

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Физическая и прикладная химия»

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
_____ / Т.Р. Змызгова /
« ____ » _____ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета
04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия

Направленность:
«Аналитическая химия»

Формы обучения: очная

Рабочая программа дисциплины «Органическая химия»
составлена в соответствии с учебным планом по программе специалитета
“Фундаментальная и прикладная химия” (Аналитическая химия),
утвержденным для очной формы обучения 28 июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры
«Физическая и прикладная химия» 15 марта 2024 года, протокол № 6.

Рабочую программу составил
профессор кафедры ФиПХ, д.б.н.

_____ О. М. Плотникова

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Физическая и прикладная химия»

_____ Л. В. Мосталыгина

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела

_____ Г. В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности

_____ И. В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 17 зачетных единицы трудоемкости (612 академических часов)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	Семестр
		5	6
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:	448	224	224
Лекции	128	64	64
Лабораторные работы	208	96	112
Практические занятия	112	64	48
Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:	164	100	64
Курсовая работа	19	-	19
Подготовка к зачету	36	18	18
Подготовка к экзамену	54	27	27
Другие виды самостоятельной работы	55	55	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):	Зачет (2) Экзамен (2)	Зачет Экзамен	Зачет Экзамен
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов (ЗЕ):	612 (17)	324 (9)	288 (8)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Органическая химия» относится к обязательной части учебного цикла блока 1.

Изучение дисциплины «Органическая химия» базируется на результатах обучения, умениях и навыках, сформированных в результате освоения предшествующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Философия», «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физические методы исследования».

Знания, умения и навыки, полученные при освоении дисциплины, являются необходимыми для выполнения выпускной квалификационной работы в части вопросов по органической химии, а также для освоения последующих дисциплин: «Химические основы биологических процессов», «Высокомолекулярные соединения», «Химическая технология», «Квантовая химия», «Коллоидная химия», «Методика преподавания химии», «Современная химия и химическая безопасность», «Анализ реальных объектов».

Требования к входным знаниям, умениям, навыкам и компетенциям:

- понимание устной речи и знание базовой лексики, представляющей стиль повседневного и общекультурного общения;
- владение наиболее употребительной грамматикой и основными грамматическими явлениями, характерными для устной и письменной речи повседневного общения;
- освоение следующих компетенций на уровне не ниже порогового: способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; способность использовать теоретические основы фундаментальных разделов математики и физики в профессиональной деятельности;
- знать основы фундаментальных разделов общей, неорганической химии;
- иметь базовые знания по органической химии в объеме курса органической химии средней общеобразовательной школы;
- освоение следующих компетенций на уровне не ниже порогового: УК-1 (способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий), ОПК-4 (способность планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью освоения дисциплины являются:

в области профессиональной деятельности выпускников исследование химических процессов органических соединений, происходящих в природе или проводимых в лабораторных условиях, выявление общих закономерностей протекания органических реакций и возможности управления ими;

в части объектов профессиональной деятельности знание сложных органических соединений в различном агрегатном состоянии (органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение системы знаний о фундаментальных законах и теориях в рамках органической химии, необходимых для понимания научной картины мира;
- формирование теоретических основ и методологии познания общих законов, связывающих строение и свойства органических соединений основных классов (углеводородов, гомофункциональных соединений, гетерофункциональных соединений, гетероциклических соединений);
- формирование знаний о закономерностях протекания реакций и овладение основами органического синтеза и физико-химическими методами анализа органических соединений;
- формирование навыков безопасной работы с органическими веществами и воспитание убежденности, что химия это мощный инструмент воздействия на окружающую среду;
- развитие интеллектуальных и творческих способностей;
- формирование умений применять полученные знания в прикладных задачах профессиональной деятельности.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности (ОПК-1);
- способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности (ОПК-2);
- способность применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения (ОПК-3);
- способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе (ОПК-6);
- способность определять способы, методы и средства решения технологических задач (ПК-3).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Органическая химия», оцениваются при помощи оценочных средств.

Общепрофессиональные компетенции, индикаторы их достижения, планируемые результаты обучения по дисциплине «Органическая химия», перечень оценочных средств.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения и их коды	Наименование оценочных средств
ОПК-1 Способность анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ИД-1 _{ОПК-1} Знать: фундаментальные химические понятия; основные классы органических соединений; законы, связывающие строение и свойства органических соединений; основные типы реакций, их механизмы и закономерности протекания	З (ИД-1 _{ОПК-1}) Знает фундаментальные химические понятия; генетическую взаимосвязь классов органических соединений; способы получения, строение и свойства веществ; типы реакций, их механизмы и закономерности протекания	Устные ответы, решение задач, домашние задания, контрольные работы, вопросы для сдачи зачета, экзамена
	ИД-2 _{ОПК-1} Уметь: анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и рас-	У (ИД-2 _{ОПК-1}) Умеет грамотно анализировать, интерпретировать и обобщать результаты	Устные ответы, решение задач, домашние задания, контрольные рабо-

	четно-теоретических работ, синтезировать органические вещества	экспериментальных и расчетно-теоретических работ, синтезировать органические вещества	ты, вопросы для практических работ, вопросы для сдачи зачета, экзамена
	ИД-3 _{ОПК-1} Владеть: методами экспериментальных и расчетно-теоретических работ	В (ИД-3 _{ОПК-1}) Владеет экспериментальными методами синтеза, очистки, определения физико-химических свойств и установления структуры органических соединений	Устные ответы, выполненные синтезы, лабораторный журнал, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета
ОПК-2 Способность проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ИД-1 _{ОПК-2} Знать: химические законы, физические и химические методы, безопасные приемы проведения химического эксперимента с органическими веществами	З (ИД-1 _{ОПК-2}) Знает безопасные методы проведения химического эксперимента с органическими веществами	Устные ответы, выполненные синтезы, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета
	ИД-2 _{ОПК-2} Уметь: планировать и безопасно выполнять химический эксперимент с использованием современного оборудования	У (ИД-2 _{ОПК-2}) Умеет планировать химический эксперимент и синтезировать органические вещества с заданными свойствами с использованием стандартных методик	Фронтальный опрос, индивидуальная беседа, лабораторный журнал, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета
	ИД-3 _{ОПК-2} Владеть: навыками проведения химического эксперимента в органическом синтезе с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	В (ИД-3 _{ОПК-2}) Владеет безопасными экспериментальными методами органического синтеза, выделения и определения свойств чистых органических веществ	Полученные вещества, устные ответы, фронтальный опрос, знание свойств полученных веществ, вопросы зачета
ОПК-3 Способность применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	ИД-1 _{ОПК-3} Знать: теоретические методы для изучения свойств веществ и вероятных процессов с их участием на основе их реакционной способности, способы практического использования результатов теоретических расчетов, используя современное программное обеспечение и профессиональные базы данных	З (ИД-1 _{ОПК-3}) Знает теоретические методы изучения свойств веществ, понимает теоретические модели для обоснования строения и реакционной способности веществ, современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения	Устные ответы, полученные чистые вещества, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета, экзамена
	ИД-2 _{ОПК-3} Уметь: применять теоретические методы для изучения свойств веществ для оценки их реакционной способности, используя базы данных профессионального назначения	В (ИД-2 _{ОПК-3}) Умеет применять теоретические методы для изучения свойств веществ и оценки их реакционной способности, используя базы данных профессионального назначения	Устные ответы, фронтальный опрос, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета, экзамена
	ИД-3 _{ОПК-3} Владеть: теоретическими методами для изучения свойств веществ и химических реакций с их участием, и современным программным обеспечением профессионального назначения	В (ИД-3 _{ОПК-3}) Владеет методами изучения свойств веществ, навыками формулировки заключений по результатам синтеза, применяет навыки работы с совре-	Устные ответы, фронтальный опрос, контрольная работа, вопросы для сдачи лабораторных работ, зачета, экзамена

		менным программным обеспечением, использует справочные издания и профессиональные базы данных	
ОПК-6 Способность представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИД-1 _{ОПК-6} Знать: нормы и правила, принятые в профессиональном сообществе для представления полученных теоретических и экспериментальных результатов	З (ИД-1 _{ОПК-6}) Знает нормы и правила, принятые в химическом сообществе для представления полученных теоретических и экспериментальных результатов	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета
	ИД-2 _{ОПК-6} Уметь: представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	У (ИД-2 _{ОПК-6}) Умеет представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме, составлять отчет о проделанной работе; выполняет требования к рабочему журналу, к представлению результатов исследований в виде курсовых	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета, курсовая работа
	ИД-3 _{ОПК-62} Владеть: компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации	В (ИД-3 _{ОПК-6}) Владеет компьютерными технологиями при планировании исследований, обработке результатов экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета, экзамена
ПК-3 Способность определять способы, методы и средства решения технологических задач	ИД-1 _{ПК-3} Знать: основные способы и методы решения технологических задач, возникающих при работе с органическими веществами при проведении процессов с их участием	З (ИД-1 _{ПК-3}) Знает основные способы и методы решения технологических задач, возникающих при работе с органическими веществами при проведении процессов с их участием	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета, экзамена, курсовая работа
	ИД-2 _{ПК-3} Уметь: проводить литературный поиск информации об органических веществах, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ	У (ИД-2 _{ПК-3}) Умеет проводить литературный поиск информации об органических веществах, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета, экзамена, курсовая работа
	ИД-3 _{ПК-3} Владеть: современным программным обеспечением профессионального назначения для определения способов, методов и средств решения технологических задач	В (ИД-3 _{ПК-3}) Владеет программным обеспечением профессионального назначения для определения способов, методов и средств решения технологических задач	Устные ответы, оформленные лабораторные работы, реферативные доклады, вопросы зачета, экзамена, курсовая работа

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Рубежи дисциплины		Номер раздела, темы дисциплины	Наименование раздела, темы дисциплины	Количество часов контактной работы		
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия
К экзамену	К зачету					
5 семестр						
Рубеж 1	-	1	Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Строение, получение и свойства углеводородов алифатического и алициклического ряда.	20	20	16
-	Рубеж 1		Методы органического синтеза и химического анализа органических соединений. Основные методы работы при проведении реакций, выделения и очистке органических веществ. Определение физических констант органических веществ.	-	-	16
РК1л	РК1з		Рубежные контроли 1	2	2	4
Рубеж 2	-	2	Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводородов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда.	18	20	6
-	Рубеж 2		Методы синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе реакций нуклеофильного замещения. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров.	2	-	20
РК2л	РК2з		Рубежные контроли 2	2	2	4
Рубеж 3	-	3	Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений.	16	18	10
-	Рубеж 3		Методы органического синтеза альдегидов, кетонов и карбоновых кислот на основе реакций окисления. Химические методы изучения свойств карбонильных соединений и углеводов.	2	-	16
РК3л	РК3з		Рубежные контроли 3	2	2	4
Всего часов:				64	64	96
6 семестр						
Рубеж 1		4	Методы органического синтеза производных карбоновых кислот на основе реакций нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода. Химические методы изучения свойств карбоновых кислот с различными функциональными группами.	2	-	14
	Рубеж 1		Строение, получение и свойства карбоновых и дикарбоновых кислот и их производных. Строение, получение и свойства непредельных, окси-, amino- и кето-карбоновых кислот как гетерофункциональных соединений.	12	12	10
РК1л	РК1з		Рубежные контроли 1	2	2	4

Рубеж 2			Методы органического синтеза производных ароматического ряда на основе реакций электрофильного замещения.	-	-	21
	Рубеж 2	5	Арены. Строение, получение и свойства бензла и его гомологов, арилгалогенидов, нитроаренов и арилсульфокислот. Арены с конденсированными и неконденсированными бензольными кольцами: строение, получение и свойства.	16	12	3
РК2л	РК2з		Рубежные контроли 2	2	2	4
Рубеж 3			Межмолекулярные реакции ароматических альдегидов, кетонов и аминов. Методы органического синтеза солей арилдиазония и синтеза производных на их основе.	-	-	14
	Рубеж 3	6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и диазосоединений ароматического ряда.	16	12	10
РК3л	РК3з		Рубежные контроли 3	2	2	4
			Строение, получение и свойства гетероциклических соединений. Элементоорганические соединения: основные представители.	10	6	-
		7	Органический синтез гетероциклических соединений. Органический синтез веществ различными синтетическими методами. Разделение смесей органических веществ. Физико-химические методы анализа полученных соединений.	2	-	28
Всего часов:				64	48	112

4.2. Содержание лекционных занятий

Раздел 1 (22 часа)

Предмет органической химии, ее место среди других наук. История развития органической химии; русские школы химиков органиков. Классификация органических соединений. Основные функциональные группы. Номенклатура органических соединений. Названия основных классов органических соединений, сложных поли- и гетерофункциональных соединений. Элементный анализ органических соединений.

Теоретические основы органической химии. Положения теории строения органических соединений А.М. Бутлерова. Электронное строение органических соединений. Теория гибридизации. Типы связей в органических соединениях. Классификация реакций и реагентов. Состав, строение и реакционная способность органических соединений. Промежуточные частицы (интермедиаты): радикалы, карбокатионы, карбены, арины. Механизмы передачи распределения электронной плотности в молекуле (теория электронных смещений). Электронные эффекты - индуктивный и мезомерный, типы сопряжения. Статический и динамический факторы реакций. Изомерия структурная, конфигурационная, конформационная. Геометрическая изомерия соединений, цис-транс- и Z,E-номенклатура. Оптическая изомерия: хиральность, асимметрический атом углерода, энантиомеры, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Абсолютная и относительная конфигурации. Эритро-, трео- и R,S-номенклатура. Оптическая изомерия соединений, не содержащих асимметрического углерода.

Алканы (парафины), гомологический ряд, строение, изомерия. Природные источники парафинов – нефть, природный и попутный газы, гидрирование оксидов углерода.

Методы получения алканов без изменения углеродного скелета: гидрирование непредельных соединений, восстановление алкилгалогенидов, восстановление кетонов по Кижнеру-Вольфу и Клеменсену; с увеличением или уменьшением углеродного скелета: реакции Вюрца и Вюрца-Гриньяра, электролиз солей карбоновых кислот, декарбоксилирование по Дюма. Физические свойства алканов и закономерности их изменения в гомологическом ряду. Химические свойства алканов. Реакции радикального замещения (галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, окисление), свободно радикальный механизм реакций. Понятие о цепных реакциях, способы инициирования, различия в реакционной способности С-Н связей, устойчивость радикалов. Невозможность прямого фторирования и иодирования алканов, селективность бромирования и неселективность хлорирования. Реакции отщепления, расщепления (термический и каталитический крекинг, пиролиз), изомеризации. Окисление алканов: горение, окисление алканов до кислот с разрывом С-С связей, окисление до спиртов без разрыва С-С связей (способ Башкирова), получение синтетических моющих средств и мыла, парофазное окисление изопентана. Получение метанола и формальдегида из метана. Применение парафинов в органическом синтезе, в качестве топлива.

Алкены. Строение, гомологический ряд алкенов, номенклатура. Природа двойной связи, sp^2 -гибридизация. Электронное строение, характеристика сигма- и пи-связей. Структурная и пространственная изомерия. Физические свойства. Методы получения: дегидрирование алканов, крекинг нефти, стереоселективное гидрирование алкинов, дегидрогалогенирование алкилгалогенидов (правило Зайцева), дегалогенирование вицинальных дигалогеналканов, дегидратация спиртов, реакция Виттига, распад четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана). Механизм и стереохимия реакций элиминирования. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения (A_E): галогенирование, гидрогалогенирование по правилу и против правила Марковникова, гидратация, сульфирование, гипогалогенирование. Механизм и стереохимия реакций электрофильного присоединения, π - и σ -комплексы, ониевые ионы. Процессы, сопутствующие A_E -реакциям: сопряженное присоединение, перегруппировки промежуточных карбокатионов. Каталитическое алкилирование альфа-олефинов изобутаном. Оксосинтез, металлокомплексный катализ. Реакции радикального присоединения к алкенам: каталитическое гидрирование, присоединение галогеноводородов против правила Марковникова. Реакции винильного и аллильного замещения. Аллильная перегруппировка. Реакции изомеризации. Окисление алкенов без разрыва С-С связей: окисление до диолов, образование эпоксидов (оксиранов). Окисление алкенов с разрывом С-С связей: озонлиз, до карбоновых кислот. Окисление по аллильному положению. Полимеризация олефинов: цепная, ступенчатая, радикальная, катионная, анионная, металлокомплексная. Стереоспецифическая полимеризация, понятие о катализаторах Циглера-Натта. Пространственное строение полимеров. Теломеризация. Примеры полимеров и их значение.

Алкины, гомологический ряд. Электронное строение алкинов: природа тройной связи, sp -гибридизация, схема пи- и сигма-связей, электроотрицательность углерода в ацетилене. Физические свойства алкинов. Методы получения: промышленные - карбидный способ и пиролиз метана и этана; лабораторные способы - с помощью реакций отщепления галогенов, галогеноводородов от галогенопроизводных; алкилирование терминальных ацетиленов. Химические свойства. Гидрирование алкинов до цис- и транс-алкенов: водородом на катализаторе (полное и частичное) и натрием в жидком аммиаке. Реакции электрофильного присоединения (гидрогалогенирование, галогенирование), механизм и стереохимия этих реакций. Реакции нуклеофильного присоединения: присоединение воды - реакция Кучерова (понятие о кето-енольной таутомерии), спиртов, цианистого водорода, карбоновых кислот, алкоголя-

тов, механизм нуклеофильного присоединения. Реакция изомеризации Фаворского, причина подвижности альфа-водородного атома. Ацетилен-алленовая изомеризация, смещение тройной связи в терминальное положение. Реакции конденсации терминальных алкинов с альдегидами и кетонами (реакции Реппе и Фаворского). СН-кислотные свойства ацетилена, получение ацетиленидов и магнийорганических соединений (реактивы Йоичи), их взаимодействие с галогеналканами и карбонильными соединениями. Реакции окисления алкинов, окислительная конденсация терминальных алкинов в присутствии солей меди. Образование карбина. Ди-, три-, тетра- и полимеризация ацетилена: получение винилацетилена, бензола, циклооктатетраена, сопряженных полимеров. Ацетилен как сырье в органическом синтезе.

Алкадиены. Типы диенов. Диены с кумулированными связями: особенности их электронного и пространственного строения, оптическая изомерия, свойства. Диены с сопряженными связями. Электронное строение 1,3-бутадиена, неполярный мезомерный эффект, энергия сопряжения. Применение метода молекулярных орбиталей Хюккеля для характеристики сопряженной системы бутадиена. Молекулярная диаграмма бутадиена: пи-электронная плотность, индекс свободной валентности, порядок связи. Методы получения дивинила и изопрена: метод Лебедева, дегидратация диолов, дегидрирование бутан-бутеновой и изопентан-изопентеновой фракций, метод Принса из пропена или изобутена с формальдегидом, синтез Фаворского-Реппе. Химические свойства 1,3-диенов. Реакции электрофильного и радикального присоединения. Гидрирование. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения - гидрогалогенирование (механизм A_E), галогенирование (механизм A_R и A_E), кинетически и термодинамически контролируемые продукты реакции. Реакция Дильса-Альдера (диеновый синтез) с алкенами и алкинами, стереохимия реакции, диены и диенофилы. Полимеризация диенов, синтетические каучуки. Натуральный каучук, его пространственное строение, доказательство строения озонидным расщеплением - образование левулинового альдегида.

Циклоалканы. Типы напряжения в алициклах: напряжение Байера и торсионное напряжение Питцера. Электронное строение циклопропана, особый вид сигма-связи. Конформационный анализ циклогексана. Влияние конформационного положения функциональных групп на их реакционную способность. Малые циклы (циклопропан и циклобутан). Способы получения: циклизация дигалогеноалканов (внутримолекулярный вариант реакции Вюрца), алкилирование малонового эфира 1,2- и 1,3-дигалогеноалканами с последующим гидролизом и декарбоксилированием, взаимодействие алкенов с карбенами. Механизм циклизации и циклоприсоединения. Химические свойства: каталитическое гидрирование, реакции замещения, реакции присоединения для соединений с трехчленным циклом, реакции расширения и сужения цикла при дезаминировании первичных аминов (по Демьянову). Циклопентан и циклогексан. Получение: пиролизом кальциевых солей дикарбоновых кислот, внутримолекулярной конденсацией Кляйзена, гидрированием аренов, дегидроциклизацией алканов. Свойства: дегидрирование, галогенирование, окисление, расширение циклов. Особые способы получения малых и обычных циклов: циклизацией непредельных соединений – электроциклические реакции сопряженных диенов (термические и фотохимические, правила Вудворда-Гофмана); реакции циклоприсоединения – реакции Дильса-Альдера. Средние и большие циклы. Способы получения: пиролиз солей карбоновых кислот, взаимодействие малонового эфира и дигалогеналканов, олигомеризация ацетилена и бутадиена. Особые свойства: трансанулярные взаимодействия и реакции.

Би-, полициклы: изолированные, конденсированные, мостиковые, спирааны. Каркасные соединения: адамантан, кубан, призмат, тетраэдрат. Представление о природных полициклических системах терпенов и стероидов.

Методы органического синтеза и химического анализа органических соединений. Общие сведения о работе в лаборатории органического синтеза. Основные методы работы при проведении реакций, выделении и очистке органических веществ. Определение физических констант органических веществ. Основные подходы к планированию органического синтеза и составлению оптимальных схем. Ретросинтетический подход к планированию синтеза. Физико-химические и химические методы анализа органических соединений. Спектральные методы в органической химии: ИК, УФ, ПМР спектроскопии, масс-спектрометрия, РСА.

Раздел 2 (22 часа)

Галогенопроизводные углеводородов. Структурная, оптическая и конформационная изомерия. Электронное строение алкилгалогенидов: характеристика связей С-Х, индукционный эффект. Физические свойства. Методы получения: из алканов, алкенов, алкинов, спиртов, из альдегидов, кетонов и карбоновых кислот действием галогенозамещенных фосфора и серы. Получение фреонов и хлороформа в промышленности. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения галогена на группы: гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, тиольную, амино-, нитро-, галоген. Механизмы S_N1 и S_N2 : влияние природы алкилгалогенида (первичный, вторичный, третичный) на механизм, стереоспецифичность реакций, влияние природы уходящей группы, реагента и растворителя на ход реакции. Взаимодействие с амбидентными нитрит- и цианид- ионами, принцип ЖМКО. Сравнение реакционной способности алкилгалогенидов в реакциях S_N . Кривые потенциальной энергии реакций S_N . Возможность протекания перегруппировок в реакциях S_N1 (перегруппировка Вагнера-Меервейна). Реакции элиминирования – конкурирующие нуклеофильному замещению. Механизмы $E1$ и $E2$, стереохимия, строение переходного состояния. Использование принципа Пирсона жестких-мягких кислот-оснований (ЖМКО). Факторы, влияющие на конкуренцию направлений S_N и E . Направление элиминирования: правило Зайцева и правило Гофмана. Взаимодействие алкилгалогенидов с металлами: с натрием (реакция Вюрца), с цинком в кислой среде, с магнием (реактивы Гриньяра). Реакция α -элиминирования – образование карбенов. Присоединение к алкенам синглетных и триплетных карбенов. Важнейшие представители галогеноалканов: перфторуглероды, фреоны, тефлон. Непредельные галогенопроизводные. Хлористый винил, хлоропрен: их получение, электронное строение и свойства. Причина инертности атома галогена при двойной связи в реакциях нуклеофильного замещения. Реакции восстановления, присоединения галогеноводородов и полимеризации. Реакции по связи С-Нal, взаимодействие с магнием (реактив Нормана). Аллилгалогениды: получение, электронное строение, свойства, нуклеофильное замещение, аллильная перегруппировка.

Спирты (гидроксипроизводные). Гомологический ряд, номенклатура: историческая, рациональная, систематическая, карбинольная. Изомерия. Электронное и пространственное строение спиртов. Физические свойства: влияние водородной связи на свойства и спектральные характеристики. Способы получения спиртов: окисление алканов, гидратация алкенов, гидролиз галогеналканов, восстановление карбонильных соединений и сложных эфиров карбоновых кислот, синтез с использованием реактивов Гриньяра, гидроборированием. Промышленные методы получения спиртов. Химические свойства спиртов. Спирты как слабые ОН-кислоты и как основания Льюиса. Свойства алкоголятов, использование в органическом синтезе. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы на галоген. Механизмы S_N1 и S_N2 : движущая сила реакций, сравнение реакционной способности первичных, вторичных и третичных спиртов, строение переходного состояния, стереохимия замещения. Гидридные перегруппировки карбокатионов. Образование сложных эфиров минеральных и карбоновых

кислот (реакции этерификации). Особенности взаимодействия спиртов с серной кислотой. Дегидратация спиртов (правило Зайцева), механизм. Алкилирование спиртов – получение простых эфиров. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов, окисление двуокисью марганца и хромовым ангидридом. Идентификация спиртов (проба Лукаса, иодоформная реакция). Непредельные спирты: виниловый спирт, кето-енольная таутомерия, производные винилового спирта, виниловые эфиры. Аллиловый спирт: получение, строение, особые свойства. Двух- и трехатомные спирты. Получение альфа-гликолей (реакции Вагнера, Прилежаева, гидролиз дигалогенозамещенных) и глицерина. Свойства двух- и трехатомных спиртов: кислотнo-основные свойства, несколько простых и сложных эфиров, образование гликолятов и глицератов, тринитроглицерина, окисление глицерина, пинаколиновая перегруппировка. Окислительное расщепление 1,2-диолов иодной кислотой, тетраацетатом свинца. Жиры, их строение и свойства. Многоатомные спирты.

Простые эфиры. Способы получения: реакция Вильямсона, алкоксимеркурирование алкенов, межмолекулярная дегидратация спиртов. Химические свойства: образование оксониевых солей, расщепление кислотами, образование гидропероксидов, α -галогенэфиров. Абсолютный эфир, токсические свойства, техника безопасности. Циклические простые эфиры. Оксираны (эпоксисоединения): получение, реакции с водой, спиртами, галогеноводородами, аммиаком, аминами, реактивами Гриньяра. Тетрагидрофуран, диоксаны, краун-эфиры.

Нитросоединения алифатического ряда. Электронное строение нитрогруппы. Получение нитросоединений: прямое нитрование углеводородов, нуклеофильное замещение галогена на нитрит-ион (амбидентный характер), зависимость направления реакции от механизма нуклеофильного замещения. Свойства нитроалканов: восстановление; CН -кислотность, таутомерия, конденсация с карбонильными соединениями, нитрозирование, галогенирование.

Амины алифатического ряда: электронное и пространственное строение, классификация. Способы их получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия по Габриэлю; восстановление азотсодержащих производных, нитросоединений, алкилазидов; перегруппировки амидов карбоновых кислот (Гофмана и Курциуса). Химические свойства: амины как основания, зависимость основности от природы углеводородного радикала; нуклеофильные свойства аминов – реакции алкилирования, ацилирования, нитрозирования, особенности взаимодействия первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой; окисление алифатических аминов. Идентификация и разделение первичных, вторичных и третичных аминов с помощью бензолсульфохлорида (проба Хинсберга). Четвертичные аммонийные основания и соли аминов: химические свойства; термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония по Гофману. Диазометан, его строение и свойства.

Методы синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе нуклеофильного замещения из спиртов. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров. Очистка простых эфиров от пероксидов.

Раздел 3 (20 часов)

Карбонильные соединения. Карбонильные соединения. Гомологические ряды, изомерия и номенклатура. Методы получения альдегидов и кетонов: окислением алканов, окислением и озонлизом алкенов, оксосинтезом, из алкинов гидроборированием, гидратацией по Кучерову, гидролизом геминальных дигалогеналканов, окислением спиртов, пиролизом солей карбоновых кислот, на основе реактивов Гриньяра (из сложных эфиров или нитрилов). Промышленное получение формальдегида, ацетальдегида, высших альдегидов (гидроформилирование). Строение карбонильной группы, энергия, длина, полярность и поляризуе-

мость С=О связи, распределение электронной плотности. Физические свойства карбонильных соединений и спектральные характеристики. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: взаимодействие с цианистоводородной кислотой, гидросульфитом натрия, реактивами Гриньяра, с водой, спиртами, тиолами, пятихлористым фосфором, с аммиаком, аминами, гидросиламином, гидразином, активными метиленовыми соединениями. Механизм A_N , роль кислотного и основного катализа. Основность и СН-кислотность карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия, двойственная реакционная способность енолят-ионов. Реакции галогенирования, галоформная, алкилирования. Межмолекулярные реакции: альдольная и кротоновая конденсация, реакция Каниццаро, реакция Тищенко-Кляйзена. Конденсация альдегидов и кетонов с малоновым эфиром и другими соединениями с активной метиленовой группой. Окислительно-восстановительные реакции карбонильных соединений: восстановление до спиртов, до алканов (реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена); окисление альдегидов, кетонов (правило Попова), окисление перкислотами. Качественные реакции альдегидов. Реакции полимеризации. Производные карбонильных соединений, содержащие азот: оксимы, гидразоны, азометины. Изомерия оксимов. Перегруппировка Бекмана, механизм, практическое значение. Дикарбонильные соединения: получение, свойства, кето-енольная таутомерия. Непредельные альдегиды и кетоны: получение окислением олефинов и спиртов по аллильному положению, кротоновой конденсацией, дегидратацией глицерина. Электронное строение: сопряжение карбонильной группы и двойной С=С связи. Химические свойства. Методы селективного восстановления и окисления С=С и С=О связей. 1,2- и 1,4-присоединение воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака, аминов, синильной кислоты, реактивов Гриньяра. Конденсация с СН-активными соединениями (реакция Михаэля). Кетены.

Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Классификация и номенклатура моносахаридов, основные представители. Изомерия моносахаридов: структурная, оптическая и конформационная. Проекционные формулы Фишера, D- и L-ряды. Циклические полуацетальные формы, перспективные формулы Хеуорса. Кольчато-цепная таутомерия, мутаротация. Аномеры. Гликозидный гидроксил, гликозиды. Конформационные стереоэлектронные эффекты. Получения моносахаридов: гидролиз ди- и полилисахаридов, синтез сахаристых веществ А.М.Бутлеровым, циангидриновый синтез с увеличением углеродной цепи и деградация с уменьшением углеродной цепи. Химические свойства моносахаридов. Реакции карбонильных цепных форм: циангидриновый синтез; получение озаонов; эпимеризация под действием разбавленных щелочей; окисление до одноосновных (альдоновых) и двухосновных (сахарных) кислот; лактонизация альдоновых кислот; восстановление до спиртов. Реакции циклических форм по гидроксильным группам: свойства полуацетального гидроксила (алкилирование, получение и гидролиз гликозидов, агликоны), исчерпывающее алкилирование и ацилирование, образование фосфорных эфиров. Действие кислот на моносахариды (получение фурфурола), брожение гексоз. Дисахариды (биозы). Строение и свойства восстанавливающих (гликозидоглюкозы – мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающих (гликозидогликозиды – трегалоза, микоза; гликозидофруктозид – сахароза). Полисахариды: строение, свойства. Крахмал, гликоген, целлюлоза. Эфиры клетчатки как взрывчатые вещества и искусственные волокна. Пектиновые вещества, хитин. Понятие о гетерополисахаридах.

Методы органического синтеза на основе реакций окисления: синтез спиртов, альдегидов, кетонов и карбоновых кислот. Химические методы изучения свойств карбонильных соединений и углеводов. Свойства карбонильных соединений, моно-, ди- и полисахаридов.

Раздел 4 (16 часов)

Карбоновые кислоты и их производные. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура монокарбоновых кислот. Физические свойства. Спектральные свойства карбоновых кислот. Методы получения карбоновых кислот: окисление углеводов, спиртов, альдегидов; гидролиз нитрилов, амидов, сложных эфиров; синтезы на основе магнийорганических соединений, малонового и ацетоуксусного эфиров; природные источники карбоновых кислот. Получение муравьиной и уксусной кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона, эффект сопряжения. Электронное строение производных карбоновых кислот. Химические свойства карбоновых кислот. Кислотные свойства: зависимость кислотности от индуктивных эффектов заместителей, получение солей. Основные свойства карбоновых кислот, место присоединения протона, строение сопряженной кислоты. Свойства альфа-водородного атома, галогенирование кислот по Гелю-Фольгарду-Зелинскому. Пиролитическая кетонизация, электролиз солей карбоновых кислот по Кольбе. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы – получение функциональных производных кислот. Сравнение их ацилирующей способности производных карбоновых кислот. Галогенангидриды, получение, химические свойства: реакции с нуклеофильными реагентами (вода, спирты, аммиак, амины, гидразин, металлоорганические соединения); восстановление до альдегидов; взаимодействие с diazometаном (реакция Арндта-Эйстердта); использование хлорангидридов для получения пероксидов ацилов; повышенная подвижность α -водородного атома. Ангидриды, получение, химические свойства: реакции с нуклеофилами); СН-кислотные свойства в конденсации с ароматическими альдегидами (реакция Перкина). Кетены как внутренние ангидриды, их строение, получение, свойства. Сложные эфиры, получение: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов и их алкоголятов ацилгалогенидами и ангидридами, алкилирование карбоксилат-ионов, реакции кислот с diazometаном, алкоголиз нитрилов, получение циклических сложных эфиров (лактонов). Химические свойства сложных эфиров: кислотный и основной гидролиз (механизм), аммонолиз, переэтерификация; взаимодействие с магнийорганическими соединениями, восстановление до спиртов и альдегидов; сложноэфирная конденсация Кляйзена, ацилоиновая конденсация. Жиры, их строение, физические и химические свойства. Понятие о фосфатидах. Амиды, получение: ацилирование аммиака и аминов, пиролиз карбоксилатов аммония, неполный гидролиз нитрилов, перегруппировка оксимов по Бекману; получение циклических амидов (лактамов). Химические свойства амидов: кислотно-основные свойства, гидролиз, восстановление до аминов, дегидратация амидов, перегруппировки Гофмана, Курциуса (секстетные перегруппировки), реакция с азотистой кислотой (реакция Буво). Нитрилы, получение: дегидратация амидов кислот, алкилирование цианид-иона; свойства: гидролиз, аммонолиз, восстановление, взаимодействие с магний- и литийорганическими соединениями. Производные угольной кислоты: фосген, мочевины и ее производные, эфиры, изоцианаты, уретаны, ксантогенаты.

Дикарбоновые кислоты. Электронное строение. Способы получения: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление диолов, гидролиз динитрилов, синтезы на основе малонового эфира. Химические свойства дикарбоновых кислот: кислотность и ее зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп; отношение к нагреванию, пиролиз кальциевых и ториевых солей; образование производных дикарбоновых кислот. Щавелевая кислота: получение, декарбоксилирование, декарбонилирование, окисление; диэтилоксалат в реакции сложноэфирной конденсации. Малоновая кислота и малоновый эфир – строение и свойства: декарбоксилирование малоновой кислоты; подвиж-

ность α -водородного атома. Натр-малоновый эфир: электронное строение, алкилирование для синтеза моно- и дикарбоновых кислот; конденсация с карбонильными (реакция Кневенагеля); присоединение по активированной кратной связи (реакция Михаэля); ацилирование мочевины для получения гетероциклических соединений. Янтарная и глутаровая кислоты: образование циклических ангидридов и имидов; N-бромсукцинимид и его использование в органическом синтезе. Адипиновая кислота и ее производные: образование циклических кетонов и их использование; внутримолекулярная сложноэфирная конденсация по Дикману. Ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот – метод синтеза циклов.

α,β -Непредельные кислоты. Методы получения: из окси- и галогенокарбоновых кислот, из вицинальных дигалогенопроизводных карбоновых кислот, из карбонильных соединений по реакции Виттига, по реакции Кневенагеля. Получение акриловой кислоты из окиси этилена, из этилена и фосгена, из ацетиленов через акрилонитрил; получение метакриловой кислоты из ацетона, из пропена. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи, кислотные свойства. Химические свойства: реакции по карбоксильной группе и по двойной связи – присоединение галогеноводородов против правила Марковникова; стереохимия присоединения галогена и гидроксирования надкислотами; окисление перманганатом (по Вагнеру). Промышленное использование акриловой, метакриловой кислот и их эфиров. Значение олеиновой и полиеновых кислот. Непредельные дикарбоновые кислоты: малеиновая и фумаровая кислоты; получение, химические свойства, взаимные переходы, получение малеинового ангидрида и его использование. Ацетилендикарбоновая кислота: получение, использование эфира как диенофила.

Гетерофункциональные соединения - оксикислоты. Электронное строение и взаимное влияние групп. Оптическая изомерия α -оксикислот и винных кислот. Методы получения α,β,γ -оксикислот: окисление этиленгликоля для получения гликолевой кислоты; гидролиз α -галогенозамещенных кислот; взаимодействие аминокислот с азотистой кислотой; из альдегидов и кетонов через оксинитрилы; гидратация непредельных кислот; восстановление кетокислот; при помощи цинкоорганических соединений по реакции Реформатского; окисление циклических кетонов надкислотами по Байеру-Виллигеру с последующим гидролизом; окисление акриловой кислоты для получения дигидроксикислот; природные источники. Химические свойства: свойства по карбоксильной и гидроксильной группам; кислотные свойства; реакции дегидратации в зависимости от расположения карбокси- и гидроксигрупп; повышенная способность к образованию комплексов хелатного типа. Лактоны: их свойства и применение. Биологическая роль оксикислот.

Гетерофункциональные соединения аминокислоты. Классификация, номенклатура, оптическая изомерия α -аминокислот. Электронное строение и взаимное влияние групп. Методы получения α -аминокислот: из галогенокислот, карбонильных по реакции Штреккера, оксимов, малонового эфира и гидразина по Курциусу, малонового эфира по реакции нитрозирования; конденсацией альдегидов с эфиром нитроуксусной кислоты; из других аминокислот; гидролизом белков. Методы получения β -, γ -аминокислот. Химические свойства α -аминокислот. Кислотно-основные свойства: амфотерность (биполярные ионы, цвиттер-ионы, бетаины), изоэлектрическая точка, образование солей, комплексных солей с ионами меди(II). Реакции по аминогруппе: ацилирование, алкилирование, взаимодействие с азотистой кислотой. Реакции по карбоксильной группе: образование сложных эфиров, галогенангидридов, амидов. Биологически важные реакции аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, различные реакции по радикалу, трансаминирование, образование пептидной связи. От-

ношение α -, β -, γ -, δ - аминокислот к нагреванию. Биологическая роль альфа-аминокислот. Олиго- и полипептиды. Первичная структура белков, способы ее установления. Качественные реакции на аминокислоты и пептидную связь. Полиамидные полимеры.

Гетерофункциональные соединения - альдегидо- и кето-кислоты. α -Альдегидо- и кето-кислоты, их электронное строение и взаимное влияние групп. Способы получения из карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных. Химические свойства как проявление свойств обеих функциональных групп (реакции по карбоксильной и карбонильной группам, таутомерные превращения, декарбоксилирование, декарбонилирование). Строение, свойства и особая биологическая роль пировиноградной кислоты. β -Альдегидо- и кето-кислоты, их строение, способы получения (конденсация этилацетата по Кляйзену; сложноэфирная конденсация эфиров дикарбоновых кислот). Ацетоуксусная кислота и ее особые свойства: кислотные свойства, декарбоксилирование при нагревании, подвижность α -водородного атома. Ацетоуксусный эфир, его строение и свойства: СН-кислотность, образование солей, кето-енольная таутомерия (выделение таутомерных форм), двойственная реакционная способность, амбидентный характер енолят-иона, реакции кислотного и кетонного расщепления. Синтезы кетонов и карбоновых кислот на основе ацетоуксусного эфира.

Методы органического синтеза на основе реакций нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода. Синтез производных карбоновых кислот. Химические методы изучения свойств карбоновых кислот и их гетерофункциональных производных.

Раздел 5 (18 часов)

Арены. Бензол и его гомологи. Строение бензола, формула Кекуле. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы. Аннулены ароматические и неароматические. Получение аренов в промышленности – каталитический риформинг нефти, переработка коксового газа и каменноугольной смолы. Синтетические методы получения: тримеризация ацетиленовых углеводородов, дегидрирование алициклов, реакции Вюрца-Фиттига, Вюрца-Гриньяра и другие реакции кросс-сочетания, алкилирование по Фриделю-Крафтсу, восстановление жирноароматических кетонов (реакция Кижнера-Вольфа, Клемменсена), протолиз арилмагнийгалогенидов. Арены: химические свойства. Реакции аренов, ведущие к неароматическим системам: гидрирование, восстановление по Берчу, галогенирование, окисление, озонолиз, реакции изомеризации. Реакции с участием боковых цепей: галогенирование, окисление. Реакции электрофильного замещения S_EAr : механизм, понятие о π - и σ -комплексах, энергетическая диаграмма. Электронодонорные и электроноакцепторные ориентанты (I и II рода); согласованная и несогласованная ориентация нескольких заместителей. Толуол, электронное строение (+I и +M-эффекты), взаимное влияние метильной группы и бензольного кольца. Алкилирование аренов по Фриделю-Крафтсу: алкилирующие агенты, механизм, побочные процессы (изомеризация алкилирующего агента и конечных продуктов, полиалкилирование). Химические свойства алкилбензолов: особенность реакций по радикалу (S_R , окисления), реакции электрофильного замещения (влияние строения радикалов на скорость электрофильного замещения – эффект Натана-Бейкера).

Ароматические углеводороды с конденсированными и неконденсированными бензольными кольцами. Нафталин: получение, электронное строение. Химические свойства: реакции восстановления, окисления, электрофильного замещения (галогенирования, нитрования, сульфирования, ацилирования, правила ориентации). Нафтолы, нафтиламины, нафтохиноны. Антрацен, электронное строение, ароматический и ненасыщенный характер, особенность химических свойств: реакции присоединения, окисления, замещения. Антрахинон, фе-

нантрен, пирен, бензпирен. Дифенил: получение, атропоизомерия, химические свойства. Фенилметаны: получение, химические свойства бензольных колец (электрофильное замещение) и алифатического фрагмента (кислотные, реакции радикального замещения, окисления). Электронное строение и окраска трифенилметильных радикала, катиона, аниона. Красители трифенилметанового ряда: основные (малахитовый зеленый, кристаллический фиолетовый) и кислотные (фенолфталеин); причины изменения окраски в разных средах.

Ароматические галогенопроизводные. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Арилгалогениды, получение: галогенирующие агенты для прямого введения хлора и брома в кольцо, механизм реакции S_E2 ; введение в кольцо фтора и йода. Физические свойства и спектральные характеристики арилгалогенидов. Электронное строение арилгалогенидов, ориентирующее действие галогена. Химические свойства арилгалогенидов. Реакции электрофильного замещения (механизм), реакция Вюрца-Фиттига, получение магнийорганических соединений. Реакции нуклеофильного замещения галогена. Механизм отщепления-замещения для неактивированного атома галогена, строение дегидробензола. Механизм бимолекулярного нуклеофильного замещения S_NAr в соединениях с активированным атомом галогена, анионные σ -комплексы Мейзенгеймера. Получение и свойства галогенопроизводных с атомом галогена в боковой цепи. Понятие о диоксинах.

Ароматические нитросоединения. Физические свойства и спектральные характеристики. Получение нитрованием бензола: нитрующие агенты, механизм реакции; строение нитроний-катиона. Условия нитрования в ядро и боковую цепь. Электронное строение нитробензола и ориентирующее действие нитрогруппы. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (галогенирования, нитрования); нуклеофильного замещения водорода в нитробензолах; нуклеофильного замещения галогена в галогенонитробензолах; нуклеофильного замещения нитрогруппы в полинитрозамещенных. Восстановление нитросоединений: по Зинину, каталитическое, цинком в кислой и щелочной средах.

Ароматические сульфокислоты. Сульфирование бензола и производных: сульфирующие агенты, механизм реакции, обратимость реакции, изотопный эффект. Электронное строение бензолсульфокислоты, ориентирующее действие сульфогруппы. Химические свойства бензолсульфокислоты: кислотные свойства; получение функциональных производных – хлорангидридов, амидов, сложных эфиров; реакции электрофильного замещения в кольце – нитрование, сульфирование; реакции электрофильного и нуклеофильного замещения сульфогруппы, восстановление. Сульфоны, сульфоксиды, сульфиды. Сульфамидные препараты.

Раздел 6 (16 часов)

Фенолы и ароматические спирты. Физические свойства и спектральные характеристики. Электронное строение фенола и фенолят-иона. Взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра. Получение фенолов: кумольный способ, щелочное плавление сульфокислот, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей ареназона. Химические свойства. Фенолы как ОН-кислоты: свойства фенольного гидроксильной группы в сравнении со спиртовым, влияние заместителей на кислотность; получение фенолятов, простых и сложных эфиров фенолов, перегруппировка Фриса. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, нитрозирование, сульфирование, реакции сочетания с солями диазона, С-алкилирование и ацилирование. Реакции фенолов с усложнением С-скелета: карбоксилирование по Кольбе, формилирование по Реймеру-Тиману, перегруппировки Фриса, аллиловых эфиров по Кляйзену, конденсация с ацетоном и формальдегидом. Окисление и восстановление фенолов. Двух- и трехатомные фенолы: получение, химические свойства, таутомерия.

Карбонильные соединения. Хиноны. Физические свойства и спектральные характеристики. Получение ароматических альдегидов и кетонов: ацилирование по Фриделю-Крафтсу, карбонилирование по Гаттерману-Коху, формилирование, из фенолов и хлороформа по реакции Раймера-Тиммана, промышленные способы - окислением толуола и гидролизом бензальхлорида. Электронное строение ароматических карбонильных соединений. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения, общие с алифатическими альдегидами: реакции с водой, циановодородом, гидросульфитом натрия, пятихлористым фосфором, реактивами Гриньяра. Реакции присоединения-отщепления с аминами (Шиффа), с гидроксилaminaми (оксимы), гидразинами (гидразоны), с активными метиленовыми компонентами (реакция Кневенагеля). Специфические свойства: бензоиновая конденсация; реакции Перкина, Канниццаро, Тищенко. Реакции электрофильного замещения по ароматическому кольцу. Окислительно-восстановительные реакции (аутоокисление). Представители: бензальдегид, ацетофенон, бензофенон, коричный альдегид. Хиноны, получение, электронное строение, химические свойства: реакции восстановления, диеновый синтез, получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, спиртов, анилина. Сопоставление свойств хинонов и непредельных кетонов. Комплексы переноса заряда. Семихиноны. Понятие об анионрадикалах. Бензохиноны, нафтохинон, антрохинон, ализарин, хлоранил (тетрахлор-*n*-бензохинон).

Ароматические карбоновые кислоты. Физические свойства и спектральные характеристики. Методы получения ароматических карбоновых кислот: окисление гомологов бензола, альдегидов, метиларилкетонов, нафталина; гидролиз нитрилов, амидов, сложных эфиров, геминальных тригалогенопроизводных; через металлоорганические соединения; синтез Кольбе. Электронное строение. Кислотные свойства, влияние заместителей на константы диссоциации замещенных карбоновых кислот, орто-эффект; представление о корреляционных уравнениях. Химические свойства: свойства, общие с алифатическими кислотами (кислотные свойства, образование солей, эфиров, хлорангидридов, ангидридов, амидов, восстановление до спиртов); реакции электрофильного замещения по бензольному кольцу; особенности декарбоксилирования. Представители: бензойная кислота; надбензойная кислота как окислитель; коричная кислота; салициловая кислота и ее производные по гидроксилу и карбоксилу; галловая (понятие о дубильных веществах); фталевая и терефталевая кислоты, фталевый ангидрид и фталимид, полиэфирные волокна и глифталевые смолы.

Ароматические амины и диазосоединения. Красители. Способы получения: восстановление нитросоединений (каталитическое, активными металлами, реакция Зинина), азотсодержащих производных карбонильных соединений, перегруппировка Гофмана, нуклеофильное замещение в хлорбензоле. Физические свойства и спектральные характеристики. Электронное строение, взаимное влияние аминогруппы и бензольного кольца. Влияние природы и положения заместителей в ароматическом ядре на основность ароматических аминов. Свойства по аминогруппе: алкилирование, ацилирование, арилирование, образование оснований Шиффа, изонитрилов, реакции с азотистой кислотой. Реакции по ароматическому кольцу: галогенирование, нитрование, сульфирование (особенности протекания реакций с сильными кислотами). Сульфамидные препараты. Диазосоединения, их строение. Реакция получения диазотированием первичных аминов: условия проведения, нитрозирующие реагенты, механизм реакции, электронное строение и устойчивость солей арендиазония, формы диазосоединений в зависимости от pH среды. Свойства диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород; арилирование арендов. Реакции диазосоединений без выделения азота: вос-

становление, азосочетание (азо- и diazosоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами). Азосоединения: их пространственное и электронное строение. Азокрасители.

Методы органического синтеза на основе электрофильного замещения. Синтез производных ароматического ряда, солей арилдиазония и синтеза производных на их основе.

Раздел 7 (16 часов)

Гетероциклические соединения: классификация, номенклатура.

Пятичленные гетероциклы пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение: ароматичность. Методы получения: получение из 1,4-дикарбонильных соединений, синтез пирролов по Кнорру, взаимные переходы (цикл Юрьева). Химические свойства: зависимость свойств от природы гетероатома. Реакции электрофильного замещения: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование; ориентация электрофильного замещения. Реакции гидрирования, окисления, отношение к кислотам (ацидофобность пиррола и фурана), реакции с диенофилами. Кислотные и основные свойства пиррола. Реакции расширения цикла. Фурфурол. Порфин, хлорофилл, гемоглобин. Индол, синтез Фишера (из фенилгидразина и кетонов). Индиго. Пятичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами.

Шестичленные кислородные гетероциклы: пиран, α - и γ -пироны, аномерный эффект, понятие о красящих веществах растений. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин, изохинолин. Получение пиридина: из каменноугольной смолы, конденсация карбонильных соединений с аммиаком, циклизация ацетилен и циановодорода, реакции расширения цикла пиррола. Электронное строение, молекулярные π -орбитали пиридина. Химические свойства пиридина: реакции восстановления и окисления; основные свойства (реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, с бромом); реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрование, бромирование); реакции нуклеофильного замещения (реакция Чичибабина, с едким кали, фениллитием); расщепление пиридинового кольца. Образование пиридиновых оснований и их особые свойства, рециклизация – образование ненасыщенных аминокальдегидов. N-окись пиридина. Хинолин, получение по Скраупу. α - и γ -Пиколины, свойства: протонная подвижность водородов метильных группах; реакции алкилирования; α -пиколины как метиленовые компоненты при конденсациях. α - и γ -Окси- и аминокпиридины: их таутомерные превращения и свойства.

Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиримидины и пурины: их строение и свойства. Урацил, цитозин, тимин, аденин, гуанин. Строение нуклеозидов и нуклеотидов. Первичная структура нуклеиновых кислот. Понятие комплементарных пар.

Элементоорганические соединения. Соединения серы: тиоспирты (меркаптаны) и тиоэфиры; сульфокислоты и их функциональные производные, СМС. Органические соединения кремния: силаны и алкилсиланы, силанолы, полисилоксаны (силиконы). Фосфорорганические соединения: алкилфосфины, фосфинистые R_2POH , фосфонистые $RP(OH)_2$, фосфиновые $R_2P(O)OH$, фосфоновые $RP(O)(OH)_2$ кислоты; эфиры фосфористой и фосфоновой кислот, перегруппировка Арбузова. Фосфорорганические инсектициды тиофос, хлорофос, фосфорорганические отравляющие вещества. Магнийорганические соединения: реактивы Гриньяра, использование в органическом синтезе углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Алюминийорганические соединения, катализаторы Циглера-Натта.

Органический синтез гетероциклических соединений с использованием нескольких синтетических методов. Физико-химические методы анализа органических соединений. Разделение смесей органических веществ.

4.3. Содержание практических занятий

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практических занятий	Норматив, ч
5 семестр			
1	Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Состав, строение, получение и свойства углеводородов алифатического и алициклического ряда.	Номенклатура органических соединений. Электронное строение органических соединений.	4
		Алканы. Реакции радикального замещения, условия протекания, механизм.	4
		Алкены. Реакции электрофильного присоединения, условия протекания, механизм.	4
		Алкины. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения, условия протекания, механизм.	4
		Диены. 1,2- и 1,4-присоединения. Реакции электроциклизации.	4
		Рубежный контроль №1	2
2	Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводородов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда.	Алкилгалогениды: стереохимия, реакции нуклеофильного замещения и элиминирования.	4
		Спирты: стереохимия, реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Многоатомные спирты.	4
		Механизмы реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.	4
		Азотсодержащие соединения алифатического ряда нитросоединения, амины: электронное строение, свойства.	4
		Реакции перегруппировки: гидридные, секстетные. Перегруппировка Гофмана.	4
		Рубежный контроль №2	2
3	Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений.	Карбонильные соединения алифатического ряда.	4
		Реакции конденсации.	4
		Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Перегруппировка Бекмана.	4
		Монозы и биозы: строение и свойства.	4
		Гетерофункциональные соединения: получение и свойства.	2
		Рубежный контроль №3	2
Итого 5 семестр:			64

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практических занятий	Норматив, ч
6 семестр			
4	Строение, получение и свойства карбоновых и дикарбоновых кислот и их производных. Строение, получение и свойства непредельных, окси, амини и кето-карбоновых кислот как гетерофункциональных соединений.	Монокарбоновые, дикарбоновые и непредельные карбоновые кислоты и их производные.	4
		Гидроксикарбоновые и аминокислоты и их производные.	4
		Оксокарбоновые кислоты и их производные. Синтезы на основе дикарбоновых и кетокислот.	4
		Рубежный контроль №1	2
5	Арены. Строение, получение и свойства бензола и его гомологов, арилгалогенидов, нитроаренов и арилсульфокислот. Арены с конденсированными и неконденсированными бензольными кольцами: строение, получение и свойства.	Арены. Ароматичность, критерии. Гомологи бензола. Конденсированные и неконденсированные арены. Правила ориентации.	4
		Арилгалогениды: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.	4
		Нитроарены: особенности химических свойств. Арилсульфокислоты: свойства и их производные.	4
		Рубежный контроль №2	2
6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и diaзосоединений ароматического ряда.	Взаимное влияние атомов и групп в молекулах. Фенолы, анилин: кислотные и основные свойства и особенности реакций электрофильного замещения.	4
		Диазосоединения: реакции с выделением и без выделения азота.	4
		Ароматические альдегиды и кетоны: электрофильное замещение и межмолекулярные реакции. Карбоновые кислоты ароматического ряда: особенности кислотных свойств.	4
		Рубежный контроль №3	2
7	Строение, получение и свойства гетероциклических соединений. Элементоорганические соединения: основные представители.	Особенности реакционной способности азотсодержащих гетероциклов. Сравнительный анализ свойств пяти- и шестичленных азотсодержащих гетероциклов.	4
		Использование металлоорганических соединений в органическом синтезе.	2
Итого 6 семестр:			48
ИТОГО:			112

4.4. Содержание лабораторных работ

1.

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Норматив, ч
5 семестр			
1	Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Состав, строение, получение и свойства углеводов алифатического и алициклического ряда. Методы органического синтеза и химического анализа органических соединений. Основные методы и приемы работы при синтезе, выделении, очистке органических веществ. Определение физико-химических констант органических веществ.	Общие сведения о работе в лаборатории органического синтеза. Техника безопасности. Качественный элементный анализ органических соединений.	6
		Основные методы работы при выделении и очистке органических веществ: возгонка, перекристаллизация, перегонка простая, в вакууме, с паром. Определение физических констант.	18
		Углеводороды предельные и непредельные: алканы, алкены, алкины: электронное строение, методы получения и свойства.	6
		Пространственное и электронное строение органических соединений (модели).	2
		Рубежный контроль (РК1з)	4
2	Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда. Методы органического синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе реакций нуклеофильного замещения. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров.	Алкилгалогениды: электронное строение, методы получения и свойства. Спирты и простые эфиры: электронное строение, методы получения и свойства.	6
		Синтезы на основе реакций нуклеофильного замещения. Алкилбромиды: синтез, выделение, очистка. Простые эфиры: синтез, выделение, очистка.	18
		Очистка простых эфиров от пероксидов.	2
		Рубежный контроль (РК2з).	4
3	Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений. Методы органического синтеза альдегидов, кетонов и карбоновых кислот на основе реакций окисления. Химические методы изучения свойств карбонильных соединений и углеводов. Характеристические свойства гомо- и гетерофункциональных соединений.	Свойства и идентификация альдегидов и кетонов алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации.	6
		Реакции окисления как метод получения альдегидов, кетонов и карбоновых кислот. Синтез, выделение, очистка и идентификация альдегидов, кетонов и карбоновых кислот алифатического ряда.	12
		Углеводы моно-, ди- и полисахариды: методы получения и свойства.	6
		Функциональные соединения алифатического ряда: планирование синтезов.	2
		Рубежный контроль (РК3з)	4
Итого 5 семестр:			96

6 семестр			
4	Строение, получение и свойства карбоновых кислот и их производных, дикарбоновых кислот. Строение, получение и свойства непредельных, окси-, amino- и кето-карбоновых кислот как гетерофункциональных соединений. Методы органического синтеза производных карбоновых кислот на основе реакций нуклеофильного замещения у sp^2 -гибридизованного атома углерода. Химические методы изучения свойств карбоновых кислот и их гетерофункциональных производных.	Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных, реакции ацилирования. Реакции конденсации сложных эфиров. Алкилацетаты: синтез и выделение. Амиды карбоновых кислот: синтез и выделение.	14
		Монокарбоновые кислоты и их производные: электронное строение, получение и свойства. Гетерокарбоновые кислоты и их производные: электронное строение, получение и свойства.	10
		Рубежный контроль (РК1з)	4
5	Арены. Строение, получение и свойства бензола и его гомологов, арилгалогенидов, нитроаренов и арилсульфокислот. Арены с конденсированными и неконденсированными бензольными кольцами: строение, получение и свойства. Методы органического синтеза производных ароматического ряда на основе реакций электрофильного замещения.	Реакции электрофильного замещения в аренах. Синтез <i>o</i> - и <i>n</i> -нитрофенолов, их очистка и идентификация. Перегонка с паром как метод очистки.	14
		Синтез бром- и сульфо-аренов, их очистка и идентификация.	7
		Галоген-, нитро- и сульфопроизводные бензола: нитрование, сульфирование, галогенирование в кольцо и боковую цепь.	3
		Рубежный контроль (РК2з)	4
6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и diazosоединений ароматического ряда. Методы органического синтеза солей арильдиазония и синтеза производных на их основе.	Свойства анилина и азоаренов. Синтез солей диазония, реакции с выделением азота.	7
		Синтез diaзокрасителей без выделения азота, очистка продуктов, их идентификация.	7
		Синтез соединений по реакции нуклеофильного присоединения, реакции конденсации.	10
		Рубежный контроль (РК3з)	4
7	Строение, получение и свойства гетероциклических соединений. Элементоорганические соединения: основные представители. Органический синтез гетероциклических соединений. Органический синтез веществ различными синтетическими методами. Разделение смесей органических веществ. Физико-химические методы анализа полученных соединений.	Синтез по реакции Канниццаро, выделение, очистка и идентификация соединений.	7
		Синтез гетероциклов, выделение, очистка и идентификация соединений. Важнейшие представители природных гетероциклов, их строение и особая роль для биологических систем.	14
		Разделение смесей органических соединений и количественное выделение веществ основного, кислого, слабокислого и нейтрального характера.	7
Итого 6 семестр:			112
ИТОГО:			208

4.5. Курсовая работа

Курсовая работа выполняется согласно методических рекомендаций.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Органическая химия» преподается в течение пятого и шестого семестров в виде лекционных, практических занятий и лабораторных работ, на которых происходит объяснение, усвоение, проверка и экспериментальное закрепление изучаемого материала.

В ходе всего учебного процесса через участие студентов в лекционных, практических и лабораторных занятиях важнейшим является формирование у студентов способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию и эффективно её использовать, регулярная самостоятельная работа студентов играет важнейшую роль.

В преподавании органической химии применяются образовательные технологии: метод проблемного изложения материала; самостоятельное ознакомление студентов с источниками информации, использование иллюстративных и справочных материалов (компьютерные презентации, демонстрируемые на современном оборудовании, таблицы, справочники).

На лекционных занятиях используются мультимедийные форм презентации, подготовка и проведение групповых форм работы. В лекционном курсе обращается внимание на тенденции развития химии, ее связь с другими науками, особенно физическими и биологическими; излагаются теоретические основы органической химии, ее задачи, применение методов органической химии для решения конкретных задач. Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения студентам необходимо вести конспекты лекций. При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение соответствующей лабораторной работы. Курс «Органическая химия» проводится для студентов 5 курса, поэтому под диктовку записываются только важнейшие положения и выводы. Лекция конспектируется с выделением основных мыслей. Обязательно записывается тема лекции, основные вопросы, определения, выводы. Конспект лекций рекомендуется просматривать сразу после лекции и подразделить на пункты и подпункты, сопровождая пометками важные места типа «важно», «посмотреть в учебнике», «вопрос», «проработать». Работая над конспектом лекций необходимо использовать учебник и рекомендованную преподавателем литературу. Вопросы, которые преподаватель не отразил в лекции, студент должен изучить самостоятельно. При чтении лекций могут быть использованы технологии учебной дискуссии, поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

При выполнении лабораторного практикума студенты получают навыки работы с лабораторным оборудованием и навыки по исследованию свойств, синтезу, выделению и очистке органических веществ. Это позволяет освоить приемы и методы работы, применять на практике полученные знания, объяснять результаты опытов, правильно пользоваться химической терминологией, использовать учебную и справочную литературу. Важнейшим при изучении дисциплины является выполнение лабораторных работ. Залогом качественного выполнения лабораторных работ является самостоятельная подготовка к ним накануне путем повторения материалов лекций и пошагового анализа хода лабораторной работы. Обязательно оформление работы по следующему плану: Тема, Цель, Приборы и реактивы, План выполнения эксперимента. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале лабораторной работы. В начале работы преподаватель знакомит сту-

дентов с особенностями и техникой безопасности предстоящей работы. Методики к лабораторным работам студенты берут либо из методических пособий, из оригинальной литературы, либо из методичек, которые выдаются, как правило, накануне занятия, по методикам оформляется отчет по работе. Пропущенную по уважительной причине лабораторную работу студент отрабатывает индивидуально.

Преподавателем запланировано применение на лабораторных занятиях интерактивных методов – решение проблемной задачи с переводением лабораторной работы в разряд исследовательской; коллективное взаимодействие при выполнении лабораторной работы как творческого отчета, что может сопровождаться групповым методом выполнения работ, обсуждения результатов и защиты отчетов выполнения лабораторных работ.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия, как на лекциях, практических, так и на лабораторных занятиях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

При изучении органической химии за учебный год проводится 12 рубежных контролей, т. е. в каждом семестре по лекционно-практической и лабораторной части проводится по 3 рубежных контроля. В качестве рубежных контролей используются такие формы, как контрольная работа и коллоквиумы. При подготовке к рубежным контролям студенту рекомендуется проработка конспекта лекций, сути и результатов лабораторных работ, чтение рекомендованной основной и дополнительной литературы по изучаемому разделу дисциплины. В качестве формы рубежного контроля используется коллоквиум в виде индивидуальной беседы или в виде коллективного обсуждения вопросов. На заключительных этапах в семестрах может быть рекомендовано подготовка докладов и презентаций с их последующим обсуждением.

Промежуточная аттестация проводится в традиционной форме в каждом семестре в форме зачета и экзамена в виде устного ответа.

В 6 семестре выполняется курсовая работа, темы которых предлагаются преподавателем. В качестве исключения курсовая работа может быть выполнена по теме, предложенной студентом.

Самостоятельная работа подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, к рубежным контролям, выполнение контрольных работ, курсовой работы, подготовку к зачету и экзамену в каждом семестре. Самостоятельная работа студента выполняется как по учебникам и учебным пособиям, оригинальной современной литературе по профилю, нормативным документам в области охраны окружающей среды, так и с использованием Интернет-ресурсов.

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице.

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. Часы
5 семестр	
Углубленное изучение тем лекционного курса	11
Подготовка к практическим занятиям	16
Подготовка к лабораторным занятиям	16
Подготовка к рубежным контролям	12
Подготовка к зачету	18
Подготовка к экзамену	27
6 семестр	
Выполнение и защита курсовой работы	19
Подготовка к зачету	18
Подготовка к экзамену	27
Всего:	164

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ.
2. Перечень вопросов к экзамену.
3. Перечень вопросов к зачету.
4. Вопросы для рубежных контролей к зачетам: 1-3 рубежи в 5 семестре и 1-3 рубежи в 6 семестре (рубежные контроли в виде коллоквиумов).
5. Вопросы для рубежных контролей к экзаменам: 1-3 рубежи в 5 семестре и 1-3 рубежи в 6 семестре (рубежные контроли в виде контрольных работ).
6. Отчеты по лабораторным работам и вопросы к их защите.
7. Отчеты по синтезам и вопросы к их защите.
8. Примеры заданий к домашним контрольным работам.
9. Примеры тем курсовых работ.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии).

Распределение баллов за 5 семестр				
для зачета				
Вид учебной работы	Выполнение и защита лабораторных работ		Рубежные контроли № 1, 2, 3	Зачет
Балльная оценка:	До 55		До 15	До 30
Примечания:	Методы: 9 баллов – 3 метода по 3 б. Синтезы*: 21 балл – 3 синтеза по 7 б. Лабораторные: 25 баллов – 7 лаб. по 3 б., 1 лаб. 4 б. *(2 б. – оформление, 3 б. – выход, 2 б. – защита)		3 РК: по 5 б. за каждый РК	
для экзамена				
Вид учебной работы	Посещение лекций	Практические занятия	Рубежные контроли № 1, 2, 3	Экзамен
Балльная оценка:	До 8	До 47	До 15	До 30
Примечания:	32 лекции: 1 б за 4 лекции	32 занятия: 1 занятие 0 б., 15 – по 1 б, 16 – по 2 б.	3 РК: по 5 б за каждый РК	4 вопроса по 5 б., задача 10 б.
Распределение баллов в 6 семестре				
для зачета				
Вид учебной работы:	Выполнение и защита лабораторных работ		Рубежные контроли № 1, 2, 3	Зачет
Балльная оценка:	До 55		До 15	До 30
Примечания:	Метод: 3 балла – перегонка с паром. Синтезы*: 39 баллов - 4 синтеза по 6 б., 1 синтез – 7 б., 1 синтез – 8 б. Лабораторные: 13 баллов – 2 лаб. по 5 б., 1 лаб. 3 б. *(2 б. – оформление, 2 б. – защита 2-4 б. – выход за каждое вещество)		3 РК: по 5 б. за каждый РК	
для экзамена				
Вид УР	Посещение лекций	Практические занятия	Рубежные контроли № 1, 2, 3	Экзамен
Балльная оценка:	До 8	До 47	До 15	До 30
Примечания:	32 лекции: 1 б. за 4 лекции	24 занятия: 23 занятия – по 2 б., 1 занятие – 1 б.	3 РК: по 5 б за каждый РК	4 вопроса по 5 б., задача 10 б.
Курсовая работа (6 семестр)				
Объект оценки	Качество пояснительной записки и выполнения эксперимента		Качество доклада	Качество защиты
Балльная оценка:	До 40		До 20	До 40
Примечания:	Учитывается ритмичность выполнения работы, отсутствие ошибок, логичность и последовательность построения материала, правильность выполнения и полнота расчетов и эксперимента, соблюдение требований к оформлению.		Учитывается уровень владения материалом, степень аргументированности, четкости, последовательности и правильности изложения материала, а также соблюдение регламентов.	Учитывается правильность, полнота и степень ориентированности в материале.

Критерии балльной системы

Критерий пересчета баллов в традиционную оценку	по итогам работы в семестре и экзамена	по итогам работы в семестре и зачета
	60 и менее баллов – неудовлетворительно; 61...73 – удовлетворительно; 74... 90 – хорошо; 91...100 – отлично	60 и менее баллов – не зачтено; 61...100 – зачтено
Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения экзамениционной оценки по дисциплине автоматически, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета и/или экзамена без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение оценки без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить ее путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30. Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ. 	
Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету и/или экзамену) набрана сумма менее 51 балла, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных практических занятий. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение задания пропущенного практического занятия; - предоставление преподавателю конспекта пропущенной лекции; - выполнение заданий пропущенного рубежного контроля. - выполнение и защита пропущенной лабораторной работы (при невозможности дополнительного проведения лабораторной работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной работы самостоятельно). <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>	
Критерии оценки курсовой работы	<p>По курсовой работе выставляется отдельная оценка, максимальная сумма устанавливается в 100 баллов. При оценке качества выполнения работы и уровня защиты рекомендуется следующее распределение баллов:</p> <p>а) качество пояснительной записки и графической части – до 40 баллов; при этом учитывается ритмичность выполнения работы, отсутствие ошибок, логичность и последовательность построения материала, правильность выполнения и полнота расчетов, соблюдение требований к оформлению, аккуратность исполнения работы; б) качество доклада – до 20 баллов; при этом учитывается уровень владения материалом, степень аргументированности, четкости, последовательности и правильности изложения материала, а также соблюдение регламентов; в) качество защиты работы – до 40 баллов; при этом учитывается качества ответов на вопросы, принимается во внимание правильность, полнота и степень ориентированности в материале.</p> <p>Комиссия по приему защиты курсовой работы (проекта) оценивает вышеуказанные составляющие компоненты и определяет итоговую оценку.</p>	

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в форме письменной контрольной работы с защитой, устного собеседования (коллоквиума), при необходимости может проводиться тестирование. Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель может при необходимости прорабатывать со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины в форме краткой лекции-дискуссии.

Варианты заданий для рубежных контролей в виде устного ответа (коллоквиума) состоят из 3 вопросов (по 1-3 балла, в зависимости от сложности, за один вопрос). Перечень вопросов к каждому рубежному контролю включает 10 вопросов. На подготовку к устному ответу при рубежном контроле студенту отводится время не менее 20-30 минут. Преподаватель оценивает в баллах результаты ответ в каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Всего за каждый рубеж 5 баллов.

Варианты заданий для рубежных контролей в виде контрольной работы состоят из 4-5 заданий (по 1-2 балла, в зависимости от сложности, за один вопрос). На написание ответов контрольной работы отводится 45 минут, после письменного ответа проводится защита контрольной работы в группах в течение 45 минут. Преподаватель оценивает в баллах ответ в каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Всего за каждую контрольную по 5 баллов.

При отсутствии по уважительной причине на занятии при проведении рубежного контроля для студента могут быть предусмотрены домашние контрольные работы, варианты которых содержат 10-15 вопросов разного уровня сложности, выполняются письменно в тетради для домашних работ с последующей беседой с преподавателем. Домашняя контрольная работа засчитывается, если студент смог объяснить решение не менее 2-3 заданий на выбор преподавателя. Всего за домашнюю контрольную до 4 баллов.

Зачеты в 5 и 6 семестрах проводятся по результатам текущей работы на лабораторных работах. При недостаточном количестве баллов студент сдает зачет в виде устной беседы по лабораторным работам и, при необходимости, готовит дополнительный вопрос по перечню вопросов к зачету. Перечень вопросов к зачету включает 10 вопросов. Студенту предлагается ответить на 3 из них. Время, отводимое студенту для подготовки к ответу, составляет 30 минут. Каждый вопрос оценивается в 10 баллов. Всего за зачет максимум 30 баллов.

Экзамены в 5 и 6 семестрах проводятся в форме устного ответа на вопросы по билетам с обязательным решением практической задачи. Перечень вопросов по темам включает 15 вопросов в 5 семестре и 20 вопросов в 6 семестре. Экзаменационный билет состоит из 4 вопросов и одной задачи. Вопросы, входящие в билет, являются небольшими по объему материала и формируются из вопросов по темам к экзамену, которые выдаются студентам в начале семестра. Количество баллов по результатам экзамена соответствует количеству правильных ответов студента на вопросы: теоретические вопросы по 5 баллов и задача 10 баллов. При неполном или неправильном ответе студенту могут быть заданы до 4-5 дополнительных вопросов. Время, отводимое студенту на экзаменационный тест, составляет 1 астрономический час. Всего за экзамен максимум 30 баллов.

Результаты текущего контроля успеваемости и экзамена, зачета заносятся преподавателем в экзаменационную, зачетную ведомость, которая сдается в деканат факультета в день экзамена, зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

Курсовая работа представляет собой форму самостоятельной работы, выполненной под научным руководством преподавателя. Курсовая работа по органической химии выпол-

няется студентами специальности «химия» в 6 семестре и заканчивается защитой. Максимальная сумма по курсовой работе устанавливается в 100 баллов. При оценке качества выполнения работы и уровня защиты рекомендуется руководствоваться критериями балльной системы (раздел 6.2). Требования к выполнению курсовой работы приведены в разделе 6.6 текущей программы.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей, зачета и экзамена

6.4.1. Список вопросов по темам к экзаменам

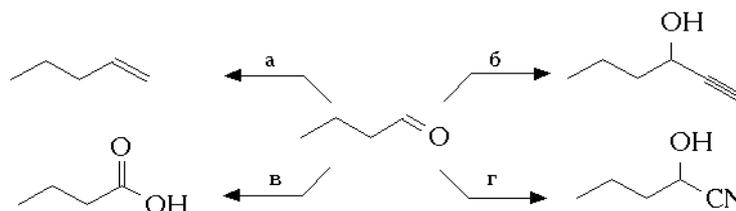
Вопросы к экзамену 5 семестра

1. Изомерия органических соединений: структурная, конфигурационная (оптическая и геометрическая), конформационная.
2. Основные положения теории строения органических соединений А.М.Бутлерова. Механизмы передачи распределения электронной плотности в молекуле (теория электронных смещений). Электронные эффекты – индуктивный мезомерный, типы сопряжения, гиперконъюгации. Резонансные структуры. Статический и динамический факторы реакций.
3. Алканы (парафины). Природные источники парафинов. Методы синтеза алканов. Химические свойства алканов. Реакции радикального замещения. Реакции отщепления, расщепления. Окисление алканов.
4. Алкены. Электронное строение. Методы синтеза. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения, правило Марковникова. Реакции радикального присоединения, правило Хараща. Реакции винильного и аллильного замещения. Аллильная перегруппировка. Окисление алкенов. Полимеризация олефинов.
5. Алкины. Электронное строение алкинов. Методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения. Кислотные свойства ацетилена. Ацетилен-алленовая изомеризация. Реакции конденсации терминальных алкинов с альдегидами и кетонами. Реакции окисления алкинов. Ди-, три-, тетра- и полимеризация ацетилена.
6. Алкадиены. Диены с кумулированными связями. Диены с сопряженными связями. Электронное строение 1,3-бутадиена. Методы синтеза дивинила и изопрена. Химические свойства 1,3-диенов. Реакции радикального и электрофильного присоединения. Реакция Дильса-Альдера. Синтетические и натуральный каучуки.
7. Ациклические соединения. Механизм циклизации и циклоприсоединения. Малые циклы (циклопропан и циклобутан), обычные циклы (циклопентан и циклогексан), средние и большие циклы: химические свойства в сравнении с алифатическими соединениями. Би-, полициклы: изолированные, конденсированные, мостиковые, спирааны.
8. Галогенопроизводные углеводородов. Электронное строение алкилгалогенидов. Методы получения. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения. Механизмы S_N1 и S_N2 . Реакции элиминирования. Механизмы $E1$ и $E2$. Правило Зайцева. Взаимодействие алкилгалогенидов с металлами. Реакция α -элиминирования. Непредельные винилгалогениды, аллилгалогениды. Аллильная перегруппировка.
9. Спирты. Электронное и пространственное строение спиртов. Способы получения. Химические свойства. Кислотно-основные свойства спиртов. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы. Механизмы S_N1 и S_N2 . Гидридные перегруппировки карбокатионов. Дегидратация спиртов (правило Зайцева), механизм реакции отщепления. Алкилирование спиртов. Окисление спиртов. Идентификация спиртов. Непредельные спирты.

10. Двух- и трехатомные спирты, взаимное влияние групп. Получение. Свойства в сравнении с одноатомными спиртами. Окисление глицерина. Пинаколиновая перегруппировка. Окислительное расщепление 1,2-диолюв.
11. Простые эфиры. Методы синтеза. Химические свойства. Абсолютный эфир, токсические свойства и техника безопасности. Циклические эфиры оксираны (эпоксисоединения).
12. Нитроалканы. Методы синтеза нитросоединений. Электронное строение нитрогруппы. Амбидентный характер нитрит-аниона. Свойства нитроалканов. Конденсация с карбонильными соединениями. Таутомерия нитроалканов.
13. Амины алифатического ряда. Способы получения. Электронное строение аминов. Химические свойства. Четвертичные аммонийные основания и соли аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония. Диазометан, его строение и свойства.
14. Карбонильные соединения. Методы синтеза альдегидов и кетонов. Строение карбонильной группы. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Механизм A_N . Основность и CH -кислотность карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия. Межмолекулярные реакции карбонильных соединений. Альдольная и кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции карбонильных соединений. Качественные реакции альдегидов. Реакции полимеризации. Производные карбонильных соединений, содержащие азот. Перегруппировка Бекмана. Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения. Электронное строение. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Реакции конденсации с CH -активными соединениями (Михаэля).
15. Моносахариды. Изомерия моносахаридов: структурная (альдозы и кетозы), оптическая и конформационная изомерия. Методы получения моносахаридов. Химические свойства моносахаридов. Реакции карбонильных форм. Реакции циклических форм. Дисахариды (биозы). Строение и свойства восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Мальтоза, лактоза, целлобиоза. Сахароза, трегалоза. Полисахариды: строение, свойства. Крахмал, гликоген, целлюлоза. Эфиры клетчатки как взрывчатые вещества и искусственные волокна. Гетерополисахариды.

Задачи на свойства органических веществ, например:

- а) Установите строение спирта состава $C_5H_{12}O$, который при дегидратации образует углеводород C_5H_{10} ; этот углеводород при озонировании и последующем гидролизе образует муравьиный и масляный альдегиды. Какое соединение получится, если эти альдегиды обработать щелочью при нагревании, затем пропустить хлороводород, вновь обработать щелочью и образовавшийся при этом продукт окислить перманганатом в кислой среде;
- б) Из ацетона получить этил-*трет*-бутиламин, используя перегруппировку Бекмана. Как отличить этот амин от изомерного ему *изо*-гексиламина;
- в) Какие реагенты и условия необходимо использовать для превращения бутанала в указанные ниже соединения? Назовите их.



Вопросы к экзамену 6 семестра

1. Монокарбоновые кислоты. Методы синтеза. Электронное строение карбоксильной группы, производных карбоновых кислот. Химические свойства. Кислотные и основные свойства. Свойства альфа-водородного атома. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы. Галогенангидриды. Ангидриды. Сложные эфиры. Механизм реакции этерификации. Химические свойства: кислотный и основной гидролиз. Реакции восстановления. Сложно-эфирная конденсация Кляйзена, ацилоиновая конденсация. Жиры, их строение, физические и химические свойства. Амиды. Химические свойства: кислотно-основные свойства, гидролиз, восстановление, дегидратация, перегруппировки Гофмана (секстетные перегруппировки), реакция с азотистой кислотой. Нитрилы.
2. Дикарбоновые кислоты. Способы получения. Химические свойства. Отношение к нагреванию. Щавелевая кислота. Малоновая кислота и малоновый эфир. Натр-малонового эфир, электронное строение. Синтезы на основе малонового эфира. Янтарная и глутаровая кислоты: образование циклических ангидридов и имидов.
3. Непредельные кислоты. Методы получения. Электронное строение. Химические свойства: реакции по карбоксильной группе и по двойной связи. Непредельные дикарбоновые кислоты: малеиновая и фумаровая кислоты.
4. Оксикислоты: получение, электронное строение. Химические свойства оксикислот: свойства по карбоксильной и гидроксильной группам. Лактоны: их свойства и применение.
5. Аминокислоты: получение, электронное строение. Кислотно-основные свойства, реакции по аминогруппе и карбоксильной группе. Биологически важные реакции аминокислот: декарбоксилирование, дезаминирование, реакции по радикалу, трансаминирование, образование пептидной связи. Отношение α -, β -, γ -, δ - аминокислот к нагреванию.
6. α -Альдегидо- и кетокислоты, строение, способы получения и свойства. β -Альдегидо- и кетокислоты, их строение, способы получения. Ацетоуксусная кислота и ее особые свойства. Ацетоуксусный эфир, его строение и свойства. Кето-енольная таутомерия, двойственная реакционная способность, амбидентный характер енолят-иона, реакции кислотного и кетонного расщепления. Синтезы кетонов и карбоновых кислот на основе ацетоуксусного эфира.
7. Бензол и его гомологи. Получение ароматических углеводородов. Химические свойства. Реакции аренов, ведущие к неароматическим системам. Реакции с участием боковых цепей. Реакции электрофильного замещения, правила ориентации. Толуол, его электронное строение. Алкилбензолы: получение, особенности химических свойств.
8. Ароматические углеводороды с конденсированными бензольными кольцами. Нафталин: получение, электронное строение. Химические свойства: реакции восстановления, окисления, электрофильного замещения. Антрацен, его электронное строение, ароматический и ненасыщенный характер, особенность химических свойств. Бензпирены.
9. Ароматические углеводороды с неконденсированными бензольными кольцами. Дифенил: получение, атропоизомерия, химические свойства в сравнении с бензолом. Фенилметаны: получение, химические свойства бензольных колец. Электронное строение и окраска трифенилметильных радикала, катиона, аниона. Красители трифенилметанового ряда.
10. Арилгалогениды. Получение. Электронное строение арилгалогенидов, ориентирующие действие галогена. Химические свойства арилгалогенидов. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Получение и свойства галогенопроизводных с атомом галогена в боковой цепи. Понятие о диоксинах.

11. Ароматические нитросоединения. Нитрование бензола, механизм реакции. Условия нитрования в ядро и боковую цепь. Электронное строение нитробензола. Реакции электрофильного замещения, нуклеофильного замещения галогена в галогенонитробензолах и нитрогруппы в полинитрозамещенных. Восстановление нитросоединений.
12. Сульфопроизводные. Сульфирование бензола, механизм реакции, обратимость. Электронное строение бензолсульфо кислоты, ориентирующее действие сульфогруппы. Химические свойства бензолсульфо кислоты: кислотные свойства; получение функциональных производных сульфо кислот, реакции электрофильного замещения в кольце, реакции электрофильного и нуклеофильного замещения сульфогруппы, восстановление. Сульфамиды.
13. Фенолы и ароматические спирты. Электронное строение фенола и фенолят-иона. Взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра. Способы получения фенолов. Химические свойства фенола: кислотные; получение простых и сложных эфиров фенолов, перегруппировка Фриса; реакции электрофильного замещения. Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета, реакции конденсации. Окисление и восстановление фенолов. Двух- и трехатомные фенолы: получение, физические и химические свойства, особенности химического поведения – таутомерия.
14. Карбонильные соединения. Получение. Электронное строение. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения. Специфические свойства ароматических альдегидов: бензоиновая конденсация; реакции Перкина, Канницаро, Тищенко. Реакции электрофильного замещения. Окислительно-восстановительные реакции. Хиноны. Химические свойства хинонов: реакции восстановления, диеновый синтез, получение оксимов, реакции присоединения. Семихиноны. Понятие об анион-радикалах.
15. Ароматические карбоновые кислоты. Методы получения. Электронное строение. Кислотные свойства, влияние заместителей, орто-эффект. Химические свойства: свойства, общие с алифатическими кислотами, реакции электрофильного замещения по бензольному кольцу; особенности декарбоксилирования. Надбензойная кислота как окислитель. Салициловая кислота и ее производные по гидроксильной и карбоксильной группам. Фталевая и терефталевая кислоты, фталевый ангидрид и фталимид, полиэфирные волокна и глифталевые смолы.
16. Ароматические амины. Способы получения. Электронное строение ароматических аминов, взаимное влияние аминогруппы и бензольного кольца. Химические свойства. Влияние природы и положения заместителей в ароматическом ядре на основность ароматических аминов. Свойства по аминогруппе. Реакции по ароматическому кольцу.
17. Ароматические diaзосоединения. Реакции diaзосоединений с выделением азота. Механизм S_N1 ароматического нуклеофильного замещения в реакциях гидролиза катиона арендиазония. Реакции diaзосоединений без выделения азота. Азосочетание (азо- и diaзосоставляющие). Азосоединения: пространственное и электронное строение. Азокрасители.
18. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение. Химические свойства: зависимость свойств от природы гетероатома. Реакции электрофильного замещения, гидрирования, окисления, отношение к кислотам (ацидофобность пиррола и фурана), реакции с диенофилами. Кислотные и основные свойства пиррола. Реакции расширения цикла. Индол, синтез Фишера (из фенилгидразина и кетонов).
19. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин, изохинолин. Химические свойства пиридина: реакции восстановления и окисления; основные свойства; реакции электрофильного и нуклеофильного замещения; расщепление пиридинового кольца. Образование пиридиновых оснований, их особые свойства. N-окись пиридина.

α - и γ -Пиколины, их особые свойства: протонная подвижность водородов метильных групп; реакции алкилирования; α -пиколины как метиленовые компоненты при конденсациях с альдегидами. α - и γ -Окси- и аминопиридины: таутомерные превращения и свойства.

20. Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиримидины и пурины: их строение и свойства. Азотистые основания. Строение нуклеозидов и нуклеотидов.

Задачи на свойства органических соединений, например: а) Исходя из бензола напишите схемы получения всех изомеров состава $C_7H_7O_2N$; б) Из бензола и неорганических реактивов получите о- и м-динитробензолы. С каким из них будет реагировать метилат натрия; в) Вещество А (C_9H_8O) окисляется аммиачным раствором оксида серебра, при действии перманганата калия дает терефталевую кислоту, а при действии KCN образует соединение $C_{18}H_{20}O_2$. Определите строение и предложите схему синтеза исходного соединения.

6.4.2. Список примерных вопросов к зачетам

Примерные вопросы к зачету 5 семестра

1. Галогенопроизводные алканов. Электронное строение алкилгалогенидов. Химические свойства алкилгалогенидов. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, амино-, нитро- группы.

2. Одноатомные предельные спирты: электронное строение. Химические свойства спиртов. Спирты как ОН-кислоты и как основания Льюиса, сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Образование алкоголятов, их использование в органическом синтезе. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы на галоген. Взаимодействие алкилгалогенидов с амбидентными нитрит- и цианид- ионами.

3. Механизмы S_N1 и S_N2 : движущая сила реакций, влияние природы алкила (первичный, вторичный, третичный) на механизм, строение переходного состояния, стереоспецифичность реакций, влияние природы уходящей группы, реагента и растворителя.

4. Возможность протекания перегруппировок в реакциях S_N1 .

6. Реакции элиминирования – конкурирующие нуклеофильному замещению. Механизмы E1 и E2, их стереохимия, строение переходного состояния. Принцип жестких-мягких кислот-оснований для объяснения конкурирующих реакций отщепления-замещения.

6. Простые эфиры – синтез и выделение простых эфиров. Образование оксониевых соединений; расщепление кислотами Льюиса, образование пероксидов. Абсолютный эфир, токсикологические свойства и техника безопасности при работе с эфирами.

7. Получение и свойства карбонильных соединений. Механизм реакций нуклеофильного присоединения и окисления. Синтез и выделение альдегидов и кетонов.

8. Свойства углеводов. Кольчато-цепная таутомерия Д-рибозы, Д-фруктозы, Д-маннозы. Химические свойства Д-рибозы, Д-фруктозы, Д-маннозы.

9. Лактоза, сахароза: строение и химические свойства.

10. Целлюлоза, крахмал: различия в строении крахмала и целлюлозы; химические свойства целлюлозы – взаимодействие с азотной кислотой, образование ацетатов, получение ксантогената клетчатки, гидролиз; химические свойства крахмала, ступенчатый гидролиз.

Примерные вопросы к зачету 6 семестра

1. Электронное строение: монокарбоновой предельной кислоты; ангидрида карбоновой кислоты; амида карбоновой кислоты; эфира карбоновой кислоты. Механизм получения сложного эфира. Механизм кислотного и щелочного гидролиза сложного эфира.

2. Химические свойства монокарбоновых кислот.
3. Объяснение особенностей электронного строения гетерофункциональных карбоновых кислот, их химические свойства.
4. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров.
5. Электронное строение и способы получения толуола, хлорбензола, нитробензола и бензолсульфокислоты. Галогенирующие агенты для прямого введения хлора и брома в кольцо (механизм реакции S_E2); получение галогенопроизводных в боковую цепь.
6. Способы получения нитробензола: нитрующие агенты, механизм реакции S_E2 ; получение нитропроизводных с нитрогруппой в боковой цепи.
7. Сульфирование бензола: сульфлирующие агенты, механизм реакции S_E2 . Химические свойства бензолсульфокислоты.
8. Химические свойства нитросоединений: реакции галогенирования, нитрования (механизм S_E2); нуклеофильного замещения галогена в галогенонитробензолах (механизм реакции); нуклеофильного замещения нитрогруппы в полинитрозамещенных; восстановление нитросоединений по Зинину.
9. Ароматические diaзосоединения. Реакции diaзосоединений с выделением азота. Реакции diaзосоединений без выделения азота. Азосочетание (азо- и diaзосоставляющие).
10. Пятичленные гетероциклы пиррол, фуран, тиофен: химические свойства. Шести-членные гетероциклы: пиридин, хинолин, изохинолин, химические свойства пиридина.

6.4.3. Примеры заданий для рубежных контролей

Примеры заданий для рубежных контролей для получения зачета

1 рубеж – 5 семестр

1. Техника безопасности и техника химического эксперимента в лаборатории органической химии. Качественный анализ органических соединений.
2. Общие правила работы в лаборатории органического синтеза. Экспериментальная работа в лаборатории.
3. Работа с химическими реактивами. Ядовитые и едкие вещества. Горючие и легко-воспламеняющиеся вещества. Взрывоопасные вещества и смеси. Сжатые и сжиженные газы.
4. Работа на вакуумных установках, с электрическими приборами.
5. Работа со стеклом. Мытье посуды.
6. Порядок выполнения практических работ по оргсинтезу. Расчеты синтеза:

Вещество, M_r	Константы				Количество вещества					
	т.пл., °C	т.кип., °C	d^{20} , г/мл	n_D	по методике			по уравнению	избыток	
					в молях	в г 100% [С]	в г (мл) данной [С]		в молях	в %
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12

7. Правила подготовки приборов, исходных веществ и проведения реакций.
8. Правила обработка реакционной смеси и выделение продукта.
9. Правила очистка конечного продукта и идентификация вещества.
10. Расчеты результатов синтеза:

Название, формула, внешний вид вещества, M_r	Константы вещества		Выход вещества				
	Литературные данные: <i>т. кип., пл., d, n_D</i>	Установленные в работе: <i>т. кип., пл., d, n_D</i>	по уравнению, в г	по методике, в г, мл	экспериментально, в г, мл	в % от теории	в % от методики
1	2	3	4	5	6	7	8

2 рубеж – 5 семестр

1. Химические свойства алкилгалогенидов. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, амино-, нитро- группы.
2. Механизмы S_N1 и S_N2 : движущая сила реакций, влияние природы алкила (первичный, вторичный, третичный) на механизм, строение переходного состояния, стереоспецифичность реакций, влияние природы уходящей группы, реагента и растворителя на ход реакции. Сравнение реакционной способности алкилгалогенидов в реакциях S_N .
3. Возможность протекания перегруппировок в реакциях S_N1 .
4. Реакции элиминирования – конкурирующие нуклеофильному замещению. Механизмы $E1$ и $E2$, их стереохимия, строение переходного состояния. Принцип жестких-мягких кислот-оснований для объяснения конкурирующих реакций отщепления-замещения.
5. Химические свойства спиртов. Спирты как слабые ОН-кислоты и как основания Льюиса, сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Образование алколюлятов, их использование в органическом синтезе.
6. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы на галоген. Механизмы S_N1 , S_N2 .
7. Перегруппировка Вагнера-Мейервейна в реакциях S_N1 .
8. Особенности взаимодействия спиртов с серной кислотой в зависимости от условий. Дегидратация спиртов (правило Зайцева), механизм реакции отщепления. Алкилирование спиртов – получение простых эфиров.
9. Окисление спиртов, действие окислителей на первичные, вторичные и третичные спирты. Идентификация спиртов иодформной реакцией.
10. Простые эфиры – синтез и выделение простых эфиров. Образование оксониевых соединений; расщепление кислотами Льюиса, образование пероксидов. Абсолютный эфир, токсикологические свойства и техника безопасности при работе с эфирами.

3 рубеж – 5 семестр

1. Получение и свойства карбонильных соединений.
2. Механизм реакций нуклеофильного присоединения и окисления.
3. Синтез и выделение альдегидов и кетонов.
4. Свойства углеводов. Синтезы продуктов окисления моно- и дисахаридов, производных полисахаридов.
5. Напишите схему кольчато-цепной таутомерии Д-рибозы, Д-фруктозы, Д-маннозы.
6. Охарактеризуйте химические свойства Д-рибозы, Д-фруктозы, Д-маннозы и напишите соответствующие уравнения реакций: циангидринового синтеза, расщепления по Руфффу, получения озона, окисления реактивом Фелинга и азотной кислотой, восстановления, эпимеризации, получения гликозида, полного алкилирования и ацилирования, взаимодействия с гидроксилмином.
7. Лактоза: охарактеризуйте строение и химические свойства. Для установления строения лактозы могут быть проведены следующие реакции: а) исчерпывающее метилирование диметилсульфатом, б) гидролиз октаметилпроизводного с образованием соответствующих 2,3,4,6-тетраметил- и 2,3,6-триметилгексоз, в) окисление периодатом натрия, г) гидролиз дисахарида. Напишите уравнения реакций и дайте соответствующие объяснения.
8. Сахароза: охарактеризуйте строение и химические свойства. На сахарозу последовательно действовали избытком диметилсульфата, разбавленной серной кислотой и фенолгидразином. Напишите схему превращения, назовите получающиеся вещества, укажите, какие из них способны мутаротировать. Что такое инвертный сахар?

9. Целлюлоза: строение мономерного звена, зависимость пространственного строения полимерных цепочек от конформационного строения мономеров; различия в строении крахмала и целлюлозы; химические свойства целлюлозы – взаимодействие с азотной кислотой, образование ацетатов, получение ксантогената клетчатки, гидролиз.

10. Крахмал: строение, зависимость пространственного строения полимерных цепочек от конформационного строения мономеров; различия в строении амилозы и амилопектина; химические свойства крахмала – качественная реакция, ступенчатый гидролиз.

1 рубеж – 6 семестр

1. Электронное строение: монокарбоновой предельной кислоты; ангидрида карбоновой кислоты; амида карбоновой кислоты; эфира карбоновой кислоты.
2. Механизм получения сложного эфира.
3. Механизм кислотного и щелочного гидролиза сложного эфира.
4. Способность к ацилированию карбоновыми кислотами и их производными.
5. Химические свойства (не менее 7) монокарбоновых кислот.
6. Объяснение особенностей электронного строения гетерофункциональных карбоновых кислот, их химические свойства.
7. Синтезы на основе малонового эфиров.
8. Синтезы на основе ацетоуксусного эфиров.
9. Особые свойства оксикарбоновых кислот.
10. Особые свойства аминокрбоновых кислот.

2 рубеж – 6 семестр

1. Электронное строение толуола, хлорбензола, нитробензола и бензолсульфокислоты:
2. Способы получения толуола, хлорбензола, нитробензола и бензолсульфокислоты.
3. Способы получения хлор- и бромбензола: галогенирующие агенты для прямого введения хлора и брома в кольцо (механизм реакции S_E2); введение в кольцо фтора и иода; получение галогенопроизводных с атомом галогена в боковой цепи.
4. Способы получения нитробензола: нитрующие агенты, механизм реакции S_E2 ; получение нитропроизводных с нитрогруппой в боковой цепи.
5. Сульфирование аренов: сульфирующие агенты, механизм реакции S_E2 , обратимость реакции.
6. Химические свойства алкилбензолов: особенность реакций по радикалу (S_R , окисления); реакции электрофильного замещения – механизм S_E2 , влияние первичного, вторичного и третичного алкильного радикалов на скорость S_E – эффект Натана-Бейкера.
7. Химические свойства арилгалогенидов: реакции электрофильного замещения, реакция Вюрца-Фиттига, реакции нуклеофильного замещения неактивированного атома галогена и реакции нуклеофильного замещения соединениях с активированным атомом галогена.
8. Свойства галогенопроизводных с атомом галогена в боковой цепи.
9. Химические свойства нитросоединений: реакции галогенирования, нитрования (механизм S_E2); нуклеофильного замещения галогена в галогенонитробензолах (механизм реакции); нуклеофильного замещения нитрогруппы в полинитрозамещенных; восстановление нитросоединений по Зинину, каталитическое, цинком в кислой и щелочной средах.
10. Химические свойства бензолсульфокислоты: кислотные свойства; получение хлорангидридов, амидов, сложных эфиров; реакции электрофильного замещения в кольце – галогенирование, нитрование, сульфирование; реакции электрофильного и нуклеофильного замещения сульфогруппы. Сульфаниловая кислота.

3 рубеж – 6 семестр

Разработать и обосновать схему синтеза, методы выделения и очистки, способы идентификации согласно следующим схемам:

- 1) Толуол → Бензойная кислота → м-Нитробензойная кислота.
- 2) Шелуха подсолнечника → Фурфурол → Фурфуриловый спирт + Пирослизевая кислота.
- 3) Бензальдегид → Бензиловый спирт + Бензойная кислота → Бензанилид.
- 4) Бензол → Нитробензол → Анилин.
- 5) Анилин → 2,4,6-Триброманилин → симм-Трибромбензол.
- 6) Фенол → о-Нитрофенол + п-нитрофенол → Пикриновая кислота.
- 7) Ацетанилид → п-Нитроанилин → п-Динитробензол.
- 8) Этанол → Этилацетат → Бензоилацетон.
- 9) Анилин → Фенол → Фенолфталеин.
- 10) Ацетанилид → п-Нитроанилин → п-Нитроанилиновый красный.

6.4.4. Примеры заданий для рубежных контролей для экзамена

1 рубеж - 5 семестр

1. Пространственное и электронное строение алканов, алкенов, алкинов, диенов с ку-мулированными, сопряженными и изолированными связями.

2. Дайте сравнительную характеристику реакционной способности алканов и алкенов; алкенов и алкинов; алкинов и изомерных им сопряженных диенов; диенов и алкенов.

3. Механизмы: радикального замещения в алканах, по аллильному положению; электрофильного присоединения в алкенах, алкинах, диенах; нуклеофильного присоединения в алкинах; радикального присоединения в диенах.

4. Правила номенклатуры IUPAC и рациональной номенклатуры.

5. Получение и свойства алканов, алкенов, алкинов, диенов.

6. Задачи по правилам номенклатуры, например:

Напишите формулы и назовите по номенклатуре IUPAC следующие соединения: метилэтилизобутилэтилен; диизопропилметан; метилвторобутилацетилен.

7. Задачи на способы получения и свойства соединений углеводородов, например:

Получите любыми тремя способами 2-бутин. Напишите для него реакцию бромирования и приведите механизм А_E.

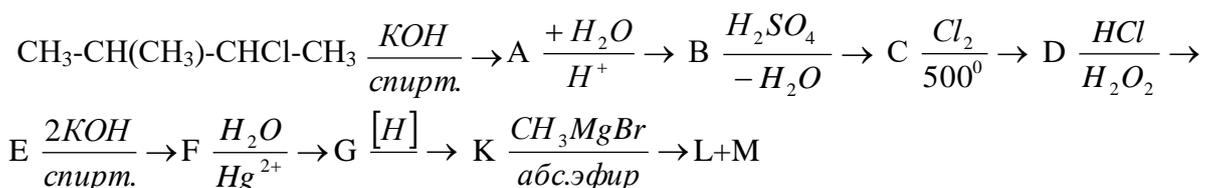
8. Задачи по способам и механизмам полимеризации, например:

Напишите схему реакции анионной полимеризации CH₂=CH-CH₃.

9. Задачи по способам окисления, например:

Напишите уравнение «жесткого» окисления перманганатом в кислой среде, расставьте коэффициенты: CH₃-CH(CH₃)-CH=C(CH₃)₂.

10. Задачи на свойства органических соединений, цепочки превращений, например:



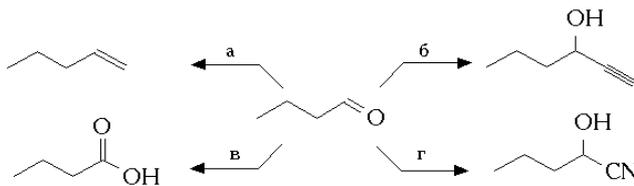
2 рубеж - 5 семестр

1. Номенклатура алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров, аминов.
2. Пространственное и электронное строение этилхлорида, винилхлорида, пропанола-1, аллилового спирта, этиленгликоля, этиламина, нитроэтана, диазометана.
3. Получите любыми тремя способами 2-метилбутанол-2. Напишите уравнения реакций (не менее семи), характеризующие свойства этого соединения. Для реакции с хлороводородом напишите механизм нуклеофильного замещения.
4. Получите любыми тремя способами 1-бромбутан и напишите уравнения реакций (не менее семи), характеризующие свойства этого соединения. Для реакции с водным раствором щелочи дайте механизм нуклеофильного замещения.
5. Объясните, почему при взаимодействии бромистого *n*-бутила с цианистым калием возможно образование двух соединений различного строения.
6. Назовите основные признаки реакций, протекающих по механизму S_N2. Предположите строение продукта S_N2 реакции *цис*-1-бromo-2-метилциклопентана с цианид-ионом.
7. Приведите уравнения, отражающие S_N1 механизм (двухстадийный) нуклеофильного замещения. Каков энергетический профиль S_N1 замещения? Назовите основные признаки реакций, протекающих по механизму S_N1.
8. Напишите уравнения, отражающие механизмы элиминирования E1 и E2. На примере трет.-бутилбромида, 1-бромобутана и 2-бромпропана рассмотрите соотношение реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.
9. Механизм образования 5 продуктов реакции бромометилциклобутана с водой.
10. Для каждого из нижеприведенных примеров укажите стереохимию образующихся соединений. (R)-3-бром-3-метилгексан + метанол → 3-метокси-3-метилгексан. *Цис*-2-бromo-1-этилциклопентан + NaSH → 2-этилциклопентантиол. (S)- 2-бромопентан + этилат натрия в этаноле → 2-этоксипентан.

3 рубеж - 5 семестр

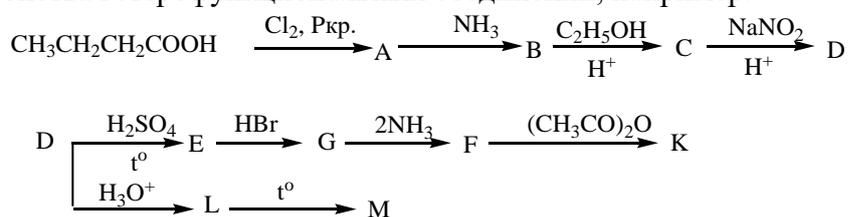
1. Номенклатура карбонильных соединений. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 2,5-дихлор-1-гидроксигептан-3-он; б) трет-бутилциклопропилкетон; в) изобутилнеопентилкетон; г) (*Z*)-пент-3-ен-2-он; д) гексан-3,4-дион.
2. В катализируемой протонными кислотами реакции пропионового альдегида с (R)-1,2-бутандиолом образуются два изомерных ацетала. Нарисуйте их структуры и определите тип изомерных отношений синтезированных соединений.
3. Первый промышленный метод синтеза окиси этилена был основан на обработке этилена гипохлористой кислотой и последующей реакции продукта с разбавленным основанием. Напишите уравнения этих реакций и опишите их схемы механизмов.
4. Предложите схему получения антирадиационного защитного препарата β-меркаптоэтиламина. Ответ обоснуйте.
5. Какова структура соединения C₄H₁₀O₃, если при обработке его избытком HBr получено единственное органическое соединение - 1,2-дибромэтан.
6. Альдегид n-C₁₀H₂₁CHO - половой аттрактант восковой бабочки. Предложите наиболее выгодный путь синтеза этого соединения из додеканола-1.
9. Напишите структуры Хеурозса, а также конформационное изображение для 4-О-β-Д-галактопиранозил-α-Д-глюкопиранозы.
9. Альдольная конденсация несимметричных кетонов (например, метилэтилкетона) редко используется в синтезах, почему? Ответ обоснуйте уравнениями реакций.

10. Какие реагенты и условия необходимо использовать для превращения бутанала в указанные ниже соединения? Назовите их.



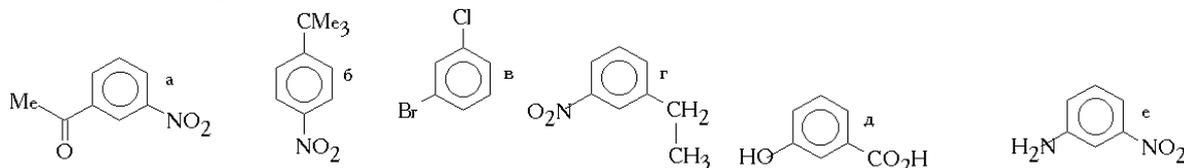
1 рубезж - 6 семестр

- Гетерофункциональные соединения. Номенклатура органических кислот и их производных. Свойства карбоновых кислот и их производных.
- Напишите структурные формулы и дайте всевозможные названия следующих соединений, например: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$, аланин, α -метил- β -кетомасляная кислота, нитрил пировиноградной кислоты, $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONHCH}_3$, α -аминоизовалериановая кислота (валин), этиловый эфир глиоксиловой кислоты, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OCH}_3)\text{CH}_2\text{COOH}$, капроновая кислота, аспарагиновая кислота, аминобутандинитрил.
- Свойства карбоновых кислот, например: напишите реакции 2-метилбутановой кислоты со следующими реагентами: CaO , NaOH , Cl_2 , PCl_5 , NH_3 (избыток, t°), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (H^+). Для реакции с этанолом приведите механизм. Из исходной 2-метилбутановой кислоты получите α -аминокарбоновую кислоту и для нее напишите схему образования дипептида.
- Свойства гидроксикарбоновых кислот, например: напишите реакции α -оксипропионовой кислоты со следующими реагентами: MgCO_3 , KOH (водн.), H_2SO_4 конц., HCl , PCl_5 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (H^+). Для реакции с этанолом приведите механизм. Из исходной α -оксипропионовой кислоты получите α -аминокарбоновую кислоту и для нее напишите схему образования дипептида.
- Свойства аминокарбоновых кислот: напишите реакции 2-аминопропановой кислоты со следующими реагентами: NaOH , PCl_5 , NH_3 (избыток, t°), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (H^+), HCl , NaNO_3 (H^+). Для реакции с этанолом приведите механизм. Из исходной 2-аминопропановой кислоты получите 3-гидрокси-2-аминопропановую кислоту, для нее напишите схему образования дипептида.
- Свойства оксокарбоновых кислот, например: напишите реакции α -оксипропионовой кислоты со следующими реагентами: MgCO_3 , KOH (водн.), H_2SO_4 конц., PCl_5 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (H^+), гидросульфитом натрия. Для реакции с этанолом приведите механизм. Из исходной α -оксипропионовой кислоты получите α -аминокарбоновую кислоту и для нее напишите схему образования дипептида.
- Синтезы на основе малонового эфира, например: с помощью малонового эфира получите 4-пентеновую кислоту; метилбутандиовую кислоту.
- Синтезы на основе ацетоуксусного эфира, например: 2,4-диметилпентановую кислоту; 3-метил-2-пентанон.
- Задачи органического синтеза, например: предложите методы и реагенты, с помощью которых 3-метилбутановую кислоту можно превратить в следующие соединения: а) $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCOOCH}_3$; б) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$; в) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$; г) $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CONH}_2$.
- Задачи на свойства гетерофункциональных соединений, например:

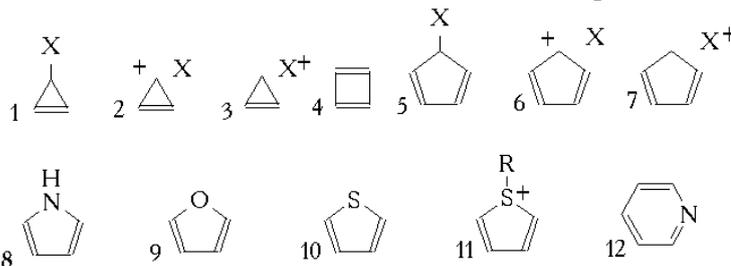


2 рубеж - 6 семестр

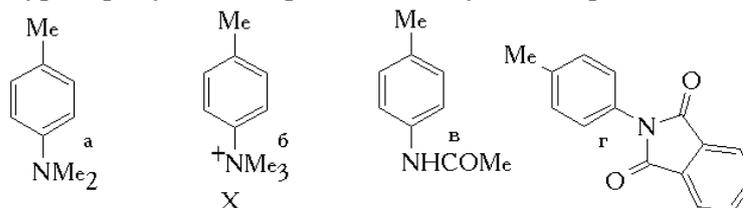
1. Напишите структуры следующих соединений: п-бромтолуол, о-хлоранилин, 2,4-динитрохлорбензол, м-диэтинилбензол, о-дитретбутилбензол.
2. Среди предложенных ниже соединений укажите примеры согласованного и несогласованного влияния групп, контролирующих вступление третьего заместителя в бензольное кольцо в условиях реакций электрофильного замещения.



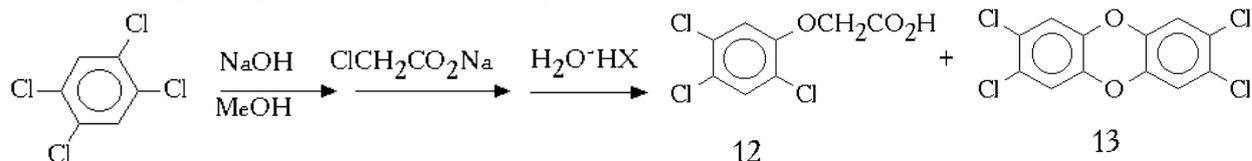
3. Какие из приведенных ниже соединений можно отнести к ароматическим?



4. Напишите структуры продуктов нитрования следующих производных бензола:



5. При получении гербицида, называемого 2,4,5-Т [2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота, (12)], наряду с желаемым веществом образуется также нейтральное вещество $C_{12}H_4Cl_4O_2$, для которого принята структура 13. Предложите схему механизма образования соединения 13 (2,3,7,8-тетрахлордифенилдоксин), проявляющего очень высокую токсичность.

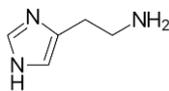


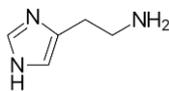
6. Предложите схемы превращения бензола в 1,3,5-трибромбензол, м- и п-броманилин. Укажите реагенты и условия проведения реакций, назовите получаемые соединения.
7. В отличие от 2,4-динитрохлорбензола, легко обменивающего хлор в реакциях с нуклеофильными реагентами, м-броманизол не вступает в реакцию в тех же условиях. Лишь при использовании более энергичных реагентов и условий удастся осуществить замещение брома в м-броманизоле (например, при действии амида натрия в жидком аммиаке). Однако при этом продуктами реакции оказываются все три возможных изомерных анизида. Выскажите Ваши соображения о причинах отсутствия селективности в последней реакции и о возможных интермедиатах.
8. 1,3,5-Тринитробензол (ТНБ) обладает большей взрывчатой силой (бризантностью), и он столь же безопасен, как 2,4,6-тринитротолуол (ТНТ). Однако, ТНТ находит большее распространение в качестве взрывчатого вещества. Объясните причину с точки зрения производства этих веществ.

9. Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакциях электрофильного замещения, ответ обоснуйте: бензол, нитробензол, толуол, анизол, бензойная кислота, п-динитробензол, м-динитробензол, о-нитротолуол, диметиланилин.
10. Укажите все стадии лабораторного синтеза следующих соединений с использованием бензола или толуола и необходимых алифатических или неорганических реагентов: п-нитротолуол, п-бромбензойная кислота, 1,3,5-тринитробензол.

3 рубеж - 6 семестр

1. Напишите формулы следующих соединений: а) оксазол; б) никотиновая кислота; в) изохинолин; г) 5,6-бензохинолин; д) α -метилфуран; е) N-ацетилимидазол.
2. Предложите схему получения пиридина из ацетилена и синильной кислоты. Напишите для пиридина уравнения реакций со следующими реагентами (для случая со звездочкой напишите механизм): а) HCl; б) H₂O₂; в) H₂SO₄ (350°); г) CH₃Cl; д)* NaNH₂ (NH₃ жид.).
3. Из анилина получить хинолин. Для него привести реакции с: а) HCl, на холоду; б) KNO₃, H₂SO₄, 400°; в) CH₃I; г) C₆H₅COCl; д)* NaNH₂ (NH₃ жид.). Для б) привести механизм.
4. Получить тиофен из ацетилена. Напишите для него уравнения реакций со следующими реагентами, для в) привести механизм: а) H₂SO₄ (85%); б) HNO₃ в (CH₃CO)₂O; в) CH₃COCl (AlCl₃); г) SOCl₂; д) C₂(CN)₂.
5. Следующие соединения расположите в порядке уменьшения основности: а) пиридин; б) пиперидин; в) пиррол; г) анилин; д) аммиак; е) метиламин. Приведите объяснения.
6. Сравните основные свойства следующих соединений: а) 2-метилпиррол; б) 2-нитропиррол; в) 2,5-динитропиррол; г) 2-оксипиррол; д) 2-оксиметилпиррол.
7. Из бензола и глицерина получить 2,3-дикарбоксипиридин. Затем получить его амид и обработайте его щелочным раствором брома. Напишите уравнения реакций.



8. Предложите схему синтеза гистамина . Расположите атомы азота гистамина в порядке их предполагаемой основности, ответ обоснуйте.
9. Сравните химические свойства пиридина и N-окси пиридина.
10. Приведите сравнительную характеристику строения и химических свойств пиррола, пиридина и пиразола, приведите соответствующие уравнения реакций.

6.4.5. Пример лабораторной работы по курсу органической химии

Лабораторная работа по теме «Получение и свойства карбонильных соединений. Получение и свойства формальдегида, ацетальдегида, ацетона».

Опыт 1. Цветные реакции на карбонильные соединения.

Опыт 1.1. Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой: В две пробирки наливают по 1 мл бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты (приготавливается из фуксина действием сернистого ангидрида) и добавляют по несколько капель альдегида: в 1-ю пробирку – формальдегида, во 2-ю – уксусного альдегида. Наблюдают фиолетовое окрашивание. Затем добавляют в каждую пробирку по 0,5 мл конц. HCl – в пробирке уксусным альдегидом происходит обесцвечивание, а в пробирке с формальдегидом окраска переходит в фиолетовую.

Опыт 1.2. Реакция на формальдегид с резорцином: В пробирку наливают 1-2 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. На полученную смесь

осторожно по стенке пробирки наслаивают 1 мл концентрированной серной кислоты и наблюдают появление малинового кольца на границе двух жидкостей.

Опыт 1.3. Реакция альдегидов и кетонов с нитропруссидом натрия (проба Легалья): В две пробирки наливают по 1 мл воды, затем в 1-ю пробирку добавляют 2-3 капли уксусного или другого альдегида, а во 2-ю – 2-3 капли ацетона или другого кетона. К полученным растворам добавляют по несколько капель 5%-ного раствора гидроксида натрия: появляется красно-фиолетовое окрашивание, которое при стоянии переходит в желтое. Нужно отметить, что более яркое окрашивание дают кетоны.

Опыт 2. Реакции окисления альдегидов и кетонов.

Опыт 2.1. Реакция альдегидов с реактивом Толленса («серебряного зеркала»): В чистую обезжиренную пробирку налейте 1 мл 2%-ного аммиачного раствора оксида серебра(I) и 0,5 мл раствора формальдегида или уксусного альдегида. Пробирку поместите в стакан с горячей водой (70-80°C). На стенках пробирки появляется слой серебра в виде зеркала, однако если пробирка недостаточно чистая, то серебро выпадает в виде черно-серого осадка.

Опыт 2.2. Реакция альдегидов с гидроксидом меди (II): Налейте в каждую из двух пробирок по 2 мл 10% раствора гидроксида натрия, добавьте по 3-4 капли 2% раствора сульфата меди. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте в первую пробирку 1 мл 10% раствора формалина, а во 2-ю – 1 мл ацетона. Пробирки осторожно нагрейте до кипения. В 1-й пробирке осадок приобретает сначала желтый цвет, затем – красный и, если пробирка чистая, на ее стенках может выделиться металлическая медь («медное зеркало»). Во 2-й пробирке при сильном нагревании выпадает черный осадок.

Опыт 2.3. Йодоформная проба на метилкетоны (проба Либена): К 1,0 мл воды, содержащему 2-3 капли ацетона, прибавляют сначала 0,5 мл концентрированного раствора йода в KI и затем по каплям 10%-ный раствор гидроксида натрия до обесцвечивания раствора. При слабом нагревании (в случае ацетона осадок образуется на холоду, для других соединений требуется нагревание) выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом йодоформа. Эта реакция имеет практическое значение для диагностики сахарного диабета. Эту реакцию дают метилкетоны и вещества, способные при окислении образовывать ацетильную группу:
$$3\text{CH}_3\text{COR} + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \longrightarrow \text{CHI}_3 + \text{RCOONa} + 3\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$$

Опыт 3. Получение производных карбонильных соединений.

Опыт 3.1. Получение бисульфитных производных с гидросульфитом натрия: В пробирку наливают 1-1,5 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия и при энергичном встряхивании добавляют 1 мл имеющегося альдегида или метилалкилкетона (можно ацетона). Разогревшуюся реакционную смесь охлаждают в стакане со льдом, вскоре появляется кристаллический осадок гидросульфитного производного. Взвесь кристаллов делят на две пробирки и в одну пробирку приливают 1 мл 10%-ной соляной кислоты, а в другую – 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия. Пробирки слегка нагревают и отмечают запах выделяющихся паров, н-р, ацетона. Реакция характерна для альдегидов и метилкетонов и протекает по схеме: $\text{CH}_3\text{COR} + \text{NaHSO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{R}-\text{SO}_3\text{Na}$. Такие соединения альдегидов рассматривают как соли α -оксосульфокислот.

Опыт 3.2. Реакции с фенилгидразином: В пробирку приливают 1 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют небольшое количество кристаллического ацетата натрия и при встряхивании вносят 1 мл имеющегося альдегида. Наблюдают выпадение кристаллов фенилгидразона соответствующего альдегида.

Опыт 3.3. Реакция с 2,4-динитрофенилгидразином: К 5,0 мл 1-2%-ного раствора 2,4-динитрофенилгидразина в 95%-ном спирте прибавляют несколько капель изовалерианового альдегида. Наблюдают выпадение оранжево-красных игольчатых кристаллов динитрофенилгидрозола с т.пл. 123°C : $\text{R}_2\text{C}=\text{O} + \text{o,n}-(\text{NO}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3-\text{NH}-\text{NH}_2 \rightarrow \text{o,n}-(\text{NO}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3-\text{NH}-\text{N}=\text{CR}_2$. Реакция является общей для альдегидов и удобна тем, что образующиеся гидразоны малорастворимы в воде, а потому возможно обнаружение альдегида в разбавленных растворах.

Опыт 3.4. Получение оксимов: В пробирку помещают 1г гидрохлорида гидроксиламина $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ и 0,7г безводного карбоната натрия (можно по 1 лопаточке) и добавляют 2-3 мл воды. После выделения основной массы диоксида углерода пробирку охлаждают в стакане с ледяной водой и при хорошем перемешивании добавляют к 1 мл ацетона. Смесь разогревается. При охлаждении смеси выпадают белые кристаллы оксима ацетона.

Опыт 4. Некоторые реакции получения альдегидов и кетонов.

Опыт 4.1. Получение альдегидов окислением спиртов оксидом меди (II): Берут две пробирки и в 1-ю пробирку добавляют 2-3 капли этилового спирта, а во 2-ю – 2-3 капли этилового спирта, содержащего примесь метилового спирта. В пламени спиртовки нагревают докрасна спираль из медной проволоки, выносят ее из пламени – в этот момент на проволоке образуется черный налет оксида меди (II) – и опускают в пробирку с исследуемым спиртом (операцию повторяют 3-4 раза). В пробирках образуются соответствующие альдегиды. В первой пробирке искусный альдегид можно обнаружить по запаху зеленых яблок (можно понюхать). Для распознавания образовавшихся альдегидов в пробирки добавляют по 1 мл фуксинсернистой кислоты.

Опыт 4.2 Получение ацетона пиролизом ацетата натрия: В сухую пробирку, снабженную пробкой с газоотводной трубкой, помещают безводный ацетат натрия высотой 6-7 мм (около 0,1 г). Конец трубки опустите в пробирку-приемник с 0,5 мл воды. Закрепите пробирку с ацетатом натрия в штативе почти горизонтально и нагрейте ее так, чтобы ацетат натрия начал плавиться и затем разлагаться с выделением ацетона, который перегоняется в пробирку приемник. Ощущается характерный запах ацетона. Ацетон можно обнаружить иодоформной реакцией (проба Либена) или с нитропруссидом натрия (проба Легалья).

Вопросы к защите лабораторной работы:

Какие цветные реакции используются для обнаружения альдегидов?

Что собой представляет фуксинсернистая кислота? Как ее можно приготовить?

Почему при добавлении к альдегидам бесцветной фуксинсернистой кислоты появляется окраска? Напишите соответствующую схему реакции. Раствор с каким альдегидом не обесцвечивается? Почему? При распознавании каких спиртов можно использовать эту реакцию?

Что такое резорцин? На какой альдегид реакция с резорцином является качественной (цветной)? В чем суть реакции резорцина с формальдегидом?

Напишите формулу нитропрусида натрия. Как называется эта проба? Какие соединения можно обнаружить реакцией с нитропруссидом натрия?

Почему реакции окисления альдегидов являются качественными? Почему реакция называется «серебряного зеркала»? Какие требования к стеклянной поверхности пробирки? Почему используют аммиачный раствор гидроксида серебра? Как его получают из нитрата? Почему нельзя брать избыток аммиака?

Напишите уравнение реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II). Почему при нагревании ацетона с гидроксидом меди (II) образуется черный осадок?

В чем суть реакции с иодоформом? Какие соединения можно обнаружить с помощью иодоформной пробы? Способен ли этиловый спирт образовывать иодоформ?

Напишите уравнения последовательных реакций образования иодоформа: а) взаимодействие иода со щелочью; б) образование трииодацетона; в) гидролиз трииодацетона.

Напишите реакцию ацетона с гидросульфитом натрия. Каким анионом является гидросульфит-анион? Почему гидросульфит реагирует с карбонильными соединениями по сере?

Охарактеризуйте бисульфитные производные по растворимости. Где можно использовать эту реакцию? Устойчивы ли бисульфитные производные в кислой и щелочной средах?

Напишите уравнения реакций бисульфитного производного ацетона с раствором соляной кислоты и раствором карбоната натрия.

Напишите реакцию фенилгидразина или 2,4-динитрофенилгидразина с альдегидом. Каков механизм этой реакции? Почему продукт реакции с 2,4-динитрофенилгидразином окрашен?

Напишите реакцию уксусного альдегида с фенилгидразином.

Какие соединения называются оксимами? Напишите уравнение реакции образования оксима ацетона. Где можно использовать эту реакцию?

Напишите уравнение реакции ацетона с бромом. Как можно доказать выделение бромоводорода? Почему водород в α -положении обладает повышенной подвижностью? Каким действием на организм обладает бромацетон? Как уничтожить бромацетон после реакции?

Напишите реакцию образования пероксидов в эфире. Какая реакция применяется для открытия пероксидных примесей в диэтиловом эфире? Зачем иногда приходится добавлять раствор крахмала? Как удаляют пероксиды из эфиров?

6.4.6. Пример синтеза органического соединения по курсу органической химии

Синтез о- и п-Нитрофенолов.

В конической колбе ёмкостью 500 мл растворяют в 100 мл воды 40 г нитрата натрия. К раствору осторожно добавляют при перемешивании 27 мл концентрированной серной кислоты, смесь охлаждают до 15-18°C. 25 г фенола помещают в химический стакан на 50 мл, приливают 5 мл воды и подогревают до плавления (с фенолом работают в защитных очках и перчатках). Расплавленный фенол по каплям при перемешивании прибавляют к приготовленному раствору с такой скоростью, чтобы температура реакционной смеси не поднималась выше 20°C. После введения всего фенола колбу с реакционной смесью оставляют на 2 часа в холодной воде, часто встряхивая. Затем выливают смесь в стакан с двойным объёмом воды. Через некоторое время отделяется тяжёлый темный маслообразный продукт реакции.

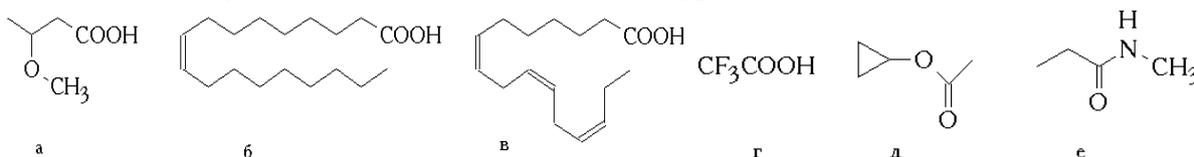
Выделение о-нитрофенола. Верхний слой сливают декантацией, а продукт промывают 2 раза водой и переносят в колбу для перегонки с паром. о-Нитрофенол перегоняется с паром, а п-нитрофенол нет. о-Нитрофенол переходит в приемник в виде быстро кристаллизующегося масла. Кристаллы отфильтровывают (если продукт недостаточно чист, то его перекристаллизовывают из водного спирта.). Выход около 15 г (40%).

Выделение п-нитрофенола. Колбу с оставшейся массой охлаждают в бане со льдом, после чего воду сливают, а в колбу приливают 100 мл 10%-ного раствора NaOH. Полученную массу упаривают на водяной бане до тех пор, пока капля раствора не будет застывать на воздухе. Содержимое чашки охлаждают и отфильтровывают. п-Нитрофенолят натрия промывают на фильтре холодным 10%-ным гидроксидом натрия, переносят в стакан, добавляют 10%-ную соляную кислоту до кислой реакции по Конго красному и кипятят с 1 г активированного угля. Смесь фильтруют на воронке для горячего фильтрования. При охлаждении раствора п-нитрофенол выделяется в виде бесцветных игл. Выход 4 г (10%).

13. Какой механизм можно предположить для каждой из нижеприведенных реакций:
 1) $(C_2H_5)_3C-Br + CH_3OH$; 2) $CH_3CH_2CH_2CH_2I + NaCN$; 3) $C_2H_5CH(Br)CH_2CH_2CH_3 + NaSH$;
 4) 1-бromo-3,3-диметилциклопентан+ CH_3OH ; 5) 1-бromo-3,3-диметилциклопентан+ $NaOCH_3$.
 14. Напишите уравнения, отражающие механизмы элиминирования E1 и E2.
 15. На примере трет-бутилбромида, 1-бромобутана и 2-бромпропана рассмотрите соотношение реакций нуклеофильного замещения и элиминирования.

Пример домашней работы в 6 семестре

1. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:

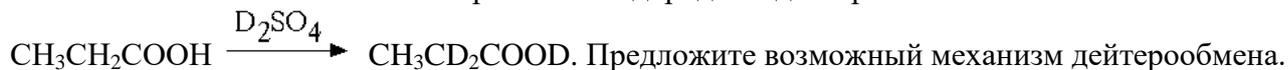


2. В каждой из указанных ниже пар анионов укажите наиболее сильное основание. Укажите также наиболее сильную кислоту в парах соответствующих сопряженных кислот.

- а) $CH_3CH_2O^-$ и CH_3COO^- ; б) $ClCH_2CH_2COO^-$ и $CH_3CHClCOO^-$; в) Cl^- и CH_3COO^- ;
 г) $ClCH_2CH_2COO^-$ и $CH_3CH_2CH_2COO^-$; д) FCH_2COO^- и F_2CHCOO^- .

3. Укажите, какая из карбоксильных групп в молекуле 3-хлоргександиовой кислоты имеет меньшую константу диссоциации.

4. При кипячении в растворе D_2O , содержащем сильную протонную кислоту, пропановая кислота постепенно обменивает три атома водорода на дейтерий:



5. Предложите методы и реагенты, с помощью которых 3-метилбутановую кислоту можно превратить в следующие соединения:

- а) $(CH_3)_2C=CHCOOCH_3$; б) $(CH_3)_2CHCH_2CH_2COOH$;
 в) $(CH_3)_2CHCH_2Br$; г) $(CH_3)_2CHCH_2CONH_2$.

6. Предложите последовательность реакций, с помощью которых из малонового эфира можно получить следующие соединения: а) $(CH_3)_2CHCH_2CH_2COOH$; б) $CH_2=CHCH_2CH_2COOH$ в) $HOOCCH_2CH_2COOH$; г) $HOOCCH_2CH(CH_3)COOH$.

7. Предложите последовательность реакций, с помощью которых из ацетоуксусного эфира можно получить указанные ниже соединения: а) $CH_2=CHCH_2CH_2COCH_3$; б) $CH_3COCH_2CH_2COCH_3$; в) $CH_3COCH_2CH_2COOH$; г) $CH_3COCH_2CH_2CH_2COOH$.

8. Нагревание кетоефира **1** в присутствии этоксида натрия приводит к образованию изомерного ему соединения **2**. Предложите схему интересной скелетной перегруппировки.



9. Особенность спектра ЯМР 1H N,N-диметилформамида (ДМФА), зарегистрированного при комнатной температуре, состоит в том, что в нем присутствуют два сигнала протонов метильных групп. Предложите объяснение неэквивалентности протонов метильных групп ДМФА в наблюдаемых условиях.

10. Предложите продукты реакции 1-метил-1-хлороциклопентана с а) этилатом натрия в этаноле, б) кипящим этанолом.

11. Нарисуйте структуры всех возможных продуктов при реакции 2-бромобутана с концентрированным раствором NaOH.

6.4.8. Примерные темы дополнительных индивидуальных заданий

Именные реакции в органической химии.
Научные работы великих химиков-органиков (на примере отдельных ученых).
Качественные реакции в органической химии.
Разделение смесей органических веществ.
Перегруппировки в органической химии.
Конденсации в органической химии.
Аналитическая химия при анализе органических соединений.
Органические красители.
Органические пищевые добавки.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

6.6. Требования к выполнению курсовой работы и примерные темы

Курсовая работа представляет собой форму самостоятельной работы, выполненной под научным руководством преподавателя. Курсовая работа по органической химии выполняется студентами специальности «химия» в 6 семестре и заканчивается защитой.

Целью курсовой работы является закрепление знаний по органической химии и навыков экспериментальной работы с органическими веществами. Курсовая работа предполагает выполнение следующих задач: умение проводить реферативный обзор литературы с углублённым изложением определенной теоретической проблемы с элементами самостоятельного анализа, умение самостоятельно планировать эксперимент и выполнять его, обсуждать полученные результаты.

Тема курсовой работы должна быть выбрана студентом до 1 ноября и согласована с преподавателем – руководителем курсовой работы. В течение 5 семестра студент работает с литературой в библиотеке и с интернет-ресурсами по поиску литературы по теме курсовой работы, подбирает методики для выполнения экспериментальной части. После согласования методик с руководителем для выполнения эксперимента проводится поиск и подготовка необходимых реактивов, химической посуды и оборудования. Студент обсуждает с руководителем план эксперимента и раздел «Содержание» курсовой работы. В течение 6 семестра студент выполняет экспериментальную часть курсовой работы, пишет литературный обзор и осуждение полученных результатов. При успешном выполнении курсовой работы студент с результатами своего исследования выступает на студенческой научной конференции.

После подготовки первоначального варианта работы и проверки его руководителем курсовая работа оформляется соответствующим образом и до 30 мая сдается на кафедру на бумажном носителе (формат А4) в пластиковом скоросшивателе. Объем текста 20-30 стандартных набранных на ПК страниц (12-14 шрифт с интервалом 1,2-1,3 и полями по 2 см). Курсовая должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 7.32.2001 и правилами библиографического описания документов ГОСТ 7.1-2003. После этого назначается день защиты кур-

совой работы. К дню защиты курсовой работы студент пишет по результатам исследования короткий доклад и согласует его с руководителем.

Структура курсовой работы. Курсовая работа включает в себя следующие разделы: содержание (с указанием страниц), введение, основную часть (3 главы), заключение и список использованной литературы. Основная часть состоит из литературного обзора (1 глава), описания методов и методик эксперимента (2 глава), обсуждения результатов (3 глава).

Введение должно содержать общую постановку проблемы, цели и задачи исследования. В основной части непосредственно раскрывается тема работы на основе собранного материала, дается обзор использованной литературы и источников. Во второй главе дается обзор возможных методов исследования и обосновываются выбранные методики для эксперимента. В третьей главе приводятся конкретные полученные экспериментальные данные в виде таблиц, обсуждаются полученные свойства веществ, зависимости, в том числе в виде графиков, рисунков, кодограмм. Заключение содержит обобщения и аргументированные выводы по теме курсовой работы.

Примерные темы курсовых работ:

1. Синтез и свойства органического соединения определенного класса.
2. Выделение диоксан-лигнина и изучение условий его фосфорилирования.
3. Изучение органических веществ торфов Курганской области.
4. Исследование токсичности холинэстеразных ядов по некоторым биохимическим характеристикам метаболизма животных организмов.
5. Влияние фосфорорганических соединений на активность ферментов растений и почв.
6. Алкалоиды: выделение, изучение биологической активности.
7. Антоцианы, строение, свойства, выделение, биологическая активность.
8. Выделение соланина из зеленых частей картофеля, изучение его свойств и биологическая активность.
9. Определение содержания кумаринов в растительном материале.
10. Определение пролина в растительном материале.
11. Определение пигментного состава растений в зависимости от условий.
12. Синтез органического вещества по цепочке реакций.
13. Определение содержания аскорбиновой кислоты в растительном материале в зависимости от условий.
14. Органические кислоты, их выделение из растительного материала и биологическая активность.
15. Биологически активные фенольные соединения природного происхождения.
16. Химико-аналитическое определение природных фенолов в поверхностных водах Курганской области.
17. Химико-аналитическое определение анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в водоемах Курганской области.
18. Биологическая активность органических экстрактов растительных материалов.
19. Синтез и изучение физико-химических свойств и биологической активности гетероциклических соединений.
20. Изучение биологической активности гетероциклических соединений, выделенных из растительных материалов.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная литература

1. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. – Москва : МГУ, 1999-2004. – Т.1. – 560 с. Т.2. – 624 с. Т.3. – 544 с. Т.4. – 726 с.
2. Шабаров Ю.С. Органическая химия. – Москва : Химия, 2000. – 848 с.
3. Курц А.Л., Ливанцов М.В., Чепраков А.В. и др. Задачи по органической химии с решениями. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 264 с.
4. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии. – Москва : Академия, 2002. - 288 с.
5. Органический синтез / Под ред. Н. В. Васильевой. – Москва : Просвещение, 1986. – 366 с.
6. Органическая химия: в 3 т. / В.Ф. Травень - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента":
Т. I - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017462.html>;
Т. II - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017479.html>;
Т. III - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017486.html>

7.2. Дополнительная литература

1. Иванов В.Г., Горленко В.А. Органическая химия. – Москва: Академия, 2000. - 624 с.
2. Иванов, В.Г. Органическая химия / В.Г. Иванов, В.А. Горленко, О.Н. Гева. - Москва: ИНФРА-М, 2022. - 560 с. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1542312>.
3. Реутов О.А. Органическая химия. В 4 ч. / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - ЭБС "Консультант студента":
Ч. 1, 570 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828422.html>;
Ч. 2, 626 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828439.html>;
Ч. 3, 547 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828415.html>;
Ч. 4, 729 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906828408.html>.
4. Химия ароматических гетероциклических соединений / М.А. Юрковская - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента" - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018322.html>
5. Альбицкая В.М., Серкова В.И. Задачи и упражнения по органической химии. – Москва : Высшая шк. 1983. – 207 с.
6. Задачи по органической химии / В.Ф. Травень - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента": URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001018957.html>
7. Резников В.А. Сборник задач и упражнений по органической химии / В.А. Резников. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 288 с. (Доступ из ЭБС «Лань»)
8. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями: в 2 ч. Ч. I / М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова и др. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента" - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017509.html>
9. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями: в 2 ч. Ч. II / М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова и др. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента" - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017516.html>
10. Практикум по органической химии / В.Ф. Травень - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - ЭБС "Консультант студента": URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001010838.html>
11. Практикум по органической химии / В.И. Теренин, М.В. Ливанцов, Л.И. Ливанцова и др. - Москва: Лаборатория знаний, 2020. - ЭБС "Консультант студента": URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001017813.html>
12. Справочник химика. – Ленинград: Химия, 1963. – Т. 2. – 1168 с.
13. Свойства органических соединений: Справочник / Под ред. А.А. Потехина. – Ленинград: Химия, 1984. – 520 с.
14. Вредные вещества в промышленности. Справочник. В 3 т. / Под ред. Лазарева Н.В., Левиной Э.Н – Л.: Химия, 1976. Т.1. – 592 с.; Т.2. – 624 с.; Т.3. – 608 с.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

8.1. Методическая литература

1. Общие требования к работе в лаборатории органической химии и органического синтеза. Методические указания для подготовки к лабораторным работам по курсу «Органическая химия» для студентов направления 04.05.01. – КГУ, 2019.
2. Основные методы работы при проведении реакций, выделении и очистке органических веществ. Определение физических констант органических веществ. Методические указания к выполнению лабораторных работ по химии. - КГУ, 2002.
3. Номенклатура, пространственное и электронное строение, качественный элементный анализ органических соединений. Методические указания к практическим и лабораторным работам по курсу «Органическая химия» для студентов направления 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». – КГУ, 2018.
4. Предельные углеводороды алканы: МУ для подготовки к практическому занятию и выполнению лабораторной работы по органической химии для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия»-04.05.01 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*
5. Непредельные углеводороды: алкены, алкины, диены. Методические указания к практическим и лабораторным работам по курсу «Органическая химия» для студентов направления 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». – КГУ, 2018.
6. Арены: бензол и его гомологи, галогенопроизводные, нитропроизводные, сульфопроизводные: МУ для подготовки к практическому занятию и выполнению лабораторной работы по органической химии для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия»-04.05.01 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*
7. Алкилгалогениды, спирты, простые эфиры: Синтезы на основе реакций нуклеофильного замещения. Химические методы изучения свойств. Очистка простых эфиров от перексидов.: Методические указания к лабораторным работам и органическим синтезам по курсу «Органическая химия» для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия» 04.05.0101 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*.
8. Реакции окисления как метод получения альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Свойства и идентификация альдегидов и кетонов алифатического ряда и их производных:/ Методические указания к лабораторным работам и органическим синтезам по курсу «Органическая химия» для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия» 04.05.01 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*.
9. Углеводы: свойства моно-, ди- и полисахаридов. Методические указания к практическим занятиям и лабораторным работам по курсу «Органическая химия» для студентов направления 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». – КГУ, 2019.
10. Карбоновые кислоты: получение, свойства, реакции с нуклеофильными реагентами: Методические указания к лабораторным работам по органической химии для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия»-04.05.01 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>.
2. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>.
3. ЭБС «Znanium» <https://znanium.com/>.
4. «Гарант» – справочно-правовая система.
5. Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова <http://www.chem.msu.ru/>.
6. Научная библиотека <http://elibrary.ru/>.
7. Образовательная платформа <https://urait.ru>.
8. Федеральный портал «Российское образование». Единое окно доступа к образовательным ресурсам, <http://window.edu.ru>.
9. Портал фундаментального химического образования в России www.chemnet.ru.
10. Образовательный ресурс. Цифровые знания. <http://www.libedu.ru/>

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТИХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации.

Операционная система и программное обеспечение компьютеров, используемых при показе слайдовых презентаций, соответствует требованиям ФГОС ВО по данной образовательной программе. Для самостоятельной работы студентов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторный практикум проводится в специализированной лаборатории кафедры «Физическая и прикладная химия», оснащённой необходимым оборудованием и реактивами.

Наборы необходимых реактивов для выполнения лабораторных работ и синтезов. Химическая посуда в достаточном количестве, в том числе: колбы Вюрца, колбы круглодонные и каплевидные; колбы двух- и трехгорлые, холодильники Либиха и обратные, насадки Вюрца, Дина-Старка, Кляйзена; аллонжи, хлоркальциевые трубки, дефлегматоры, термометры. Приборы: иономер Эксперт 001, КФК-2, СФ-46, рефрактометр, прибор для определения температуры плавления, весы аналитические ВЛП-200 и теххимические ВЛКТ-500, центрифуга ОПН-8, мешалки магнитные ПЭ-6100, перемешивающие устройства, колбонагреватели, плитки, водоструйные насосы, вакуумные насосы, роторный испаритель, сушильный шкаф, муфельная печь. Компьютерный класс.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объём дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Распределение баллов соответствует п.6.2. либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учётом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Органическая химия»

образовательной программы высшего образования –
программы специалитета

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность:
«Аналитическая химия»

Трудоемкость дисциплины: 17 ЗЕ (612 академических часов)

Семестр: 5, 6 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен (5 семестр); зачет, экзамен (6 семестр).

Содержание дисциплины

Теоретические основы органической химии. Электронное строение органических соединений. Строение, получение и свойства углеводов алифатического и алициклического ряда, галогенопроизводных, нитропроизводных углеводов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда, карбонильных соединений алифатического ряда и их производных, углеводов как гетерофункциональных соединений, карбоновых кислот и их производных, дикарбоновых кислот, непредельных, окси-, amino- и кето-карбоновых кислот как гетерофункциональных соединений, аренов, арилгалогенидов, нитроаренов и арилсульфоокислот, фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов ароматического ряда, гетероциклических соединений, элементоорганических соединений.

Методы органического синтеза и химического анализа органических соединений. Основные методы работы при проведении реакций, выделении и очистке органических веществ. Определение физических констант органических веществ. Методы органического синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе реакций нуклеофильного замещения. Методы органического синтеза альдегидов, кетонов и карбоновых кислот на основе реакций окисления. Методы органического синтеза производных карбоновых кислот на основе реакций нуклеофильного замещения у sp^2 -гибризованного атома углерода. Методы органического синтеза производных ароматического ряда на основе реакций электрофильного замещения. Методы органического синтеза солей арилдиазония и синтеза производных на их основе. Органический синтез гетероциклических соединений. Разделение смесей органических веществ. Физико-химические методы анализа полученных органических соединений.