Контрольные вопросы и задачи

1. Дайте определение понятию коррозия.

2. Чем отличается химическая коррозия от электрохимической?

3. От чего зависит способность оксидной пленки защищать покрываемый ею металл от разрушения?

4. Какой газ выделяется на катоде в кислой среде в случае анодного и катодного покрытий?

5. Какой газ выделяется на катоде в случае анодного покрытия в нейтральной и щелочной среде?

6. Почему анодное покрытие лучше катодного?

7. Какие факторы влияют на скорость коррозии?

8. Назовите меры, способствующие уменьшению коррозии.

9. Возможна ли коррозия с выделением водорода в растворе, в котором активность Cu^{2+} равна 10^{-3} моль/л и pH среды равен 3?

10. Возможна ли коррозия железа с выделением водорода, в растворе, в котором активность ионов Fe^{2+} равна 10^{-4} моль/л и pH среды равен 2?

Работа № 12. **Свойства металлов в зависимости от их положения в ряду напряжений**

Цель работы – изучить вопросы, связанные с изменением свойств металлов в зависимости от их положения в ряду напряжения.

Контрольные вопросы и задачи

1. Дайте определение понятию «электрохимический ряд напряжений»

2. Каким образом, на практике определяют электродные потенциалы металлов?

3. Назовите классы соединений, с которыми взаимодействуют металлы.

4. Что является причиной того, что большинство металлов нерастворимы в воде?

5. Какие продукты преимущественно образуются при взаимодействии металлов с разбавленной и концентрированной азотной кислотой?

6. Какие продукты преимущественно образуются при растворении метал-

лов в разбавленной и концентрированной серной кислоте?

3.4. Самостоятельная работа

В первом семестре выполняются самостоятельные работы по темам:

1. Химический эквивалент и закон эквивалентов.

2. Строение электронных оболочек атома.

3. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

4. Химическая связь.

5. Химическая термодинамика.

6. Химическая кинетика и химическое равновесие.

7. Растворы неэлектролитов.

8. Растворы электролитов.

9. Дисперсные системы.

10. Окислительно-восстановительные реакции.

11. Электрохимия.

10. Химия неметаллов.

Все самостоятельные работы излагаются в учебном пособии «Самостоятельные работы по общей и аналитической химии», часть 1.

С целью оказания помощи студентам в выполнении заданий практически по всем темам приведены примеры решения задач.

3.5. Вопросы для подготовки к экзамену. Критерии оценки знаний

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Теория строения атома по Резерфорду и Бору: сущность, достоинства и недостатки.

2. Основные положения квантовой механики, которые легли в основу квантовой модели строения атома: дискретность, корпускулярно-волновой дуализм, принцип неопределенности.

3. Квантовая модель строения атома: волновая функция пси, атомные орбитали, квантовые числа.

4. Заполнения электронами атомных орбиталей в многоэлектронных атомах: принцип Паули, правило Гунда, правила Клечковского.

5. Принципы систематизации элементов, использованные Менделеевым. Первоначальная формулировка периодического закона. Физический смысл порядкового номера элемента. Современная формулировка периодического закона.

6. Структура периодической системы. Электронные семейства. Объяснение периодичности с помощью электронного строения атомов.

7. Атомные радиусы. Энергия ионизации. Сродство к электрону. Электроотрицательность. Изменения свойств элементов в периодах и группах. Значение периодического закона.

8. Квантово-механический расчет образования молекулы водорода Гейтлера и Лондона – основа метода валентных связей.

9. Ковалентная связь с позиции метода валентных связей. Механизмы образования ковалентной связи.

10. Свойства ковалентной связи: энергия, длина, насыщаемость, направленность, поляризуемость.

11. Сигма- и пи-связи. Кратность связи.

12. Полярность ковалентной связи. Полярность молекул в целом.

13. Гибридизация атомных орбиталей. Виды гибридизации (SP, SP^2, SP^3).

14. Ионная связь.

15. Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

16. Аморфное и кристаллическое состояние вещества. Виды кристаллических решеток.

17. Неорганические полимеры: природные и синтетические.

18. Основные положения метода молекулярных орбиталей.

19. Основные определения в химической термодинамике: система, параметры состояния системы, процесс.

20. Термодинамические функции внутренняя энергия и энтальпия. Тепло-

вые эффекты химических реакций. Закон Гесса и следствия из закона Гесса.

21. Энтропия – мера термодинамической вероятности и критерий протекания реакций в изолированных системах.

22. Энергия Гиббса, как критерий протекания реакций в закрытых системах. Анализ уравнения Гиббса.

23. Скорость химических реакций. Закон действия масс. Классификация реакций по молекулярности.

24. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации.

25. Катализаторы. Гомогенный и гетерогенный катализ. Основные закономерности действия катализаторов.

26. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Константа скорости. Принцип Ле Шателье

27. Растворы как физико-химические системы. Процесс растворения. Растворимость.

28. Концентрация растворов. Способы выражения концентрации растворов

29. Закон Рауля для разбавленных растворов неэлектролитов. Понижение температуры кристаллизации и повышение температуры кипения растворов по сравнению с этими же показателями для растворителей.

30. Осмотическое давление разбавленных растворов неэлектролитов. Закон Вант-Гоффа.

31. Электролиты. Основные положения теории электролитической диссоциации. Константа и степень диссоциации. Слабые и сильные электролиты.

32. Электролитическая диссоциация сильных электролитов. Активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, выражение константы диссоциации для сильных электролитов.

33. Теория кислот и оснований Аррениуса и Бренстеда.

34. Произведение растворимости.

35. Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели.

36. Гидролиз солей. Механизм гидролиза. Типы гидролиза. Факторы, влияющие на гидролиз.

37. Структура комплексных соединений, внутренняя и внешняя сферы. Комплексообразователь и лиганды. Координационное число и дентатность лиганда. Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения метода валентных связей.

38. Типы комплексных соединений: аквакомплексы, гидроксокомплексы, аммиакаты, карбонилы металлов, ацидокомплексы, циклические комплексные соединения.

39. Изомерия комплексных соединений (гидратная, ионизационная, геометрическая). Константа нестойкости.

40. Окислительно-восстановительные реакции в природе, технике и быту. Механизм окисления и восстановления.

41. Типичные окислители и восстановители. Классификация ОВР.

42. Роль среды в протекании ОВР (на примере перманганата калия).

43. Поверхностные явления: поверхностное натяжение, адсорбция, вещества, изменяющие поверхностное натяжение. Лиофильные и лиофобные золи. Методы получения лиофобных золей.

44. Электрические свойства коллоидных растворов: электрофорез, электроосмос.

45. Строение коллоидных частиц. Электрокинетический потенциал.

46. Оптические и молекулярно-кинетические свойства коллоидных растворов. Структурирование дисперсных систем.

47. Седиментационная и агрегативная устойчивость дисперсных систем.

48. Понятие об электродном потенциале. Уравнение Нернста.

49. Измерение электродных потенциалов. Стандартный электродный потенциал. Водородный электрод.

50. Гальванический элемент. Типы гальванических элементов.

51. Электролиз и его практическое применение.

52. Химическая и электрохимическая коррозия.

53. Факторы, влияющие на скорость коррозии. Защита от коррозии.

54. Физические свойства металлов (плотность, температура плавления, электро- и теплопроводность, пластичность, магнитные свойства)

55. Металлическая связь и внутреннее строение металлов. Типичные кристаллические решетки.

56. Нахождение металлов в природе. Получение из руд.

57. Химические свойства металлов (взаимодействие с простыми веществами, водой кислотами, щелочами).

58. Металлические сплавы. Легирующие добавки. Типы сплавов. Твердые растворы замещения и внедрения.

Критерии оценки знаний

«Отлично» – студент отвечает на теоретические вопросы, решает задачу, отвечает на дополнительные вопросы.

«Хорошо» – студент отвечает на теоретические вопросы билета и на дополнительные вопросы, но не решает задачу; студент не достаточно полно отвечает на один из теоретических вопросов, решает задачу.

«Удовлетворительно» – студент плохо знает теорию и не решает задачу.

«Неудовлетворительно» – студент не знает теорию и соответственно не решает задачу.

3.7. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Глинка Н.Л. Общая химия: учеб. пособие / Н.Л. Глинка; под ред. А.И. Ермакова. – 30-е, изд., испр. – М.: Интеграл-Пресс, 2006. – 728 с.

2. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии : учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / Н.Л. Глинка; Под ред. В.А. Рабиновича и Х.М. Рубиной. – изд. стер. – М.: Интеграл-Пресс, 2006. – 240 с.

3. Мельникова М.А. Самостоятельные работы по общей и аналитической химии : учеб. пособие / М.А. Мельникова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. – 127 с.

б) дополнительная литература

1. Мельникова М.А. Практикум по общей и аналитической химии: учеб. пособие / М.А. Мельникова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2008. – 128 с.

2. Гельфман М.И. Химия: учеб.: рек. Мин. Обр. РФ/ М.И. Гельфман, В.П. Юстратов. - 3-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2003. – 472 с.

4. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

4.1. Учебно-методическая карта

№ темы	Наименование темы	Количество часов		
		Лекции	Лаб. раб.	Сам. раб.
1	Введение в аналитическую химию	2	2	-
2	Отбор и подготовка проб к анализу	2	-	-
3	Качественный анализ	2	6	3
4	Водородный показатель и его расчеты. Буферные растворы. Осадки.	2	-	4
5	Гетерогенные процессы в аналитической химии	2	-	4
6	Количественный анализ. Гравиметрический анализ.	2	4	4
7	Титриметрический анализ	2	6	5
8	Индикаторы кислотно-основного титрования	2	-	-
9	Кривые титрования	2	-	5
10	Общая характеристика физико-химических методов анализа	-	-	5
11	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	-	-	10
	Итого	18	18	40

4.2. Содержание теоретического материала

Тема 1. **Введение**

Методы химического анализа: химические, физические и физико-химические. Элементарный, функциональный, молекулярный, фазовый анализы. Аналитический сигнал.

Тема 2. **Отбор и подготовка пробы к анализу**

Генеральная лабораторная, средняя, представительная пробы. Усреднение и сокращение пробы. Подготовка пробы к анализу. Разложение пробы «сухим» и «мокрым» способами: растворение пробы, термическое разложение (озоление, пиролиз), сплавление, спекание.

Тема 3. **Качественный анализ**

Сущность качественного анализа. Классификация химических методов качественного анализа по агрегатному состоянию анализируемых веществ. Анализ «мокрым путем». Анализ «сухим путем». Классификация методов химического анализа по технике выполнения. Капельный анализ. Микрокристаллоскопический анализ.

Реагенты, применяемые в качественном анализе. Групповые реагенты, селективные реагенты, специфические реагенты. Классификация методов качественного анализа в зависимости от применяемых реагентов.

Систематический и дробный ход анализа. Чувствительность аналитических реакций.

Тема 4. **Водородный показатель и его расчеты. Буферные растворы**

Буферные растворы. Роль буферных растворов в аналитической химии. Наиболее распространенные буферные растворы. Механизм действия ацетатного буферного раствора. Буферная емкость.

Водородный показатель и его расчеты в растворах кислот, оснований и в буферных растворах.

Тема 5. **Гетерогенные процессы в аналитической химии**

Произведение растворимости. Взаимосвязь между произведением раство-

римости и растворимостью. Факторы, влияющие на образование осадков. Влияние одноименных и других ионов на растворимость электролитов. Солевой эффект. Дробное осаждение. Растворение осадков. Общие представления о процессе экстракции.

Тема 6. **Количественный анализ. Гравиметрический анализ**

Сущность количественного анализа. Классификация и характеристики методов количественного анализа. Ошибки в количественном анализе: систематические, случайные. Промахи, абсолютные и относительные. Причины, вызывающие систематические ошибки. Способы их выявления и устранения.

Гравиметрический анализ. Область применения. Методы выделения, отгонки, осаждения. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования, предъявляемые к осаждаемой форме. Требования, предъявляемые к весовой форме. Операции гравиметрического анализа: расчет и взятие навески, растворение, осаждение определяемого вещества, фильтрование, промывание осадка, высушивание и прокаливание, взвешивание и вычисление результатов анализа.

Тема 7. **Титриметрический анализ**

Сущность титриметрического анализа. Титрование. Титр. Титрант, рабочий раствор, определяемый раствор. Точка эквивалентности. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Характеристика реакций и методов титриметрического анализа. Метод кислотно-основного титрования, метод окисления-восстановления, метод осаждения, метод комплексообразования. Получение рабочих титрованных растворов с приготовленным титром и установленным титром.

Тема 8. **Индикаторы кислотно-основного титрования**

Требования, предъявляемые к индикаторам. Теории индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов. Показатель индикатора. Показатель титрования.

Кривые титрования. Сущность кривой титрования и ее роль в выборе индикатора титрования. Построение кривых титрования. Индикаторная ошибка

титрования.

Тема 9. **Общая характеристика физико-химических методов анализа**

Общие представления о физико-химических и физических методах анализа, применяемых в аналитической химии. Примеры этих методов.

Оптические: спектральные, рефрактометрия.

Электрохимические: потенциометрия, полярография, кулонометрия, кондуктометрия.

Термические методы. Радиометрические методы. Масс-спектральный метод. Хроматография.

4.3. Лабораторные занятия

Работа 1. **Реакции и ход анализа смеси катионов группы щелочных металлов и аммония**

Цель работы – осуществить на практике реакции открытия катионов первой аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Контрольные вопросы

1. Какие вопросы решает качественный анализ?

2. Почему реакции между неорганическими веществами, проводимые «мокрым путем», приводят к открытию ионов?

3. Какие соединения называются групповыми реагентами?

4. По какому принципу в кислотно-основной системе классификации катионы разделены на шесть аналитических групп?

5. Почему первая аналитическая группа не имеет группового реагента?

6. Охарактеризуйте способность гидролизоваться солей, в состав которых входят катионы калия, натрия, аммония.

7. Какое свойство солей аммония используется для удаления катионов аммония?

8. В какие цвета окрашивают пламя горелки летучие соли калия и натрия?

Работа 2. **Реакции и ход анализа смеси катионов группы хлороводородной кислоты**

Цель работы – осуществить на практике реакции открытия катионов второй аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Контрольные вопросы

1. Назовите катионы, относящиеся ко второй аналитической группе.

2. Почему катионы второй аналитической группы одинаково взаимодействуют с галогенид-ионами?

3. Какое свойство хлоридов свинца и серебра позволяет отделять их друг от друга?

4. С помощью каких реакций можно обнаружить катион серебра?

5. Какие реакции позволяют обнаружить катион свинца в растворе?

Работа 3. **Реакции и ход анализа катионов группы серной кислоты**

Цель работы – осуществить на практике реакции открытия катионов третьей аналитической группы; ознакомиться с элементами систематического анализа.

Контрольные вопросы

1. Какое химическое соединение является групповым реагентом для катионов третьей аналитической группы?

2. Почему химическая активность возрастает от кальция к барию?

3. Как изменяются растворимость солей этих элементов и основные свойства их гидроксидов от кальция к барию?

4. Будут ли гидролизоваться соли, образованные катионами кальция, стронция, бария, и анионами слабых кислот? Напишите уравнение гидролиза.

5. Назовите растворимые и нерастворимые соли кальция, стронция и бария.

6. В какие цвета окрашивают пламя летучие соли кальция, стронция и бария?

7. Почему для того, чтобы не потерять катионы кальция в процессе анализа его осаждают серной кислотой с добавлением нескольких капель ацетона или спирта?

Работа 4 . **Реакции открытия анионов**

Цель работы – ознакомиться с реакциями открытия некоторых анионов.

Контрольные вопросы

1. Почему при открытии анионов дробный метод используют чаще, чем систематический?

2. Для чего при анализе анионов используют групповые реактивы?

3. В какую аналитическую группу входят анионы I_2 и S_2? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?

4. В какую аналитическую группу входят анионы CO_3^{2-} и SiO_3^{2-}? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?

5. В какую аналитическую группу входят анионы NO_3^- и NO_2^-? Какое химическое соединение является групповым реагентом для этой группы?

Работа 5. **Определение бария в хлориде бария гравиметрическим методом**

Цель работы – ознакомиться на практике с приемами и операциями гравиметрического анализа.

Контрольные вопросы

1. Назовите достоинства и недостатки гравиметрического анализа.

2. Назовите и охарактеризуйте гравиметрические методы.

3. Из каких этапов состоит метод осаждения?

4. Дайте определение понятиям «осаждаемая форма» и «гравиметрическая форма». Какие требования к ним предъявляют?

5. Почему для перевода катионов бария в осадок используют именно серную кислоту?

6. Какие приемы позволяют укрупнить кристаллы сульфата бария?

Работа 6. **Ацидиметрическое титрование**

Цель работы – ознакомиться на практике с приемами и операциями тит-

риметрического анализа.

Контрольные вопросы

1. Перечислите методы титриметрического анализа.

2. Сформулируйте определение понятия «титр».

3. Дайте определение понятиям «титрант» и «определяемое вещество».

4. Какие вещества являются титрантами и определяемыми веществами в ацидиметрическом и в алкалиметрическом титровании?

5. Из каких веществ получают растворы с приготовленным титром, из каких – с установленным титром?

6. Как называется операция уточнения концентрации раствора? Как эта операция проводится?

7. Как называется в титриметрическом анализе момент окончания титрования?

Работа 7**. Комплексонометрическое титрование**

Цель – ознакомиться с методом комплексонометрического титрования.

Контрольные вопросы

1. Какие соединения и почему называются комплексонами?

2. Какие катионы можно количественно определить методом комплексонометрического титрования?

3. Какое значение в данном методе имеет среда титруемого раствора?

4. Что происходит при взаимодействии комплексонов с определяемыми ионами?

5. Почему в точке эквивалентности в комплексонометрии изменяется окраска титруемого раствора?

6. Какие катионы придают воде жесткость?

7. Какой индикатор применяют для определения жесткости, создаваемой ионами кальция, какой – для определения общей жесткости?

4.4. Самостоятельная работа

По аналитической химии выполняются самостоятельные работы по те-

мам:

1. Общетеоретическая часть (смешение и разбавление растворов, водородный показатель в растворах кислот и оснований, произведение растворимости, процессы образования и растворения осадков).

2. Гравиметрический анализ.

3. Титриметрический анализ.

Все самостоятельные работы излагаются в учебном пособии «Самостоятельные работы по общей и аналитической химии», часть 2.

С целью оказания помощи студентам в выполнении заданий приведены примеры решения задач по всем темам.

4.5. Вопросы для подготовки к зачету. Критерии оценки знаний

Примерные вопросы для подготовки к зачету

1. Аналитическая химия, химический анализ. Метод и методика анализа.

2. Химические, физические и физико-химические методы анализа. Элементный и функциональный анализы.

3. Отбор пробы. Подготовка пробы к анализу: высушивание и разложение пробы сухим и мокрым способами.

4. Классификация методов качественного анализа по агрегатному состоянию анализируемых веществ, по технике выполнения и в зависимости от применяемых реактивов.

5. Групповые, селективные и специфические реактивы.

6. Систематический и дробный ход анализа.

7. Чувствительность аналитических реакций.

8. Буферные растворы. Буферная емкость.

9. Влияние одноименного иона на процесс образования осадка. Солевой эффект.

10. Условия образования осадков: влияние растворимости осаждаемого соединения, количества осадителя, степени диссоциации осадителя и водородного показателя на полноту осаждения.

11. Сущность гравиметрического анализа. Методы гравиметрического анализа.

12. Осаждаемая и гравиметрическая формы и требования, предъявляемые к ним.

13. Сущность титриметрического анализа. Титрант и определяемый растворы. Точка эквивалентности и ее определение. Титр. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.

14. Кислотно-основное титрование: ацидиметрия и алкалиметрия.

15. Титрование сильной кислоты сильным основанием, титрование слабой кислоты сильным основанием, титрование слабого основания сильной кислотой.

16. Методы титриметрического анализа: перманганатометрия и осаждение.

17. Комплексонометрическое титрование.

18. Индикаторы кислотно-основного титрования. Теории индикаторов. Интервал перехода окраски индикаторов. Показатель титрования.

19. Кривые титрования. Кривая титрования сильной кислоты сильным основанием.

20. Кривые титрования. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием.

21. Кривые титрования. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой.

Критерии оценки знаний

1. К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие лабораторные работы и защитившие их.

2. Зачет сдают по билетам, в которые включены 2 теоретических вопроса и практическая операция.

5. Для получения зачета надо знать ответы все вопросы и суметь выполнить практическое задание.

4.6. Рекомендуемая литература

а) основная литература

1. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика: в 2 кн.: учеб.: рек. Мин. обр. РФ. Кн. 2: Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. - 2005. - 560 с.
2. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб.: в 2 кн.. Кн. 2: Физико-химические методы анализа. - 2007. - 384 с.
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия : учеб.: рек. Мин. обр. РФ: в 2 кн. - (Высшее образование). Кн. 1: Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - 2007. - 368 с.

б) дополнительная литература

1. Аналитическая химия : в 2 кн.: учеб. пособие: рек. Мин. обр. / А.Т. Пилипенко, И.В. Пятницкий. Кн. 2. - 1990. - 846 с.
2. Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учеб.: рек. Мин. обр. / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. - М.: Высш. шк., 1991. - 256 с.
3. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа: Учебник для вузов / Жуков А.Ф., Колосова И.Ф., Кузнецов В.В.; ред. Петрухин О.М. - М.: Химия, 2001. - 496с.
4. Отто, Маттиас. Современные методы аналитической химии: Учебник: В 2 т. - (Мир химии). Т. 1 : учебник. - 2003. - 413 с.
5. Мельникова М.А. Самостоятельные работы по общей и аналитической химии : учеб. пособие / М.А. Мельникова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2007. – 127 с.
6. Мельникова М.А. Практикум по общей и аналитической химии: учеб. пособие / М.А. Мельникова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2008. – 128 с.

5. ОБЩАЯ И НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

5.1.Учебно-методическая карта

№ темы	Наименование темы	Количество часов		
		Лекции	Лаб. раб.	Сам. раб.
1	Теоретические основы органической химии	4	4	4
2	Предельные углеводороды	2	4	4
3	Непредельные углеводороды	4	4	4
4	Ароматические углеводороды	4	4	4
5	Галогенопроизводные углеводородов	2	2	2
6	Спирты и фенолы	4	4	3
7	Альдегиды и кетоны	2	2	3
8	Карбоновые кислоты	4	4	4
9	Азотсодержащие соединения	4	4	4
10	Углеводы	4	4	4
11	Гетероциклические соединения	2		4
	Итого	36	36	40

5.2. Содержание теоретического материала

Тема 1. **Предмет органической химии. Теоретические представления в органической химии (4 час.)**

Изучение соединений углерода. Причины выделения органической химии в самостоятельную науку. Основные сырьевые источники углеводородов: каменный уголь, нефть, природный и попутный газы. Понятие о методах выделения, очистки и идентификации органических веществ. Классификация органических соединений.

Краткие сведения о развитии теоретических представлений в органической химии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Значение теории.

Электронная теория химической связи. Влияние на развитие органиче-

ской химии квантово-химических представлений. Ионная связь. Ковалентная связь. Семиполярная связь. Водородная связь. Характеристики ковалентной связи.

Теория направленных валентностей. Три валентных состояния атома углерода. Тетраэдрическая, тригональная и диагональная гибридизация. Примеры соединений, длины связей и валентные углы. Энергия, длина и поляризуемость простой, двойной и тройной связи в этане, этилене и ацетилене. Зависимость значений электроотрицательности атома углерода от его валентного состояния.

Теория электронных смещений. Индуктивный эффект. Зависимость полярности σ-связи от электроотрицательности элементов. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Зависимость значения индуктивного эффекта от электроотрицательности заместителей. Затухание индуктивного эффекта по цепи. Влияние индуктивного эффекта на физические и химические свойства. Мезомерный эффект. Неполярный и полярные мезомерные эффекты. Энергия мезомерии, влияние на устойчивость системы. Влияние мезомерного эффекта на физико-химические свойства.

Изомерия. Определение. Структурная изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы. Геометрическая изомерия на примере 2-бутена. Физические и химические свойства геометрических изомеров. Оптическая изомерия. Понятие о хиральности. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода, энантиомеры (антиподы), рацематы. Проекционные формулы Фишера, знак вращения и конфигурация. Правила для определения относительной конфигурации. Физические и химические свойства оптических изомеров.

Классификация органических реакций. По направлению: присоединение (A), замещение (S), отщепление (E), перегруппировка. По характеру реагирующих частиц: гомолитические (радикальные) и гетеролитические (нуклеофильные и электрофильные). Понятие о субстрате и реагенте, радикальных, нуклеофильных и электрофильных частицах. Понятие о моно-, би- и полимолекуляр-

ных реакциях.

Тема 2. **Предельные углеводороды (алканы) (2 час.)**

Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные атомы углерода. Алкильные радикалы. Нахождение алканов в природе и их промышленное применение. Методы синтеза алканов: гидрирование алкенов, реакция Вюрца, синтез Дюма. Промышленные способы получения и выделения алканов. Физические свойства алканов. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование. Радикальный механизм реакции замещения. Окисление. Отщепление. Крекинг алканов, его значение.

Тема 3. **Непредельные углеводороды (4 час.)**

Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула. Природа двойной связи. Номенклатура. Изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, геометрическая. Способы получения алкенов: дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов, дегалогенирование вицинальных дигалогеноалканов, гидрирование ацетиленовых углеводородов. Химические свойства алкенов. Реакции присоединения. Гидрирование, галогенирование. Гидрогалогенирование, механизм электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Гидратация алкенов. Окисление. Полимеризация. Полиэтилен, полипропилен.

Классификация и номенклатура диеновых углеводородов. Изомерия. Электронное строение 1,3-бутадиена, схемы σ- и π- связей. Неполярный мезомерный эффект. Методы синтеза диенов с сопряженными двойными связями. Получение 1,3-бутадиена из бутан-бутеновой фракции крекинг-газов и изопрена из пентановой фракции нефти. Химические свойства диенов с сопряженными связями. Гидрирование. Гидрогалогенирование 1,3-бутадиена (A_E – механизм). Натуральный каучук, его строение. Синтетические каучуки.

Гомологический ряд алкинов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура.

Электронное строение ацетилена. Физические свойства ацетиленовых углеводородов. Способы получения: получение ацетилена из карбида кальция, крекингом метана. Получение алкинов дегидрогалогенированием вицинальных дигалогенидов, дегалогенированием тетрагалогенидов. Химические свойства. Кислотные свойства алкинов: получение ацетиленидов натрия, тяжелых металлов. Реакции присоединения к алкинам: гидрирование, гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация (М.Г. Кучеров). Правило Эльтекова. Присоединение циановодородной и уксусной кислот, спиртов. Полимеризация. Применение ацетилена.

Тема 4. **Ароматические углеводороды (арены) (4 час.)**

Понятие об ароматичности. Источники ароматических соединений: нефть, каменноугольная смола, коксовый газ. Бензол. Молекулярная формула бензола, структурная формула Кекуле, ее недостатки. Электронное строение бензола, данные рентгеноструктурного анализа. Ароматическое сопряжение в бензоле, энергия мезомерии. Правило ароматичности Хюккеля.

Методы создания бензольного кольца: дегидрирование циклоалканов и циклоалкенов, дегидроциклизация алканов, циклотримеризация ацетилена. Пути химических превращений бензольного ядра. Присоединение: гидрирование, хлорирование. Окисление. Электрофильное замещение в молекуле бензола. Двухстадийный механизм реакции. Реакции алкилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования.

Гомологи бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Получение гомологов бензола. Реакция Вюрца-Фиттига. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу, алкилирующие реагенты. Толуол, электронное строение. Влияние метильной группы на реакционную способность кольца и влияние кольца на реакционную способность метильной группы. Свойства алкилбензолов. Электрофильное замещение. Окисление.

Правила ориентации для реакций электрофильного замещения в бензольном кольце. Нарушение симметрии при введении заместителя в бензольное

кольцо. Заместители первого и второго рода. Трактовка правил ориентации с точки зрения электронного строения молекулы.

Многоядерные соединения с неконденсированными бензольными кольцами. Дифенил, его получение. Фенилметаны.

Многоядерные соединения с конденсированными бензольными кольцами. Нафталин. Электронное строение. Изомерия. Источники получения. Квазиароматические свойства. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование. Реакции присоединения. Окисление. Сопоставление ароматических свойств бензола и нафталина.

Тема 5. **Галогенопроизводные углеводородов (2 час.)**

Строение и классификация галогенопроизводных. Моногалогенопроизводные алканов. Изомерия, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные алкилгалогениды. Электронное строение. Физические свойства. Получение галогеналканов: из алканов, спиртов, этиленовых и ацетиленовых углеводородов. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения галогена. Взаимодействие с водными растворами щелочей, спиртами, аминами, солями синильной кислоты. Механизм реакций S_N1 и S_N2. Правило Зайцева. Взаимодействие галогеналканов с металлами: натрием, цинком.

Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Винилхлорид, электронное строение. Причина низкой реакционной способности в реакциях S_N.

Галогенопроизводные бензола и его гомологов. Строение арилгалогенидов. Получение. Условия галогенирования в ядро и в боковую цепь. Химические свойства. нуклеофильное замещение атома галогена. Сравнение химической активности галогена в кольце и в боковой цепи.

Тема 6. **Спирты и фенолы (4 час.)**

Одноатомные спирты алифатического ряда. Гомологический ряд, изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, карбинольная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные спирты. Электронное строение этилового спирта. Физические свойства. Растворимость в воде. Межмолекулярная

водородная связь в спиртах. Способы получения спиртов: гидролиз галогеналканов, гидратация алкенов, восстановление карбонильных соединений. Получение спиртов гидролизом сложных эфиров и из аминов.

Многообразие химических свойств спиртов. Кислотно-основные свойства спиртов. Сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Взаимодействие с металлами. Нулеофильное замещение гидроксогруппы. Взаимодействие с галогеноводородными кислотами, с галогенидами фосфора. Сложные эфиры минеральных кислот. Алкилирование спиртов, получение простых эфиров. Отщепление. Внутримолекулярная дегидратация, ориентация отщепления, правило Зайцева. Окисление спиртов. Действие окислителей на первичные, вторичные и третичные спирты.

Понятие о непредельных спиртах. Производные винилового спирта: винилацетат, поливиниловый спирт.

Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин. Получение. Химические свойства. Кислотно-основные свойства. Тринитрат глицерина. Глицерат меди. Полигликоли, их значение для синтеза моющих средств.

Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Электронное строение фенола. Взаимное влияние бензольного кольца и гидроксильной группы. Методы получения фенолов. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в ядре: нитрование, галогенирование, алкилирование. Реакции гидроксильной группы: кислотные свойства, алкилирование, ацилирование, нуклеофильное замещение. Различие свойств фенолов и ароматических спиртов. Двухатомные и трехатомные фенолы. Пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Пирогаллол. Использование фенолов в промышленности. Понятие о фенолформальдегидных смолах.

Тема 7. **Альдегиды и кетоны. (2 час.)**

Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Изомерия, номенклатура. Электронное строение карбонильной группы, ее влияние на углеводородный радикал. Полярность карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и

кетонов. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление и дегидрирование спиртов, пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот, гидролиз геминальных дигалогенопроизводных, гидратация ацетиленовых углеводородов. Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе. Примеры реакций: присоединение цианистоводородной кислоты, гидросульфита натрия, спиртов, аммиака и его производных. Реакции с участием α-водородного атома.

Енолизация альдегидов и кетонов в щелочной и кислой среде. Альдольная конденсация. Кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции. Восстановление альдегидов и кетонов в спирты. Окисление альдегидов и кетонов, правило Попова. Качественные реакции альдегидов: реакция серебряного зеркала, взаимо-действие с гидроксидом меди. Реакции Канниццаро и Тищенко. Реакции замещения α-водородных атомов на галоген. Взаимодействие с пентахлоридом фосфора. Важнейшие представители. Применение.

Ароматические альдегиды и кетоны. Способы получения бензальдегида, ацетофенона и бензофенона. Реакции, общие с алифатическими альдегидами и кетонами. Бензоиновая конденсация. Окисление. Реакции Канниццаро и Тищенко.

Тема 8. **Карбоновые кислоты и их производные (4 час.)**

Строение и классификация карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы. Взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп.

Предельные монокарбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Методы синтеза: окисление спиртов и альдегидов; гидролиз тригалогенопроизводных и нитрилов; гидролиз жиров и масел. Физические свойства карбоновых кислот. Межмолекулярные водородные связи. Химические свойства. Кислотные свойства. Сравнение кислотных свойств минеральных кислот, органических кислот, воды и спиртов. Влияние строения радикала и заместителей в цепи на кислотные свойства карбоновых кислот. Соли. Использо-

вание солей карбоновых кислот для получения алканов, альдегидов и кетонов. Основные свойства карбоновых кислот. Влияние карбоксильной группы на подвижность α-водородного атома. Галогенирование кислот. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы. Функциональные производные карбоновых кислот. Хлорангидриды, ангидриды: получение, использование в качестве ацилирующих агентов. Сложные эфиры карбоновых кислот. Этерификация. Гидролиз сложных эфиров. Амиды, способы получения.

Отдельные представители предельных монокарбоновых кислот: муравьиная, уксусная, пальмитиновая, стеариновая кислоты.

Непредельные кислоты жирного ряда. Номенклатура, изомерия. Акриловая, метакриловая, кротоновая, изокротоновая, винилуксусная кислоты. Геометрическая изомерия непредельных кислот. Реакции присоединения к α,β-непредельным кислотам через стадию 1,4-присоединения. Полимеризация эфиров акриловой и метакриловой кислот. Непредельные высшие карбоновые кислоты: олеиновая, линолевая, линоленовая.

Жиры. Строение триглицеридов. Высшие жирные придельные и непредельные кислоты, входящие в состав жиров. Гидролиз жиров. Гидрирование. Мыла, получение из жиров. Синтетические моющие средства.

Дикарбоновые кислоты. Получение, свойства. Сравнение кислотных свойств одноосновных и двухосновных кислот. Отдельные представители: щавелевая, янтарная, глутаровая, адипиновая кислоты.

Ароматические карбоновые кислоты. Получение бензойной кислоты. Химические свойства. Кислотные свойства, соли, сложные эфиры, декарбоксилирование. Реакции по бензольному кольцу. Дикарбоновые ароматические кислоты: фталевая, изофталевая, терефталевая кислоты. Использование диалкилфталатов в качестве репеллентов и пластификаторов. Глифталевые смолы. Полиэтилентерефталат.

Тема 9. **Азотсодержащие соединения (4 час.)**

Амины алифатического ряда. Изомерия. Номенклатура. Первичные, вто-

ричные и третичные амины, их электронное строение. Получение аминов: из галогеноалканов, восстановлением нитросоединений и нитрилов. Химические свойства аминов. Кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами спиртов. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов. Реакции алкилирования и ацилирования аминов. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины. Диамины: гексаметилендиамин, его практическое значение.

Аминокислоты, изомерия, номенклатура. Оптическая изомерия α-аминокислот. Синтез аминокислот: аминирование галогенокислот; из альдегидов и кетонов; микробиологический синтез аминокислот; получение гидролизом белка. Химические свойства аминокислот. Амфотерность и образование биполярных ионов. Изоэлектрическая точка. Образование солей при взаимодействии с кислотами и основаниями. Комплексные соли с ионами меди(II). Реакции по карбоксильной группе: образование сложных эфиров, галогеноангидридов, амидов. Реакции по аминогруппе: ацилирование, алкилирование, взаимодействие с азотистой кислотой. Отношение к нагреванию α-, β-, γ- и δ-аминокислот. Понятие о полипептидах. Полиамидные полимеры: капрон, энант.

Приодные полимеры – белки. Понятие о строении белков.

Классификация, изомерия и номенклатура ароматических аминов. Получение анилина из нитробензола и хлорбензола. Получение вторичных и третичных аминов. Физические свойства и электронное строение анилина. Химические свойства ароматических аминов. Реакции аминогруппы: кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами алифатических аминов и аммиака. Влияние заместителей в кольце на основные свойства. Алкилирование, ацилирование, арилирование аминогрупп. Реакции с азотистой кислотой первичных, вторичных и третичных аминов. Реакции в ядре: галогенирование анилина, нитрование, сульфирование.

Реакция диазотирования и условия ее проведения. Строение солей диазо-

ния. Химические свойства. Реакции солей диазония с выделением азота. Гидролиз; замещение диазогруппы на водород; получение иодбензола. Реакции Зандмейера: роль катализатора. Замена диазогруппы на хлор, бром, нитрильную группу. Реакции солей диазония без выделения азота: реакция азосочетания с фенолами и третичными ароматическими аминами. Азосоединения, азокрасители. Объяснение окраски наличием системы сопряженных связей.

Тема 10. **Углеводы (4 час.)**

Строение, общая формула, классификация углеводов. Распространение в природе и практическое применение.

Моносахариды. Классификация. Изомерия: изомерия, обусловленная наличием альдегидной или кето-группы; оптическая изомерия. Структурные и проекционные формулы, антиподы. D и L- ряды, связь с конфигурацией глицеринового альдегида. Проекционные формулы глюкозы, маннозы, галактозы, фруктозы. Кольчато-цепная таутомерия. Мутаротация, α- и β- формы (аномеры). Изомерия, связанная с наличием пиранозного и фуранозного циклов. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Перспективные формулы Хеуорса.

Химические свойства. Реакции карбонильных цепных форм. Присоединение синильной кислоты. Окисление: в кислой среде – получение одноосновных (альдоновых) и двухосновных (аровых) кислот; в щелочной среде – реакция серебряного зеркала, взаимодействие с реактивом Фелинга. Восстановление альдоз и кетоз в многоатомные спирты. Действие щелочей, эпимеризация. Реакции циклических форм. Сахараты. Свойства полуацетального гидроксила, его отличие от остальных гидроксогрупп. Получение и гидролиз гликозидов. Исчерпывающее алкилирование и ацилирование.

Дисахариды. Общая формула. Два типа дисахаридов (восстанавливающие и невосстанавливающие). Гликозидогликозиды: сахароза. Инверсия сахарозы. Гликозидоглюкозы: мальтоза, целлобиоза, лактоза. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Мутаротация. Отношение к реактиву Фелинга. Гидролиз дисахаридов.

Полисахариды. Природные биополимеры. Крахмал, его строение. Амилоза и амилопектин. Гидролиз крахмала. Целлюлоза. Отличие от строения крахмала. Гидролиз целлюлозы. Гидролизный спирт. Применение целлюлозы и ее производных (нитратов, ацетатов). Искусственные волокна (вискозное, медно-аммиачное, ацетатное).

Тема 11. **Гетероциклические соединения (2 час.)**

Определение, классификация гетероциклических соединений, их распространение в природе, значение. Пятичленные гетероциклы: пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение, валентное состояние гетероатомов. Энергия мезомерии пятичленных гетероциклов. Взаимопревращения гетероциклов. Квазиароматические свойства гетероциклов. Реакции присоединения: гидрирование. Реакции электрофильного замещения. Мягкие нитрующие, ацилирующие и сульфирующие средства. Сравнение реакционной способности бензола и пятичленных гетероциклов. Ацидофобность пиррола и фурана. Кислотные и основные свойства пиррола. Природные соединения, содержащие ядро пиррола.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, пиримидин. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина и пиримидина: витамины, азотистые основания, алкалоиды.

5.3. Лабораторные занятия

Занятие 1. Предмет органической химии. Классификация и номенклатура органических соединений (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Многообразие органических соединений, его причины. Особенности строения атома углерода.
2. Классификация органических соединений. Понятие о функциональной группе и функциональных производных.
3. Принципы номенклатуры органических соединений. Тривиальная, рациональная, систематическая номенклатура. Правила ИЮПАК.

4. Правила поведения и техники безопасности при работе в химической лаборатории.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Как называется радикал: $CH_3 - CH_2 - CH_2(-CH_2-)$

а) изопропил; б) изобутил; в) втор-бутил; г) бутил

2. Как называется радикал $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 -$

а) изопропил; б) изобутил; в) втор-бутил; г) бутил

3. Как называется радикал $CH_3 - CH(CH_3) -$

а) изопропил; б) изобутил; в) втор-бутил; г) пропил

4. Выберите правильное название соединению

$$CH_3 - CH(CH_2-CH_3) - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$$

а) 3-метил-5-этилгексан; б) 3,5-диметилгептан;

в) 2-этил-4-метилгексан; г) изононан

5. Выберите правильное название соединению $CH_2(CH_3) - CH(CH_2 - CH_3) - CH(CH_3) - CH_3$;

а) 1,4-диметил-2-этилпентан; б) 2,5-диметил-4-этилпентан;

в) 2-метил-4-этилгексан; г) 3-этил-5-метилгексан

6. Выберите правильное название соединению

$$CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH(CH_3) - CH(CH_3) - CH_3$$

а) 2,3,5-триметилгексан; б) 2,4,5-триметилгексан;

в) 2-метил-4,5-диметилгексан; г) изононан

Занятие 2. Теоретические представления в органической химии (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова. Значение теории.
2. Химическая связь в органических соединениях. Ковалентная связь. Семиполярная связь. Водородная связь.
3. Характеристика ковалентной связи. Свойства ковалентной связи.
4. Теория гибридизации. Типы гибридизации. Три валентных состояния атома углерода.
5. Характеристики одинарной, двойной и тройной углерод-углеродной связи. Длина, энергия, кратность, поляризуемость. Примеры соединений.
6. Теория электронных смещений. Индукционный и мезомерный эффект.
7. Изомерия. Структурная изомерия.
8. Геометрическая изомерия.
9. Оптическая изомерия.
10. Понятие о субстрате и реагенте. Радикальные, нуклеофильные, электрофильные частицы.
11. Классификация органических реакций.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какой тип гибридизации атома углерода в предельных углеводородах:

   а) sp; б) sp^2; в) sp^3; г) s^2p^2

2. 1-Бутен и 2-бутен являются:

   а) структурными изомерами по строению углеродного скелета;

   б) структурными изомерами по положению кратной связи;

   в) гомологами;

   г) цис-, транс-изомерами

3. Какой реагент называется нуклеофильным:

   а) Cl_2; б) Br•; в) Cl^-; г) NO_2^+

4. Укажите частицу, обладающую отрицательным индукционным и положительным мезомерным эффектом:

   а) $–NO_2$; б) $–NH_2$; в) $–CH_3$; г) –COOH

5. Какое соединение содержит углерод во втором валентном состоянии:

   а) HC≡CH; б) $CH_3 – CH_3$; в) CH_3OH; г) $CH_3CH=O$

6. Чему равно расстояние между атомами углерода в sp^3-гибридизации:

   а) 0,14 нм; б) 0,154 нм; в) 0,120 нм; г) 0,134 нм

7. Чему равен валентный угол между sp-гибридными орбиталями атома углерода:

   а) 180°; б) 120°; в) $109^o28'$; г) 90°

8. Какого типа орбитали участвуют в образовании тройной связи между атомами углерода:

   а) 2p+sp; б) 2sp+s; в) sp^3+2p; г) 3sp

9. Какая реакция относится к S_N типу:

   а) $CH_4 + Cl▪ \rightarrow CH_3▪ + HCl$; б) $C_6H_6 + Cl^+ \rightarrow C_6H_5Cl + H^+$;

   в) $CH_3I + NO_2^- \rightarrow CH_3NO_2 + I^-$; г) $C_6H_6 + NO_2^+ \rightarrow C_6H_5NO_2 + H^+$

10. Для какого соединения не характерна водородная связь:

    а) CH_3COOH; б) H_2O; в) CH_3OH; г) CH_4

11. В какой реакции происходит гомолитический разрыв связи:

    а) $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$; б) $NH_4OH \rightarrow NH_4^+ + OH^-$;

    в) $CH_3Cl \rightarrow CH_3^+ + Cl^-$; г) $CH_3 – CH_3 \rightarrow C_2H_5▪ + H▪$

Занятие 3. Предельные углеводороды (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика предельных углеводородов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Особенности химического поведения предельных углеводородов. Причина низкой реакционной способности. Механизм реакций радикального замещения.

4. Практическое использование и переработка предельных углеводородов.

5. Получение метана в лаборатории. Изучение его химической активности в реакциях присоединения и окисления. Исследования отношения алканов к концентрированным кислотам.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Выберите правильное название соединению CH_3-CH(C_2H_5)-CH_2-CH(CH_3)-CH_3

   а) 2-метил-4-этилпентан; б) 2-этил-4-метилпентан;

   в) 2,4-диметилгексан; г) 3,5-диметилгексан

2. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, являются предельными:

   а) C_7H_{14}; б) C_2H_2; в) C_8H_{18}; г) C_6H_6

3. Реакции замещения у алканов сначала протекают у атома углерода:

   а) первичного; б) вторичного; в) третичного; г) четвертичного

4. При фотохимическом хлорировании (1 моль) бутана образуется:

   а) 1-хлорбутан; б) 2-хлорбутан;

   в) 2,2-диметилбутан; г) 3-хлорбутан

5. Алканы вступают в реакции:

   а) присоединения ; б) замещения;

   в) окисления; г) с конц. кислотами

6. Составьте молекулярную формулу предельного углеводорода, в цепи которого 18 атомов углерода:

   а) $C_{18}H_{36}$; б) $C_{18}H_{38}$; в) $C_{18}H_{34}$; г) $C_{18}H_{30}$

7. Назвать диизопропилметилметан по систематической номенклатуре:

   а) 4-метилгептан; б) 2,5-диметилгексан;

   в) изооктан; г) 2,3,4-триметилпентан

8. Какие углеводороды получатся при действии металлического натрия (реакция Вюрца) на 1-хлорбутан:

   а) октан; б) изооктан; в) 1-бутен; г) бутан;

Занятие 4. Этиленовые углеводороды (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика этиленовых углеводородов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.
2. Промышленные и лабораторные методы получения.
3. Особенности химического поведения этиленовых углеводородов. Причина высокой реакционной способности. Механизм реакций присоединения. Правила присоединения к несимметричным алкенам.
4. Практическое использование этиленовых углеводородов.
5. Получение этилена в лаборатории. Изучение его химической активности в реакциях присоединения и окисления. Исследования отношения алкенов к концентрированным кислотам. Сравнение свойств алканов и алкенов.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какой тип гибридизации атома углерода в этиленовых углеводородах:

   а) sp; б) sp^2; в) sp^3; г) s^2p^2

2. Какое соединение получится при действии на 1,2-дибромбутан цинком (пыль) при нагревании:

   а) 1-бутен; б) бутан; в) 1-бутин; г) 2-бромбутан

3. Составьте молекулярную формулу этиленового углеводорода, в цепи которого 18 атомов углерода:

   а) $C_{18}H_{36}$; б) $C_{18}H_{38}$; в) $C_{18}H_{34}$; г) $C_{18}H_{30}$

4. Для алкенов не характерны реакции:

   а) присоединения; б) замещения;

   в) окисления; г) с конц. кислотами

5. Какое соединение получится при действии на 2-бромбутан: спиртовым раствором щелочи:

   а) 2-бутен; б) бутан; в) 1-бутен; г) 2-бутин

6. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, относятся к этиленовым:

а) C_7H_{14}; б) C_2H_2; в) C_8H_{18}; г) C_6H_6

7. Какой углеводород получится при дегидратации 2-бутанола:

а) 1-бутен; б) бутан; в) 2-бутен; г) 2-бутин

8. Назвать сим-изопропилэтилэтилен по систематической номенклатуре:

а) 2-метил-3-гексен; б) 5-метил-3-гексен;

в) 3-гептен; г) 3-метил-2-этил-1-бутен

Занятие 5. Ацетиленовые углеводороды (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика ацетиленовых углеводородов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Особенности химического поведения ацетиленовых углеводородов. Многообразие химических свойств алкинов.

4. Практическое использование алкинов и их производных для получения высокомолекулярных соединений.

5. Получение ацетилена в лаборатории. Изучение его химической активности в реакциях присоединения и окисления. Исследование кислотных свойств. Сравнение химической активности алкинов с алканами и алкенами.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какой тип гибридизации атома углерода в ацетиленовых углеводородах:

а) sp; б) sp^2; в) sp^3; г) s^2p^2

2. При гидратации ацетилена получится:

а) этиловый спирт; б) виниловый спирт;

в) уксусный альдегид; г) кетон

3. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, относятся к ацетиленовым:

а) C_7H_{14}; б) C_2H_2; в) C_8H_{18}; г) C_6H_6

4. Какой ацетиленовый углеводород взаимодействует с раствором $[Cu(NH_3)_2]OH$:

а) 1-бутин; б) 2-бутин; в) 2-пентин; г) 4-метил-2-пентин

5. При тримеризации ацетилена можно получить:

а) винилацетилен; б) бутадиен;

в) дивинилацетилен; г) бензол

6. Назвать 2,6-диметил-4-октин по рациональной номенклатуре:

а) диизобутилацетилен; в) втор-бутилизобутилацетилен;

б) ди-втор-бутилацетилен; г) дибутилацетилен

7. С помощью какой реакции можно отличить ацетилен от этилена:

а) с бромной водой; б) с раствором перманганата калия;

в) с бромоводородом; г) с раствором $[Cu(NH_3)_2]OH$

8. Какой углеводород получится при действии цинковой пыли при нагревании на 2,2,3,3-тетрабромпентан:

а) 2-пентен; б) 3-пентен; в) 2-пентин; г) 3-пентин

Занятие 6, 7. Ароматические углеводороды (4 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика ароматических углеводородов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия. Особенности строения.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Особенности химического поведения ароматических углеводородов. Причина своеобразия химического поведения. Механизм реакций электрофильного замещения.

4. Практическое использование и переработка ароматических углеводородов.

5. Исследование физических и химических свойств бензола и его гомологов в лаборатории. Изучение их химической активности в реакциях присоединения и окисления. Сравнение свойств аренов со свойствами предельных и непредельных углеводородов.

6. Исследование условий протекания реакций замещения в ряду ароматических углеводородов. Изучение влияния заместителей на направление протекания реакций.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какие из углеводородов, формулы которых приведены ниже, относятся к ароматическим:

   а) C_7H_{14}; б) C_2H_2; в) C_8H_{18}; г) C_6H_6

2. Чему равно расстояние между атомами углерода в молекуле бензола:

   а) 0,14 нм; б) 0,154 нм; в) 0,120 нм; г) 0,134 нм

3. Чему равен валентный угол между орбиталями атома углерода в молекуле бензола:

   а) 180°; б) 120°; в) $109^o28'$; г) 90°

4. Бензол легко вступает в реакции:

   а) присоединения; б) замещения;

   в) окисления; г) полимеризации

5. При хлорировании хлорбензола получится:

   а) о-дихлорбензол; б) м-дихлорбензол;

   в) п-дихлорбензол; г) о- и п-дихлорбензолы

6. При сульфировании метилбензола сульфогруппа вступает:

   а) в орто-положение; б) в мета-положение;

   в) в пара-положение; г) в орто- и пара-положения

7. Выберите заместитель первого рода:

   а) $–NO_2$; б) –COOH; в) –OH; г) $–SO_3H$

8. При нитровании толуола получится:

   а) о-нитротолуол; б) м-нитротолуол;

   в) п-нитротолуол; г) о- и п-нитротолуолы

Занятие 8. Обобщение сведений об углеводородах. Генетическая связь углеводородов

Вопросы для изучения:

1. Номенклатура различных классов углеводородов.

2. Способы получения и химические свойства углеводородов. Взаимосвязь разных классов углеводородов.

3. Решение заданий по написанию химических формул соединений, номенклатуре, осуществлению превращений между разными классами углеводородов.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какое соединение получится при последовательном действии на 1-бутен: водой (кислая среда), серной кислотой (при нагревании), бромом (1 моль):
   а) 1,2-дибромбутан; б) 2,3-дибромбутан;
   в) 1-бромбутан; г) 2-бромбутан
2. Какое соединение получится при последовательном действии на 1,2-дибромбутан: цинком (пыль), бромоводородом, металлическим натрием:
   а) 1-бутен; б) бутан; в) октан; г) 3,4-диметилгексан
3. Какое соединение получится при последовательном действии на 2-бромбутан: спиртовым раствором щелочи, хлором (1 моль), цинком (пыль):
   а) 2-бутен; б) бутан; в) 1-бутен; г) 1-бутин
4. Какое соединение получится при последовательном действии на бензол: хлористым метилом (Fe), хлором (1 моль, при нагревании, Fe), перманганатом калия (серная кислота):
   а) о-хлорбензойная кислота; б) п-хлорбензойная кислота;
   в) м-хлорбензойная кислота; г) о- и п-хлорбензойная кислота;
5. Какое соединение получится при последовательном действии на бензол: хлористым метилом (Fe), перманганатом калия (серная кислота); хлором (1 моль, при нагревании, Fe):
   а) о-хлорбензойная кислота; б) п-хлорбензойная кислота;
   в) м-хлорбензойная кислота; г) о- и п-хлорбензойная кислота;

Занятие 9. Галогенопроизводные углеводородов (2 часа).

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика галогенопроизводных предельных углеводородов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.
2. Промышленные и лабораторные методы получения.
3. Особенности химического поведения галогенопроизводных предельных углеводородов. Причина высокой химической активности. Использование реакций замещения для получения других классов органических соединений.
4. Общие представления о галогенопроизводных непредельных и ароматических углеводородов.
5. Практическое использование галогенопроизводных углеводородов.
6. Получение галогенопроизводных предельных углеводородов в лаборатории. Изучение их физических и химических свойств. Проведение качественных реакций. Установление влияния характера связи галогена с бензольным кольцом на химическую активность соединений.

Примерные задания для самоконтроля:

1. При действии на 2-хлорбутан спиртового раствора щелочи получится:

   а) 2-бутанол; б) 1-бутен; в) 2-бутен; г) бутан

2. Назовите пропилбромид по систематической номенклатуре:

   а) 1-бромпропан; б) 2-бромпропан;

   в) 3-бромпропан; г) бромэтилметан

3. К какому типу галогенопроизводных относится соединение из п.2:

   а) к первичным; б) к вторичным;

   в) к третичным; г) к четвертичным

4. Какое монохлорпроизводное получится при гидрохлорировании 2-бутена:

   а) 3-хлорбутан; б) 2-хлор-2-бутен;

   в) 1-хлор-2-бутен; г) 2-хлорбутан

5. При хлорировании хлорбензола получится:

   а) о-дихлорбензол; б) м-дихлорбензол;

в) п-дихлорбензол; г) о- и п-дихлорбензолы

6. Какое хлорпроизводное необходимо взять для получения гексана по реакции Вюрца:

а) 3-хлорпропан; б) 1-хлоргексан;

в) 1-хлорпропан; г) изопропилхлорид

7. Какое соединение получится при дегидрохлорировании 2-хлор-2-метилбутана;

а) 3-метил-2-бутен; б) 2-метил-2-бутен;

в) 2-метил-3-бутен; г) 2-метил-1-бутен

8. В результате взаимодействия пропена с бромоводородом образуется:

а) 1-бромпропан; б) 2-бромпропен;

в) 1,2-дибромпропан; г) 2-бромпропан

Занятие 10, 11. Спирты. Фенолы (4 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика предельных спиртов. Общая характеристика фенолов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия. Отличие фенолов от спиртов.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Особенности химического поведения спиртов. Многообразие химических свойств. Реакции замещения, кислотные свойства, окислительно-восстановительные свойства.

4. Особенности химического поведения фенолов. Многообразие химических свойств. Реакции по гидроксильной группе и по бензольному кольцу.

5. Общие представления о непредельных и ароматических спиртах. Многоатомные спирты. Многоатомные фенолы.

6. Практическое использование спиртов и фенолов.

7. Исследование физических свойств спиртов в лаборатории. Изучение их химической активности: кислотные свойства, реакции окисления, этерификации. Проведение качественных реакций на многоатомные спирты.

8. Исследование физических и химических свойств фенолов в лаборатории. Проведение качественных реакций на фенолы.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Спирты можно получить реакцией гидратации:

   а) алкенов; б) алкинов; в) алканов; г) альдегидов

2. При гидратации в кислой среде 2-метил-2-бутена образуется:

   а) 2-метил-2-бутанол; б) 2-метил-3-бутанол;

   в) 3-метил-2-бутанол; г) 2-метил-2,3-бутандиол

3. Какой спирт является первичным:

   а) 2-метил-1-бутанол; б) 2-метил-2-бутанол;

   в) 2-бутанол; г) 2-пентанол

4. Какой спирт нельзя получить восстановлением карбонильного соединения:

   а) 1-пропанол; б) 1-бутанол;

   в) 2-пропанол; г) 2-метил-2-пропанол

5. Назовите изопропиловый спирт по систематической номенклатуре:

   а) диметилкарбинол; б) 1-пропанол;

   в) 2-пропанол; г) диметилметанол

6. Какое соединение получится при действии избытка концентрированной серной кислоты (150°C) на 2-пропанол:

   а) изопропилсерная кислота; б) диизопропиловый эфир;

   в) 1-пропен; г) 2-пропен

7. Назовите 3-метил-2-бутанол по карбинольной номенклатуре:

   а) метилизопропилкарбинол; б) этилизопропилкарбинол;

   в) метилпропилкарбинол; г) втор-бутилкарбинол

8. Какое соединение реагирует с 1-бутанолом с образованием бутилата натрия:

   а) натрий; б) гидроксид натрия, конц.;

   в) гидроксид натрия (плавление); г) карбонат натрия

9. Какой электронный эффект проявляет гидроксильная группа в фенолах:

   а) +I и +M; б) –I и –M;

в) +I и –M; г) –I и +M

10. Какое химическое свойство отличает спирты от фенолов:

а) образование простых эфиров; б) образование сложных эфиров;

в) внутримолекулярная дегидратация; г) взаимодействие с натрием

11. Кислотные свойства фенолов:

а) сильнее, чем у спиртов; б) слабее, чем у спиртов;

в) сильнее, чем у карбоновых кислот; г) слабее, чем у воды

12. Отличить фенол от ароматического спирта можно по реакции с:

а) бромной водой; б) хлоридом железа(III);

в) натрием; г) этиловым спиртом

13. Какое соединение образуется при действии бромной водой на фенол:

а) о-бромфенол; б) м-бромфенол;

в) п-бромфенол; г) 2,4,6-трибромфенол

14. Какое соединение не является исходным для получения фенола:

а) хлорбензол; б) сульфобензол;

в) этилбензол; г) изопропилбензол

15. Какое соединение образуется при действии концентрированной серной кислотой на фенол при 20°C:

а) о-сульфофенол; б) м-сульфофенол;

в) о- и п-сульфофенолы; г) п-сульфофенол

16. Какое соединение образуется при действии концентрированного раствора гидроксида натрия при нагревании и давлении на хлорбензол:

а) фенол; б) бензиловый спирт;

в) резорцин; г) дифениловый эфир

Занятие 12. Альдегиды и кетоны (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика альдегидов и кетонов. Функциональная карбонильная группа. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Многообразие химических свойств альдегидов и кетонов: реакции замещения, окисления-восстановления, присоединения, конденсации.

4. Практическое использование карбонильных соединений.

5. Получение уксусного альдегида в лаборатории и исследование его свойств. Качественные реакции на альдегиды и кетоны. Реакции конденсации.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Назовите 2,4-диметил-3-гексанон по рациональной номенклатуре:

   а) изопропилизобутилкетон; б) изопропилвтор-бутилкетон;

   в) пропилизобутилкетон; г) диизопропилкетон

2. Какое соединение получится при окислении втор-бутилового спирта:

   а) метилэтилуксусный альдегид; б) 2-метилпропаналь;

   в) метилэтилкетон; г) диэтилкетон

3. Какое соединение не вступает в реакцию альдольной конденсации:

   а) метилуксусный альдегид; б) этилуксусный альдегид;

   в) диметилуксусный альдегид; г) триметилуксусный альдегид

4. Какие альдегиды можно получить по реакции Кучерова из алкинов;

   а) метаналь; б) этаналь; в) любой; г) любой, кроме метаналя

5. Определите промежуточное вещество X в синтезе ацетона по схеме:

   пропен → X → ацетон:

   а) 1-пропанол; б) 2-бромпропан;

   в) 1,2-дибромпропан; г) 2-пропанол

6. Какое вещество получится при пиролизе смешанной кальциевой соли уксусной и муравьиной кислот:

   а) уксусный альдегид; б) муравьиный альдегид;

   в) смесь уксусного и муравьиного альдегидов; г) ацетон

7. Пропаналь можно отличить от пропанона с помощью:

   а) реакции с аммиаком; б) реакции с водородом;

   в) реакции серебряного зеркала; г) индикатора

8. Какое соединение получится, если на 2-бутанон подействовать PCl_5:

а) 1-хлор-2-бутанон; б) 2-хлорбутан;

в) 3-хлор-2-бутанон; г) 2,2-дихлорбутан

Занятие 13. Карбоновые кислоты (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика карбоновых кислот, их классификация. Карбоксильная группа. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Многообразие химических свойств. Кислотные свойства, реакции замещения. Взаимное влияние карбонильной и гидроксильной групп. Производные карбоновых кислот.

4. Практическое использование карбоновых кислот и их производных.

5. Исследование физических и химических свойств карбоновых кислот в лаборатории. Кислотные свойства, образование сложных эфиров и амидов.

Примерные задания для самоконтроля:

1. С каким веществом не реагируют карбоновые кислоты:

   а) C_2H_5OH; б) NH_3; в) PCl_5; г) $C_6H_5CH_3$

2. Какое вещество не относится к функциональным производным уксусной кислоты:

   а) CH_3-CO-Cl; б) CH_3-CO-O-C_2H_5;

   в) CH_3-CO-NH_2; г) CH_3-CO-CH_3

3. Кислотные свойства уксусной кислоты:

   а) больше, чем у муравьиной; б) больше, чем у угольной;

   в) меньше, чем у пропановой; г) больше, чем у соляной

4. Какое соединение относится к сложным эфирам:

   а) $CH_3 – O – CO – CH(CH_3)_2$; б) $CH_3 – CH_2 – O – CH_3$;

   в) $CH_3 – CO – O – CO – CH_3$; г) $CH_3 – CH_2 – CO – CH_3$

5. Кислотные свойства в гомологическом ряду карбоновых кислот:

   а) не изменяются; б) уменьшаются; в) увеличиваются

6. Муравьиная кислота реагирует с …, а уксусная – нет:

а) NH_3; б) NaOH;

в) $[Ag(NH_3)_2]OH$; г) HCl

7. С каким веществом не реагирует уксусная кислота:

а) с фенолятом натрия; б) с толуолом;

в) с изопропиловым спиртом; г) с аммиаком

8. Радикалы карбоновых кислот называются;

а) алкильными; б) арильными;

в) ацильными; г) оксильными

Занятие 14. Кислородпроизводные углеводородов. Генетическая связь

Вопросы для изучения:

1. Номенклатура различных производных углеводородов.

2. Способы получения и химические свойства кислородпроизводных углеводородов. Взаимосвязь разных классов кислородпроизводных углеводородов.

3. Решение заданий по написанию химических формул соединений, номенклатуре, осуществлению превращений между разными классами кислородпроизводных углеводородов.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Какое соединение получится при последовательном действии на бутан: хлором (1 моль при освещении), спиртовым раствором щелочи, водным раствором перманганата калия:

а) 1,2-бутандиол; б) 2,3-бутандиол;

в) 1-бутанол; г) 2-бутанол

2. Какое соединение получится при последовательном действии на этиловый спирт: металлическим натрием, а затем 1-хлорпропаном:

а) пентан; б) этилпропиловый эфир;

в) пропилат натрия; г) изопропилэтиловый эфир

3. Какое соединение получится при последовательном действии на уксусную кислоту: раствором щелочи, хлорангидридом уксусной кислоты:

а) уксусная кислота; б) уксусный ангидрид;

в) хлористый ацетил; г) этилацетат

4. Какое соединение получится при последовательном действии на пропаналь: хлоридом фосфора(V), водным раствором щелочи, раствором перманганата калия:

а) пропановая кислота; б) пропиловый спирт;

в) пропионовый альдегид; г) пропионовый ангидрид

Занятие 15. Амины. Аминокислоты. Белки (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика аминов предельного ряда. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Кислотно-основные свойства аминов. Реакции замещения, образование вторичных и третичных аминов. Реакции с азотистой кислотой.

4. Аминокислоты. Особенности строения. Номенклатура. Изомерия. Понятие о биполярном ионе.

5. Методы получения аминокислот.

6. Химические свойства аминокислот. Кислотно-основной характер химических свойств. Отношение к нагреванию.

7. Практическое использование аминов и аминокислот. Биологическая роль аминокислот. Понятие о белках, их строение и свойства. Биологическая роль белков. Применение аминокислот для синтеза полимерных материалов.

8. Получение первичных аминов в лаборатории и изучение их основных свойств. Качественные реакции. Изучение особенностей химических свойств аминокислот.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Назовите 2-метил-2-пропанамин по рациональной номенклатуре:

а) изопропиламин; б) втор-бутиламин;

в) трет-бутиламин; г) изобутиламин

2. К каким аминам относится соединение из п.1:

а) к первичным; б) к вторичным;

в) к третичным; г) к четвертичным

3. Какую окраску имеет лакмус в водных растворах аминов:

а) синюю; б) красную;

в) желтую; г) фиолетовую

4. С каким веществом не реагируют первичные амины:

а) с соляной кислотой; б) с хлорметаном;

в) с водородом; г) с водой

5. Назовите α-аминопропионовую кислоту по систематической номенклатуре:

а) метиламиноуксусная кислота; б) 2-аминопропионовая кислота;

в) 2-аминопропановая кислота; г) 3-аминопропановая кислота

6. С каким веществом не реагирует аминокислота:

а) с соляной кислотой; б) с гидроксидом натрия;

в) с анилином; г) с гидроксидом меди

7. Какую среду имеет раствор 2-аминопропановой кислоты:

а) кислую; б) щелочную;

в) нейтральную; г) pH = 5,5

8. Какое соединение образуется при действии избытка аммиака на 2-хлорбутан:

а) изобутиламин; б) втор-бутиламин;

в) бутиламин; г) бутанамин

Занятие 16. Ароматические амины. Азо- и диазосоединения (2 часа)

Вопросы для изучения:

1. Общая характеристика ароматических аминов. Общая формула. Номенклатура. Изомерия.

2. Промышленные и лабораторные методы получения.

3. Химические свойства ароматических аминов. Реакции замещения, окисления, диазотирования.

4. Характеристика диазосоединений, строение, номенклатура, получение, свойства.

5. Реакция азосочетания. Азосоединения. Азокрасители.

6. Практическое применение ароматических аминов, диазосоединений и азосоединений.

7. Исследование химических свойств ароматических аминов в лаборатории. Проведение реакций замещения, окисления, диазотирования. Получение солей диазония. Проведение реакции азосочетания. Получение азокрасителей.

Примерные задания для самоконтроля:

1. Назовите метилфениламин по систематической номенклатуре:

   а) толуоламин; б) метилбензоламин;

   в) N-метилбензоламин; г) метиланилин

2. К каким аминам относится соединение из п.1:

   а) к первичным; б) к вторичным;

   в) к третичным; г) к четвертичным

3. Какое соединение образуется при нитровании анилина концентрированной азотной кислотой:

   а) о-нитроанилин; б) п-нитроанилин;

   в) м-нитроанилин; г) о- и п-нитроанилины

4. Из какого вещества в две стадии можно получить анилин:

   а) бензол; б) фенол;

   в) толуол; г) (N,N-диметил)анилин

5. При каких условиях **не протекает** реакция диазотирования:

   а) на холоду; б) в водном растворе;

   в) при нагревании; г) в кислой среде

6. При действии на анилин соляной кислотой образуется:

   а) о-хлоранилин; б) п-хлоранилин;

   в) хлористый фениламмоний; г) хлорбензол

7. Реакция образования диазосоединений называется:

а) азосочетания; б) диазотирования;

в) этерификации; г) конденсации

8. При нагревании раствора хлорида фенилдиазония образуется:

а) фенол; б) бензол; в) хлорбензол; г) анилин

Занятие 17, 18. Углеводы. (4 часа)

Вопросы для изучения:

1. Углеводы, их характеристика, общая формула, классификация.

2. Характеристика моносахаридов, дисахаридов и полисахаридов, классификация, изомерия, номенклатура, примеры соединений.

3. Химические свойства моносахаридов. Реакции цепных и циклических форм. Качественные реакции на функциональные группы моносахаридов.

4. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Сходство и отличие их химических свойств.

5. Сходство и различие в строении крахмала и целлюлозы. Химические свойства полисахаридов. Применение крахмала, целлюлозы и их производных.

6. Изучение химических свойств моносахаридов в лаборатории. Доказательство химического строения моносахаридов.

7. Изучение химических свойств дисахаридов в лаборатории. Распознавание восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Доказательство их химического строения.

Примерные задания для самоконтроля:

1. На какие группы подразделяют углеводы по типу функциональных групп:

а) альдозы и кетозы; б) моносахариды и дисахариды;

в) пентозы и гексозы; г) глюкозы и фруктозы

2. Глюкоза и манноза являются:

а) энантиомерами; б) гомологами;

в) аномерами; г) эпимерами

3. Какой моносахарид является кетогексозой:

а) глюкоза; б) фруктоза;

в) манноза; г) рибоза

4. Какая функциональная группа не входит в состав углеводов:

а) гидроксильная; б) кето-группа;

в) альдегидная; г) карбоксильная

5. Как доказать, что глюкоза содержит альдегидную группу:

а) реакцией с NaOH; б) реакцией с $Cu(OH)_2$;

в) реакцией серебряного зеркала; г) реакцией с водородом

6. Моносахариды, отличающиеся расположением заместителей у последнего асимметричного атома углерода, называют:

а) энантиомеры; б) эпимеры;

в) аномеры; г) диастереомеры

7. Альдозу от изомерной ей кетозы можно отличить по реакции:

а) с водородом; б) с гидросульфитом натрия;

в) серебряного зеркала; г) с гидроксидом меди

8. Какая реакция характерна для циклической формы глюкозы:

а) алкилирования; б) эпимеризации;

в) восстановления; г) окисления

1. Выберите правильное утверждение о свойствах сахарозы:

а) окисляется; б) подвергается мутаротации;

в) состоит из глюкозы и фруктозы; г) существует в α- и β-формах

2. Конечным продуктом гидролиза целлюлозы является:

а) декстрины; б) α-глюкоза;

в) β-целлобиоза; г) β-глюкоза

3. Какой из дисахаридов не обладает восстанавливающими свойствами:

а) сахароза; б) мальтоза;

в) лактоза; г) целлобиоза

4. Как химическим путем отличить крахмал от целлюлозы:

а) реакцией с $Cu(OH)_2$; б) реакцией с йодом;

в) реакцией этерификации; г) реакцией гидролиза

5. С каким из перечисленных реактивов вступит в реакцию только восстанавливающий дисахарид:

   а) CH_3OH + HCl(сухой); б) CH_3Cl;

   в) NaOH; г) $(CH_3CO)_2O$

6. Сколько нитрогрупп можно максимально ввести в одно звено макромолекулы целлюлозы:

   а) одну; б) две;

   в) три; г) четыре

7. Какой из дисахаридов является структурным звеном крахмала:

   а) сахароза; б) мальтоза;

   в) лактоза; г) целлобиоза

8. Какой из эфиров целлюлозы используется в производстве вискозного волокна:

   а) метилцеллюлоза; б) триацетат целлюлозы;

   в) тринитрат целлюлозы; г) ксантогенат целлюлозы

5.4. Самостоятельная работа

Изучение органической химии представляет определенные трудности из-за большого объема фактического материала, значительного количества новых понятий, своеобразия номенклатуры органических соединений и самой тесной связи одного раздела с другим. Поэтому, усвоение курса органической химии требует систематической и последовательной работы. Важно соблюдать последовательность перехода к изучению каждого следующего раздела лишь после того, как усвоен материал предыдущего. Не следует механически запоминать формулы, константы, уравнения реакции и др. Необходимо суметь выделить главное, понять сущность тех или иных превращений, найти взаимную связь различных классов соединений и их значение, применение.

Изучение каждой темы органической химии надо начинать с уяснения электронного, пространственного и химического строения, свойств функциональных групп органических молекул. Функциональная группа в основном оп-

ределяет химические свойства данного класса соединений. Знание этих свойств позволяет найти генетическую связь между различными классами органических соединений, понять, как из более простых молекул углеводородов путем химических превращений можно получить сложнейшие биоорганические соединения – вещества высшей организованной материи.

По курсу дисциплины применяются различные виды поэтапного контроля. Это текущий контроль по каждой теме лабораторно-практических занятий, коллоквиум по теоретическим основам органической химии, домашние задания на номенклатуру, свойства и генетическую связь между классами органических соединений, экзамен.

Все виды контроля проводятся по индивидуальным заданиям, а также по тестам. Примеры таких заданий приведены в содержании каждого занятия.

Разделы для самостоятельного изучения:

1. История развития органической химии, как науки.
2. История развития теоретических представлений в органической химии.
3. Типы химической связи в органических соединениях. Характеристики ковалентной связи.
4. Природные сырьевые источники углеводородов.
5. Промышленные способы получения и выделения углеводородов.
6. Крекинг алканов и его значение.
7. Циклоалканы.
8. Диеновые углеводороды, их практическое использование. Пути промышленного синтеза синтетических каучуков.
9. Многоядерные соединения с изолированными и конденсированными бензольными кольцами.
10. Полигалогенопроизводные углеводородов.
11. Простые эфиры.
12. Многоатомные фенолы и их применение.

13. Химические свойства ароматических альдегидов и кетонов, общие со свойствами карбонильных соединений жирного ряда.

14. Многоосновные ароматические карбоновые кислоты.

15. Сложные эфиры, их применение.

16. Шестичленные гетероциклические соединения.

5.5. Вопросы для подготовки к экзамену. Критерии оценки знаний

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1 Предмет органической химии. Основные сырьевые источники органических соединений. Строение атома углерода. Многообразие органических соединений. Явление гомологии и изомерии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова.

2 Природа связи в органических соединениях и ее основные характеристики. Теория направленных валентностей. Три валентных состояния атома углерода. Примеры соединений, длина связей и валентные углы. Энергия и длина простой, двойной и тройной связи.

3 Теория электронных смещений. Индуктивный и мезомерный эффекты. Их влияние на физические и химические свойства. Типы заместителей.

4 Изомерия: структурная, геометрическая. Физические и химические свойства изомеров.

5 Оптическая изомерия. Понятие о хиральности. Энантиомеры, рацематы. Относительная конфигурация.

6 Классификация органических соединений. Классификация органических реакций. Типы реагентов.

7 Алканы. Изомерия, номенклатура. Алкильные радикалы. Способы получения алканов. Реакции замещения. Цепной радикальный механизм.

8 Алкены, электронное строение, номенклатура, изомерия. Способы получения. Правило Зайцева.

9 Химические свойства алкенов. Реакции присоединения. Правило Марковникова. Окисление алкенов. Полимеризация.

10 Диеновые углеводороды. Классификация, номенклатура. Электронное строение сопряженных диенов. Методы синтеза диенов с сопряженными двойными связями. Химические свойства. Натуральный и синтетический каучук.

11 Ацетиленовые углеводороды. Изомерия, номенклатура. Электронное строение. Способы получения. Физические и химические свойства. Кислотные свойства. Реакции присоединения. Применение.

12 Понятие об ароматичности. Источники ароматических соединений. Бензол и его строение. Формула Кекуле. Электронное строение бензола. Методы создания бензольного кольца.

13 Пути химических превращений бензольного кольца. Реакции замещения: алкилирование, галогенирование, сульфирование, нитрование. Присоединение. Окисление.

14 Гомологи бензола. Изомерия, номенклатура. Получение гомологов бензола. Толуол, электронное строение. Свойства гомологов бензола. Реакции замещения. Окисление.

15 Правила замещения в бензольном ядре. Электронная трактовка правил ориентации. Влияние заместителей на активность ядра. Классификация заместителей.

16 Моногалогенопроизводные алканов. Номенклатура. Изомерия. Способы получения. Химические свойства. Причина высокой химической активности этих соединений. Реакции замещения галогена. Реакции отщепления.

17 Моногалогенопроизводные непредельных углеводородов. Винилхлорид, хлоропрен. Их получение и практическое использование. Галогенирование бензола и его гомологов. Химические особенности соединений, содержащих атом галогена в ядре и в боковой цепи.

18 Одноатомные спирты предельного ряда. Номенклатура, изомерия. Электронное строение. Физические свойства. Способы получения спиртов.

19 Химические свойства предельных одноатомных спиртов. Кислотно-основные свойства. Нуклеофильное замещение гидроксогруппы. Реакции отщепления. Окисление спиртов.

20 Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Их свойства и использование.

21 Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Фенолы и крезолы. Химические свойства. Взаимное влияние бензольного ядра и гидроксильной группы в молекуле фенола. Различие свойств фенолов и спиртов. Фенолформальдегидные смолы.

22 Альдегиды и кетоны. Электронное строение карбонильной группы. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов. Способы получения.

23 Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе. Реакции с участием α-водородного атома. Окислительно-восстановительные реакции.

24 Строение и классификация карбоновых кислот. Одноосновные предельные карбоновые кислоты. Номенклатура, изомерия. Электронное строение карбоксильной группы. Способы получения. Физические свойства.

25 Химические свойства карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства. Производные карбоновых кислот. Ангидриды и хлорангидриды. Сложные эфиры, этерификация. Амиды карбоновых кислот.

26 Предельные двухосновные кислоты. Получение. Химические свойства. Непредельные одноосновные кислоты – акриловая и метакриловая. Применение.

27 Высшие жирные кислоты. Жиры. Масла. Мыла. Ароматические карбоновые кислоты: бензойная, фталевая, терефталевая. Применение.

28 Амины жирного ряда. Строение, классификация, номенклатура. Способы получения, химические свойства.

29 Аминокислоты, строение, классификация, изомерия, номенклатура. Получение аминокислот, химические свойства. Понятие о биполярном ионе. Изоэлектрическая точка. Полипептиды. Белки.

30 Ароматические амины. Строение, номенклатура. Методы получения. Химические свойства: реакции бензольного кольца и аминогруппы.

31 Углеводы. Строение, классификация углеводов. Моносахариды. Классификация, строение, номенклатура. Изомерия. Оптическая изомерия. Асимметрический атом углерода. Стереохимия моноз, D и L- ряды. Глюкоза и фруктоза как представители моносахаридов.

32 Открытая и циклическая форма глюкозы. Кольчато-цепная таутомерия моносахаридов. Глюкозидный гидроксил и его особенности. α- и β- формы глюкозы. Мутаротация.

33 Химические свойства моносахаридов. Реакции на альдегидную группу. Реакции на гидроксильные группы.

34 Дисахариды. Мальтоза, целлобиоза и сахароза. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Отличие и сходство химических свойств.

35 Несахароподобные полисахариды: крахмал и целлюлоза. Распространение в природе. Продукты гидролиза крахмала. Применение. Строение и свойства целлюлозы. Получение и применение производных целлюлозы.

36 Нафталин. Электронное строение. Изомерия. Квазиароматические свойства. Реакции замещения. Присоединение. Окисление. Применение нафталина и его производных.

37 Пятичленные гетероциклы. Электронное строение. Взаимопревращения гетероциклов. Квазиароматические свойства гетероциклов. Реакции замещения.

Критерии оценки знаний

«Отлично» – студент отвечает на теоретические вопросы, решает задачу, отвечает на дополнительные вопросы.

«Хорошо» – студент отвечает на теоретические вопросы билета и на дополнительные вопросы, но не решает задачу; студент не достаточно полно отвечает на один из теоретических вопросов, решает задачу.

«Удовлетворительно» – студент плохо знает теорию и не решает задачу.

«Неудовлетворительно» – студент не знает теорию и не решает задачу.

5.6. Рекомендуемая литература

а) основная литература:

1. Петров А.А. Органическая химия: доп. Мин. обр. РФ / А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко. – СПб.: Иван Федоров, 2003, 2005. – 623 с.
2. Артеменко А.И. Органическая химия : учеб. рек. Мин. обр. РФ / А.И. Артеменко. – М.: Высшая школа, 2005. – 559 с.

б) дополнительная литература

1. Березин Б.Д. Курс современной органической химии: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / Б.Д. Березин, Д.Б. Березин. – М.: Высшая школа, 2001. – 768 с.
2. Грандберг И.И. Органическая химия: учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ / И.И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2002. – 672 с.
3. Родина Т.А. Химия углеводородов: учеб. пособие / Т.А. Родина, В.И. Митрофанова; Благовещенск: АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. – 76 с.
4. Родина Т.А. Кислородсодержащие органические соединения: учеб. пособие / Т.А. Родина, С.А Лескова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2008. – 128 с.
5. Родина Т.А. Азотсодержащие органические соединения: учеб. пособие / Т.А. Родина, С.А Лескова; АмГУ, ИФФ. – Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2009. – 76 с.