

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

Кафедра физической и прикладной химии

 УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
С.Н. Щербич /  
« 19 » сентября 2019 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**04.05.01 – Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность (профиль):  
**Аналитическая химия**

Формы обучения: очная

Курган 2019

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 «29» августа 2019 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Физическая и прикладная химия» «18» \_\_сентября\_\_ 2019\_года, протокол № 1\_\_.

Рабочую программу составил профессор  
кафедры «Физическая и прикладная химия»

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



С.Н. Синицын

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 19 зачетных единицы трудоемкости (684 академических часов)

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	Семестр
		5	6
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов, в том числе:</b>	<b>396</b>	<b>192</b>	<b>204</b>
Лекции	132	64	68
Лабораторные работы	198	96	102
Практические занятия	66	32	34
<b>Самостоятельная работа (всего часов), в том числе:</b>	<b>288</b>	<b>168</b>	<b>120</b>
Курсовая работа	36	-	36
Подготовка к зачету	36	18	18
Подготовка к экзамену	54	27	27
Другие виды самостоятельной работы	162	123	39
Научно-исследовательская работа	-	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):</b>	<b>Зачет (2) Экзамен (2)</b>	<b>Зачет Экзамен</b>	<b>Зачет Экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов (ЗЕ):</b>	<b>684 (19)</b>	<b>360 (10)</b>	<b>324 (9)</b>



## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

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

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**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).

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

- знать основные этапы и закономерности развития органической химии, фундаментальные химические понятия, основные классы органических соединений, их генетическую взаимосвязь, общие законы, связывающих строение и свойства органических соединений, основные типы реакций, их механизмы и закономерности протекания реакций, методы предсказания наиболее вероятных направлений химических превращений органических соединений на основе их реакционной способности;

- владеть навыками проведения химического эксперимента в органическом синтезе безопасными методами и приемами работы с органическими веществами с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности, владеть компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации;

- уметь с использованием стандартных методик осуществлять синтез органических соединений, проводить научные исследования по сформулированной тематике, получать новые научные и прикладные результаты в области органической химии и представлять результаты профессиональной деятельности в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе;

- уметь проводить литературный поиск информации об органических веществах, анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности, применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения, определять способы, методы и средства решения технологических задач.



## 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					
<b>5 семестр</b>						
Рубеж 1	-	1	Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Строение, получение и свойства углеводородов алифатического и алициклического ряда.	20	14	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	2	-	4
Рубеж 2	-	2	Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводородов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда.	18	8	6
-	Рубеж 2		Методы синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе реакций нуклеофильного замещения. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров.	2	-	18
РК2л	РК2з		Рубежные контроли	2	-	6
Рубеж 3	-	3	Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений.	16	10	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	2	-	4
Всего часов:				64	32	96
<b>6 семестр</b>						
Рубеж 1		4	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.	14	8	8
	Рубеж 1		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.	-	-	12
РК1л	РК1з		Рубежные контроли	2	-	4



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.	18	10	3
	Рубеж 2		Методы органического синтеза производных ароматического ряда на основе реакций электрофильного замещения.	-	-	18
РК2л	РК2з			2	-	3
Рубеж 3		6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и диазосоединений ароматического ряда.	18	10	3
	Рубеж 3		Межмолекулярные реакции ароматических альдегидов, кетонов и аминов. Методы органического синтеза солей арилдиазония и синтеза производных на их основе.	-	-	18
РК3л	РК3з		Рубежные контроли	2	-	3
		7	Строение, получение и свойства гетероциклических соединений. Элементоорганические соединения: основные представители.	10	4	-
	Зачет- чет- ная		Органический синтез гетероциклических соединений. Органический синтез веществ различными синтетическими методами. Разделение смесей органических веществ. Физико-химические методы анализа полученных соединений.	2	-	30
РК3л			Рубежные контроли	-	2	-
Всего часов:				68	34	102

## 4.2. Содержание лекционных занятий

### Раздел 1

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 с двойной связью, цис-транс, Z-,E- номенклатуры. Оптическая изомерия: хиральность, асимметрический атом углерода, энантиомеры, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Абсолютная и относительная конфигурации. Эритро- и трео-, R,S- номенклатуры. 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 - синтез Кольбе, декарбоксилирование - синтез 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, гидрогалогенирование. Механизм и стереохимия реакций электрофильного присоединения,  $\pi$ - и  $\sigma$ -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 (правило Хараши). Реакции винильного и аллильного замещения. Аллильная перегруппировка. Молекулярные  $\pi$ -орбитали аллильного радикала. Реакции изомеризации. Окисление алкенов без разрыва С-С связей: окисление до диолов, образование эпоксидов (оксиранов). Окисление алкенов с разрывом С-С связей. Озонолиз. Окисление алкенов 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 присо-



единения (гидрогалогенирование, галогенирование), механизм и стереохимия этих реакций. Реакции нуклеофильного присоединения: присоединение воды - реакция Кучерова (понятие о кето-енольной таутомерии), спиртов, цианистого водорода, карбоновых кислот, алкоколятов, механизм нуклеофильного присоединения. Реакция изомеризации моноалкилацетиленов (реакция 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). Кислотные свойства ацетилена (СН-кислота), получение ацетиленидов и магнийорганических соединений ацетилена (реактивы Йоичича), 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 свой-



ства: трансанулярные взаимодействия и реакции. Би-, полициклы: изолированные, конденсированные, мостиковые, спирали. Каркасные соединения: адамантан, кубан, призмат, тетраэдран. 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

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 гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, тиольную, амино-, нитро- группы, галоген. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ : движущая сила реакций, 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 (образование реактивов Гриньяра). Реакция  $\alpha$ -элиминирования - образование карбенов. Присоединение синглетных и триплетных карбенов к алкенам. Важнейшие представители галогеноалканов, их получение, особые свойства. 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 и свойства, реакции нуклеофильного замещения, 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. Представители спиртов: метиловый, этиловый, цетиловый, мирициловый. Химические свойства спиртов. Спирты как слабые ОН-кислоты и



как основания Льюиса. Свойства алколюлятов, 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 (реакцией Вагнера, реакцией Прилежаева, гидролизом 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-диолюв иодной кислотой, тетраацетатом свинца. Жиры, их строение и свойства. Многоатомные спирты.

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

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

Амины алифатического ряда: электронное и пространственное строение. Классификация аминов. Способы их получения: алкилирование аммиака и аминов по Гофману, фталимида калия по Габриэлю; восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, 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 реакций нуклеофильного замещения. Синтез алкилгалогенидов и простых эфиров из спиртов. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров. Очистка простых эфиров от пероксидов.



### Раздел 3

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). Важнейшие представители, их промышленное получение и применение. Строение карбонильной группы, энергия, длина, полярность и поляризуемость C=O связи, распределение электронной плотности. Физические свойства карбонильных соединений и спектральные характеристики. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов: 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  $CH$ -кислотность карбонильных соединений. Кето-енольная таутомерия, двойственная реакционная способность енолят-ионов. Реакции галогенирования, галоформная, алкилирования. Межмолекулярные реакции карбонильных соединений: альдольная и кротоновая конденсация, реакция Канниццаро, 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, окисление кетонов (правило Попова), окисление кетонов перкислотами. Качественные реакции альдегидов. Реакции полимеризации. Производные карбонильных соединений, содержащие азот: оксимы, гидразоны, азометины. Изомерия оксимов. Перегруппировка Бекмана, ее механизм и практическое значение. 1,3-Дикарбонильные соединения: получение, свойства, кето-енольная таутомерия. Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: окисление олефинов по аллильному положению, спиртов по гидроксильной группе в аллильном положении, кротоновая конденсация, дегидратация глицерина. Электронное строение: сопряжение карбонильной группы и двойной C=C связи. Химические свойства. Методы селективного восстановления и окисления C=C и C=O связей. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака, аминов, синильной кислоты, реактивов Гриньяра. Реакции конденсации с  $CH$ -активными соединениями (реакция Михаэля). Кетены: их строение, методы получения и свойства.

Углеводы: моно-, ди- и полисахариды. Классификация и номенклатура моносахаридов, основные представители. Строение углеводов. Изомерия моносахаридов: структурная, оптическая и конформационная. Проекционные формулы Фишера, D- и L-ряды. Циклические полуацетальные формы, перспективные формулы Хеуорса. Кольчато-цепная таутомерия. Мутаротация.  $\alpha$ - и  $\beta$ -Аномеры. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Гликозиды. Конформационные стереоэлектронные эффекты на примере аномерного эффекта. Методы 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 (аро-



ВЫХ, сахарных) кислот; лактонизация альдоновых кислот; восстановление до многоатомных спиртов. Реакции циклических форм (реакции по гидроксильным группам): свойства полуацетального гидроксила (алкилирование, получение и гидролиз гликозидов, агликоны), исчерпывающее алкилирование и ацилирование, образование фосфорных эфиров и их биороль. Действие кислот на моносахариды (получение фурфурола), брожение гексоз. Дисахариды (биозы). Строение и свойства основных типов: восстанавливающие (гликозидоглюкозы – мальтоза, лактоза, целлобиоза) и невосстанавливающие (гликозидогликозиды – трегалоза, микоза; гликозидофруктозид – сахароза), распространение в природе. 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

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 диазометаном (реакция Арндта-Эйстердта); использование хлорангидридов для получения пероксидов ацилов; повышенная подвижность  $\alpha$ -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 диазометаном, 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). Химиче-



ские свойства амидов: кислотнo-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 магнии- и литийорганическими соединениями. Производные угольной кислоты: фосген, мочевиная и ее производные, эфиры, изоцианаты, уретаны, ксантогенаты.

Дикарбоновые кислоты. Электронное строение. Способы получения: окислительное расщепление циклоолефинов и циклических кетонов, окисление диолов, гидролиз динитрилов, синтеза 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; подвижность  $\alpha$ -водородного атома. Натрий-малоновый эфир: электронное строение, алкилирование для синтеза моно- и дикарбоновых кислот; конденсация с карбонильными соединениями (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 как метод синтеза средних и макроциклов.

$\alpha,\beta$ -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  $\alpha$ -оксикислот и винных кислот. Методы получения  $\alpha,\beta,\gamma$ -оксикислот: окисление этиленгликоля для получения гликолевой кислоты; гидролиз  $\alpha$ -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 оксикислот: обычные свойства по карбоксильной и гидроксильной



группам; кислотные свойства; реакции дегидратации в зависимости от взаимного расположения карбокси- и гидроксигрупп (при нагревании и под действием серной кислоты); повышенная способность к образованию комплексов хелатного типа. Лактоны: их свойства и применение. Биологическая роль оксикислот.

Гетерофункциональные соединения - аминокислоты. Классификация, номенклатура аминокислот, оптическая изомерия  $\alpha$ -аминокислот. Электронное строение и взаимное влияние групп. Методы получения  $\alpha$ -аминокислот: из  $\alpha$ -галогенокислот; из карбонильных по реакции Штреккера; из оксимов  $\alpha$ -кетокислот; из малонового эфира и гидразина с по Курциусу; из малонового эфира по реакции нитрозирования с последующим восстановлением образующегося оксима; конденсацией альдегидов с эфиром нитроуксусной кислоты; из других аминокислот; гидролизом белков. Методы получения  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминокислот. Химические свойства  $\alpha$ -аминокислот. Кислотно-основные свойства: амфотерность (биполярные ионы, цвиттер-ионы, бетаины), изоэлектрическая точка, образование солей с кислотами и основаниями, 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. Отношение  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - 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 кетокислоты.  $\alpha$ -Альдегидо- и кетокислоты, 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.  $\beta$ -Альдегидо- и кетокислоты, 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  $\alpha$ -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

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, реакция 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  $\pi$ - и  $\sigma$ -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, квазиароматичность. Химические свойства: реакции восстановления; реакции окисления; реакции 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, фенантрен, 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, ориентирующие 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  $\sigma$ -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); реакции нуклеофильного замещения водорода в нитробензолах; нуклеофильного замещения галогена в галогенонитробензо-



лах; нуклеофильного замещения нитрогруппы в полинитрозамещенных. Восстановление нитросоединений: по Зинину, каталитическое, цинком в кислой и щелочной средах.

Ароматические сульфокислоты. Получение методом сульфирования бензола и его 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

Фенолы и ароматические спирты. Физические свойства и спектральные характеристики. Электронное строение фенола и фенолят-иона. Взаимное влияние гидроксила и бензольного ядра. Получение фенолов: щелочное плавление сульфокислот, замещение галогена на гидроксил, гидролиз солей арендиазония. Промышленный кумольный способ получения. Химические свойства фенола. Фенолы как ОН-кислоты: свойства фенольного гидроксила в сравнении со спиртовым, влияние заместителей на кислотность фенолов; получение фенолятов, простых и сложных эфиров фенолов, перегруппировка Фриса. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, нитрозирование, сульфирование, реакции сочетание с солями диазония, С-алкилирование и ацилирование. Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета: карбоксилирование по Кольбе, формилирование по Реймеру-Тиману, перегруппировка Фриса, перегруппировка аллиловых эфиров фенолов по Кляйзену, конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Окисление и восстановление фенолов. Двух- и трехатомные фенолы: получение, физические и 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 анион-радикалах. Бензохиноны, нафтохинон, антрохинон, ализарин, хлоранил (тетрахлор-п-бензохинон).

Ароматические карбоновые кислоты. Физические свойства и спектральные характеристики. Методы получения ароматических карбоновых кислот: окисление гомологов бензола, альдегидов, метиларилкетон, 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 в кислой среде, 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 аренидазона, формы диазосоединений в зависимости от pH среды. Свойства диазосоединений. Реакции диазосоединений с выделением азота: замена диазогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород; арилирование аренов. Реакции диазосоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразинов, азосочетание (азо- и диазосоставляющие, условия сочетания с аминами и фенолами). Азосоединения: их пространственное и электронное строение. Азокрасители.

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

## Раздел 7

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. Получение и свойства пиразола и имидазола. Понятие о триазолах. Гистидин. Производные триазола.

Шестичленные кислородные гетероциклы: пиран,  $\alpha$ - и  $\gamma$ -пироны, аномерный эффект, понятие о красящих веществах растений. Шестичленные азотистые гетероциклы с одним ге-



тероатомом. Пиридин, хинолин, изохинолин. Получение пиридина: из каменноугольной смолы, конденсация карбонильных соединений с аммиаком, циклизация ацетилен и циановодорода, реакции расширения цикла пиррола. Электронное строение, молекулярные p-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 (реакции рециклизации – образование ненасыщенных аминоальдегидов. N-окись пиридина: получение, свойства. Хинолин, его получение по Скраупу.  $\alpha$ - и  $\gamma$ -Пиколины, их особые свойства: протонная подвижность водородов метильных групп; реакции алкилирования;  $\alpha$ -пиколины как метиленовые компоненты при конденсациях с альдегидами.  $\alpha$ - и  $\gamma$ -Окси- и аминопиридины: 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: основные представители.

Органические 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 кислоты  $P(OR)_3$  и фосфоновой ( $RP(O)(OR)_2$ ) кислот, перегруппировка Арбузова. Применение фосфорорганических инсектицидов (тиофос, хлорофос) как антихолинэстеразных веществ. Фосфорорганические отравляющие вещества.

Магнийорганические соединения: строение реактивов Гриньяра, использование в органическом синтезе углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Алюминийорганические соединения, катализаторы Циглера-Натта. Металлоорганические соединения переходных металлов, ферроцен.

Органический синтез веществ гетероциклических соединений. Органический синтез веществ с использованием нескольких синтетических методов. Разделение смесей органических веществ (основного, кислого, слабокислого и нейтрального характера). Физико-химические методы анализа органических соединений.



### 4.3. Содержание практических занятий

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практических занятий	Трудоёмкость, час
<b>5 семестр</b>			
1	Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Состав, строение, получение и свойства углеводородов алифатического и алициклического ряда.	<p>Номенклатура органических соединений.</p> <p>Электронное строение органических соединений.</p> <p>Алканы. Реакции радикального замещения, условия протекания, механизм.</p> <p>Алкены. Реакции электрофильного присоединения, условия протекания, механизм.</p> <p>Алкины. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения, условия протекания, механизм.</p> <p>Диены. 1,2- и 1,4-присоединения.</p> <p>Реакции электроциклизации.</p>	14
2	Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводородов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда.	<p>Алкилгалогениды: реакции нуклеофильного замещения и элиминирования, условия, механизмы.</p> <p>Спирты: стереохимия, реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Многоатомные спирты.</p> <p>Азотсодержащие соединения алифатического ряда нитросоединения, амины: электронное строение, свойства.</p> <p>Реакции перегруппировки: гидридные, секстетные. Перегруппировка Гофмана.</p>	8
3	Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений.	<p>Карбонильные соединения алифатического ряда.</p> <p>Реакции конденсации.</p> <p>Азотсодержащие производные карбонильных соединений. Перегруппировка Бекмана.</p> <p>Монозы и биозы: строение и свойства.</p> <p>Гетерофункциональные соединения: получение и свойства.</p>	10
<b>Итого 5 семестр:</b>			<b>32</b>



Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практических занятий	Трудо-емкость, час
<b>6 семестр</b>			
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.	Карбоновые кислоты и их производные.	8
		Дикарбоновые и непредельные карбоновые кислоты.	
		Гидрокси- и аминокислоты.	
		Оксокарбоновые кислоты.	
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. Правила ориентации.	10
		Арилгалогениды: реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.	
		Нитроарены: особенности химических свойств.	
		Арилсульфокислоты: свойства и их производные.	
		Конденсированные и неконденсированные арены.	
6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и диазосоединений ароматического ряда.	Анилин: основные свойства и особенности реакций электрофильного замещения.	10
		Диазосоединения: реакции с выделением и без выделения азота.	
		Фенолы: свойства и взаимное влияние атомов и групп.	
		Ароматические альдегиды и кетоны: электрофильное замещение и межмолекулярные реакции.	
		Карбоновые кислоты ароматического ряда: особенности кислотных свойств.	
7	Строение, получение и свойства гетероциклических соединений. Элементоорганические соединения: основные представители.	Особенности реакционной способности азотсодержащих гетероциклов.	6
		Сравнительный анализ свойств пяти- и шестичленных азотсодержащих гетероциклов.	
		Использование металлоорганических соединений в органическом синтезе.	
<b>Итого 6 семестр:</b>			<b>34</b>
<b>ИТОГО:</b>			<b>66</b>



#### 4.4. Содержание лабораторных работ

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, часы
<b>5 семестр</b>			
1	<p>Теоретические основы органической химии. Пространственное и электронное строение органических соединений. Состав, строение, получение и свойства углеводов алифатического и алициклического ряда.</p> <p>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.</p>	<p>Общие сведения о работе в лаборатории органического синтеза. Техника безопасности.</p> <p>Качественный элементный анализ органических соединений.</p> <p>Основные методы и приемы работы при выделении и очистке органических веществ.</p> <p>Определение физических констант.</p> <p>Пространственное и электронное строение органических соединений (модели).</p> <p>Предельные углеводороды алканы: электронное строение, методы получения и свойства.</p> <p>Непредельные углеводороды алкены: электронное строение, методы получения и свойства.</p> <p>Непредельные углеводороды алкины, диены: электронное строение, методы получения и свойства.</p> <p>Рубежный контроль (РК1з)</p>	36
2	<p>Строение, получение и свойства галогенопроизводных, нитропроизводных углеводов, спиртов, простых эфиров и аминов алифатического ряда.</p> <p>Методы органического синтеза алкилгалогенидов и простых эфиров на основе реакций нуклеофильного замещения. Химические методы изучения свойств алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров.</p>	<p>Алкилгалогениды: электронное строение, химические методы изучения свойств.</p> <p>Алкилбромиды: синтез на основе реакции нуклеофильного замещения, выделение, очистка.</p> <p>Спирты и простые эфиры: электронное строение, химические методы изучения свойств. 6ч</p> <p>Простые эфиры: синтез на основе реакции нуклеофильного замещения, выделение.</p> <p>Очистка простых эфиров от пероксидов.</p> <p>Рубежный контроль (РК2з).</p>	30
3	<p>Строение, получение и свойства карбонильных соединений алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации. Строение и свойства углеводов как гетерофункциональных соединений.</p> <p>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.</p>	<p>Свойства и идентификация альдегидов и кетонов алифатического ряда и их производных. Реакции конденсации.</p> <p>Реакции окисления как метод получения альдегидов, кетонов и карбоновых кислот. Синтез, выделение, очистка и идентификация альдегидов, кетонов и карбоновых кислот алифатического ряда.</p> <p>Углеводы: свойства моно-, ди- и полисахаридов.</p> <p>Функциональные соединения алифатического ряда: планирование синтезов.</p> <p>Рубежный контроль (РК3з)</p>	30



<b>6 семестр</b>			
4	Строение, получение и свойства карбоновых кислот и их производных, дикарбоновых кислот. Строение, получение и свойства непредельных, окси-, amino- и кетокарбоновых 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.	Строение, получение и свойства монокарбоновых и гетерокарбоновых кислот их производных.	24
		Реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных, реакции ацилирования. Реакции конденсации сложных эфиров.	
		Синтез и выделение сложных эфиров и амидов уксусной кислоты, их очистка и идентификация.	
		Рубежный контроль (РК1з)	
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. Методы органического синтеза производных ароматического ряда на основе реакций электрофильного замещения.	Реакции электрофильного замещения в аренах: получение <i>o</i> - и <i>n</i> -нитрофенолов, их очистка и идентификация. Перегонка с паром как метод очистки.	24
		Реакции электрофильного замещения в аренах: получение бром- и сульфо-аренов, их очистка и идентификация.	
		Получение галоген-, нитро- и сульфопроизводных аренов. Галогенирование в кольцо и боковую цепь.	
		Рубежный контроль (РК2з)	
6	Строение, получение и свойства фенолов, карбонильных соединений, карбоновых кислот и аминов и diazosоединений ароматического ряда. Методы органического синтеза солей арилдиазония и синтеза производных на их основе.	Свойства анилина и азоаренов. Синтез солей диазония, реакции с выделением азота.	24
		Синтез diaзокрасителей без выделения азота, очистка продуктов, их идентификация.	
		Синтез соединений по реакции нуклеофильного присоединения, реакции конденсации.	
		Рубежный контроль (РК3з)	
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.	30
		Синтез гетероциклов, выделение, очистка и идентификация соединений.	
		Важнейшие представители природных гетероциклов, их строение и особая роль для биологических систем.	
		Разделение смесей органических соединений и количественное выделение веществ основного, кислого, слабокислого и нейтрального характера.	
<b>Итого:</b>			<b>198</b>



## 4.5. Курсовая работа

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 курсовой 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.

## **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 презентаций, 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 мето-



дов 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 3 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 работ 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 студентов 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, согласно 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 рекомен-



дается 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 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.

#### Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Виды самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. часы
<b>5 семестр</b>	
Углубленное изучение тем лекционного курса	26
Подготовка к практическим занятиям	32
Подготовка к лабораторным работам по 1 часу на лабораторную работу)	41
Выполнение домашних работ по сложным темам	12
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	12
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>6 семестр</b>	
Подготовка к практическим занятиям	17
Подготовка к лабораторным занятиям	16
Подготовка к рубежным контролям (по 1 часу на рубеж)	6
<b>Выполнение и защита курсовой работы</b>	<b>36</b>
<b>Подготовка к зачету</b>	<b>18</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>288</b>



## 6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

№	Наименование	Содержание					
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	<b>Распределение баллов за 5 семестр</b>					
		<b>для зачета</b>					
		Вид учебной работы	Выполнение и защита лабораторных работ		Рубежные контроли № 1, 2, 3 (коллоквиумы)	Зачет	
			Свойства веществ	Синтезы и очистка веществ		Выполнение качественной задачи	Выполнение индивидуального задания
		Балльная оценка:	1...4 (в зависимости от защиты)	1...5 (в зависимости от выхода и ответа)	I 1...4 II 1...5 III 1...5	1...10 (в зависимости от результата)	1...20 (в зависимости от правильности, качества)
		Примечания:	9 работ: максимум 36 б.	4 работ: Максимум 20 б.	3 рубежа: максимум 14 б.	2 вида работ: максимум 30 б.	
		<b>для экзамена</b>					
		Вид учебной работы	Посещение лекций и активность работы на них	Ответы на практических занятиях	Решение домашних контрольных работ	Рубежные контроли № 1, 2, 3 (контрольные работы)	Экзамен
		Балльная оценка:	0,5 б. за лекцию	1...2 (в зависимости от активности)	2 контрольные по 4 б.	I 1...4 II 1..5 III 1..5	1...30
		Примечания:	32 лекции: максимум 16 б.	16 занятий: максимум 32 б.	2 работы: максимум 8 б.	3 рубежа: максимум 14 б.	5 вопросов по 5 б. и 5 дополнительных по 1 б.: максимум 30 б.
		<b>Распределение баллов в 6 семестре</b>					
		<b>для зачета</b>					
		Вид учебной работы:	Выполнение и защита лабораторных работ		Рубежные контроли № 1, 2, 3 (коллоквиумы)	Зачет	
			Свойства веществ	Синтезы веществ		Выполнение количественной задачи	Выполнение 2 зачетных синтезов
		Балльная оценка:	1...4 (в зависимости от ответа)	1...6 (в зависимости от ответов)	I 1...4 II.. 1...4 III 1...4	1...12 (в зависимости от результата)	2 синтеза по 9 б. (в зависимости от результата)
Примечания:	4 работы: максимум 16 б.	7 синтезов: максимум 42 б.	3 рубежа: максимум 12 б.	2 вида работ: максимум 30 б.			
<b>для экзамена</b>							
Вид УР:	Посещение лекций и активность работы на них	Ответы на практических занятиях	Решение домашних контрольных работ	Рубежный контроль № 1, 2, 3	Экзамен		
Балльная оценка:	0,5 б. за лекцию	1...2 (в зависимости от качества)	2 контрольные по 3 б.	I 1...4 II 1..4 III 1..5	1...30		
Примечания:	34 лекции: максимум 17 б.	17 занятий: максимум 34 б.	2 работы: максимум 6 б.	3 рубежа: максимум 13 б.	5 вопросов по 5 б. и 5 дополнительных по 1 б.: максимум 30 б.		



		Курсовая работа (6 семестр)					
Объект оценки	Качество планирования и пояснительной записки	Качество и полнота изложения и оформления	Качество выполнения эксперимента	Ритмичность, прилежание в работе	Качество защиты: доклад, ответы на вопросы	Всего:	
Бальная оценка	1....20: максимум 20 б.	1....20: максимум 20 б.	1.....30: максимум 30 б.	коэффициент от 0,8 до 1,2.	1.....30: максимум 30 б.	максимум 100 б.	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; 61 и более баллов - зачтено					
3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета (экзаменационной оценки) по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации (зачету, экзамену) студент должен набрать по итогам текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов и должен выполнить все лабораторные и практические работы, курсовую работу. Для получения зачёта «автоматически» студенту необходимо набрать в ходе текущей и рубежной аттестаций в семестре не менее 61 балла.</p> <p>Для получения экзамена «автоматически» необходимо набрать 68 баллов с оценкой «удовлетворительно».</p> <p>По согласованию с преподавателем студенту, набравшему минимум 68 балл, могут быть добавлены дополнительные (бонусы) баллы за активное участие в научной и методической работе, оригинальность принятых решений в ходе выполнения лабораторных работ, за участие в значимых учебных и внеучебных мероприятиях кафедры и выставлена «автоматически» оценку «хорошо» или «отлично».</p>					
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) студентов для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае, если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 50 баллов, студенту необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра. При этом необходимо проработать материал всех пропущенных лабораторных и практических работ. Формы дополнительных заданий (назначаются преподавателем):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение и защита пропущенных лабораторных и практических работ (при невозможности дополнительного проведения лабораторной или практической работы преподаватель устанавливает форму дополнительного задания по тематике пропущенной лабораторной или практической работы самостоятельно) 3 балла за лабораторную работу и практическую работу.</li> <li>- прохождение рубежного контроля (баллы в зависимости от рубежа).</li> </ul> <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>					

### 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 прорабатывает 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. Преподава-



тель оценивает в баллах результаты ответ в каждого студента по количеству правильных ответов и заносит в ведомость учета текущей успеваемости. Всего за каждый рубеж 4-5 балла.

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 4-5 баллов.

Для закрепления некоторых более сложных тем предусмотрены домашние работы, варианты содержат 10-15 вопросов разного уровня сложности, выполняются письменно в тетради для домашних контрольных работ с последующей беседой с преподавателем по непонятным для студента вопросам. Домашняя контрольная работа засчитывается, если студент смог объяснить решение не менее 2-3 заданий на выбор преподавателя. Всего за каждую домашнюю контрольную по 3-4 балла.

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 и задача по 5 баллов и 5 дополнительных вопросов по 1 баллу. 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 организационный отдел института 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 выполняется студентами специальности «химия» в 6 семестре и заканчивается защитой.

Баллы за курсовую складываются из следующих видов работ: качество планирования и пояснительной записки (максимум 20 б.), качество и полнота изложения и оформления (максимум 20 б.), качество выполнения эксперимента (максимум 30 б.), качество защиты, в том числе доклад и ответы на вопросы (максимум 30 б.).

Целью курсовой работы является закрепление знаний по органической химии и навыков экспериментальной работы с органическими веществами. 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 Хараши. 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. Алициклические 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, спираны.
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  $\alpha$ -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.

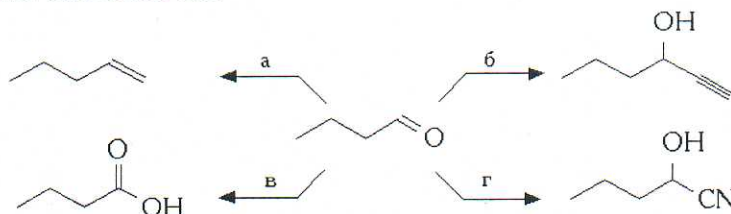
13. Амины алифатического ряда. Способы получения. Электронное строение аминов. Химические свойства. Четвертичные аммонийные основания и соли аминов. Термическое разложение гидроксидов тетраалкиламмония. Диазометан, его строение и свойства.

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 glutаровая 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  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ - аминокислот к нагреванию.
  6.  $\alpha$ -Альдегидо- и кетокислоты, строение, способы получения и свойства.  $\beta$ -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. Тoluол, 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 бензолсульфокислоты, ориентирующее действие сульфогруппы. Химические свойства бензолсульфокислоты: кислотные свойства; получение функциональных про-



- изводных сульфокислот, 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 гидроксила 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, Канниццаро, 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 гидроксилу и карбоксилу. 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.  $\alpha$ - и  $\gamma$ -Пиколины, их особые свойства: протонная подвижность водородов метильных групп; реакции алкилирования;  $\alpha$ -пиколины как метиленовые компоненты при конденсациях с альдегидами.  $\alpha$ - и  $\gamma$ -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, amino-, нитро- группы.
2. Одноатомные предельные спирты: электронное строение. Химические свойства спиртов. Спирты как слабые OH-кислоты и как основания Льюиса, сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Образование алкогولات, 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 D-рибозы, D-фруктозы, D-маннозы. Химические свойства D-рибозы, D-фруктозы, D-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 – качественная реакция, 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. Правила расчетов органического синтеза:

Веще- ство, $M_r$	Константы				Количество вещества					
	т.пл., $^{\circ}C$	т.кип., $^{\circ}C$	$d^{20}$ , г/мл	$n_D$	по методике			по уравне- нию	избыток	
					в мо- лях	в г 100%[C]	в г (мл) данной [C]		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,</i> $n_D$	Установленные в работе: <i>т. кип., пл., d,</i> $n_D$	по урав- нению, в г	по ме- тодике, в г, мл	экспери- ментально в г, мл	в % от тео- рии	в % от методи- ки
1	2	3	4	5	6	7	8



## 2 рубеж - 5 семестр

1. Химические свойства алкилгалогенидов. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, нитрильную, amino-, 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 OH-кислоты и как основания Льюиса, сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Образование алкоголятов, 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 D-рибозы, D-фруктозы, D-маннозы.
6. Охарактеризуйте химические свойства D-рибозы, D-фруктозы, D-маннозы и напишите соответствующие уравнения реакций: циангидринового синтеза, расщепления по Руффю, получения озаона, окисления реактивом Фелинга и азотной кислотой, восстановления, эпимеризации, получения гликозида, полного алкилирования и ацилирования, взаимодействия с гидроксиламином.
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 дисахаридов. 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 эфира.
8. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.
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

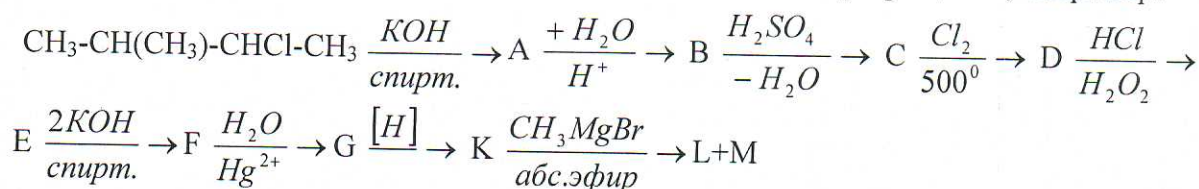
Разработать и обосновать схему синтеза, методы выделения и очистки, способы идентификации согласно следующим схемам:

- 1) Толуол → Бензойная кислота → м-Нитробензойная кислота.
- 2) Шелуха подсолнечника → Фурфурол → Фурфуриловый спирт + Пироглизиновая 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 кумулированными, 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; метилвторбутилацетилен.
7. Задачи на способы получения и свойства соединений углеводородов, например:  
Получите любыми тремя способами 2-бутин. Напишите для него реакцию бромирования и приведите механизм  $A_E$ .
8. Задачи по способам и механизмам полимеризации, например:  
Напишите схему реакции анионной полимеризации  $CH_2=CH-CH_3$ .
9. Задачи по способам окисления, например:  
Напишите уравнение «жесткого» окисления перманганатом в кислой среде, расставьте коэффициенты:  $CH_3-CH(CH_3)-CH=C(CH_3)_2$ .
10. Задачи на свойства органических соединений, цепочки превращений, например:





## 2 рубеж - 5 семестр

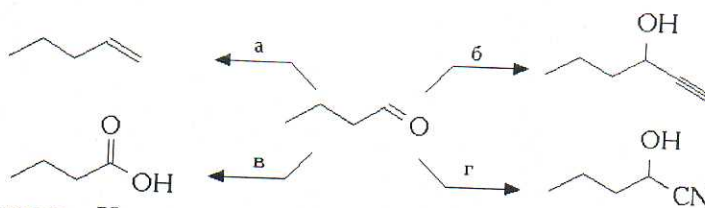
1. Номенклатура алкилгалогенидов, спиртов и простых эфиров, аминов.
2. Пространственное и электронное строение этилхлорида, винилхлорида, пропанола-1, аллилового спирта, этиленгликоля, этиламина, нитроэтана, diazometана.
3. Получите любыми тремя способами 2-метилбутанол-2. Напишите уравнения реакций (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, используя электронные формулы, 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. Укажите 5 продуктов реакции бромометилциклобутана с водой. Приведите механизмы их образования.
10. Для каждого из нижеприведенных примеров укажите стереохимию образующихся соединений.  $(R)$ -3-бром-3-метилгексан + метанол  $\rightarrow$  3-метокси-3-метилгексан. *Цис*-2-бromo-1-этилциклопентан + NaSH  $\rightarrow$  2-этилциклопентантиол.  $(S)$ -2-бромопентан + этилат натрия в этаноле  $\rightarrow$  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  $\beta$ -меркаптоэтиламина. Ответ обоснуйте.
5. Какова структура соединения  $C_4H_{10}O_3$ , если при обработке его избытком  $HBr$  получено единственное органическое соединение - 1,2-дибромэтан.
6. Альдегид  $n-C_{10}H_{21}CHO$  - половой аттрактант восковой бабочки. Предложите наиболее выгодный путь синтеза этого соединения из додеканола-1. Назовите синтезируемые вещества.



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



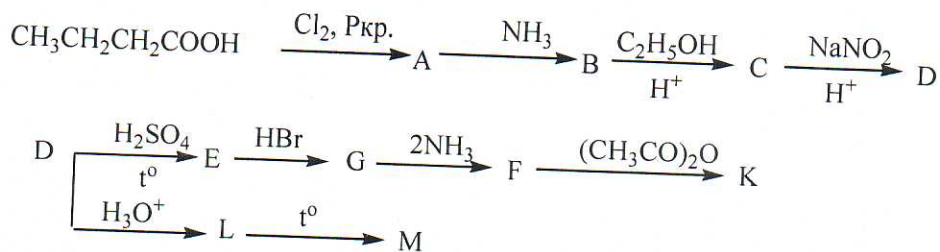
9. Напишите структуры Хеуорзса, а также конформационное изображение для 4-О-β-Д-галактопиранозил-α-Д-глюкопиранозы.

10. Альдольная конденсация несимметричных кетонов (например, метилэтилкетона) редко используется в синтезах, почему? Ответ обоснуйте уравнениями реакций.

### 1 рубеж - 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:  $\text{CaO}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{NH}_3$  (избыток,  $t^\circ$ ),  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{H}^+$ ). 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:  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  (водн.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $\text{HCl}$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{H}^+$ ). 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, например: напишите реакции 2-аминопропановой кислоты со следующими реагентами:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{NH}_3$  (избыток,  $t^\circ$ ),  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{H}^+$ ),  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$  ( $\text{H}^+$ ). Для реакции с этанолом приведите механизм. Из исходной 2-аминопропановой кислоты получите 3-гидрокси-2-аминопропановую кислоту и для нее напишите схему образования дипептида.
- Свойства оксокарбоновых кислот, например: напишите реакции α-оксипропионовой кислоты со следующими реагентами:  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{KOH}$  (водн.),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.,  $\text{PCl}_5$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ( $\text{H}^+$ ), 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 на свойства гетерофункциональных соединений, например:



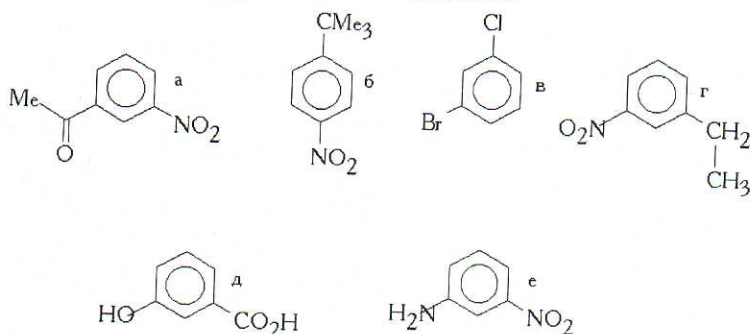


10. Задачи органического синтеза, например: предложите методы и реагенты, с помощью которых 3-метилбутановую кислоту можно превратить в следующие соединения:

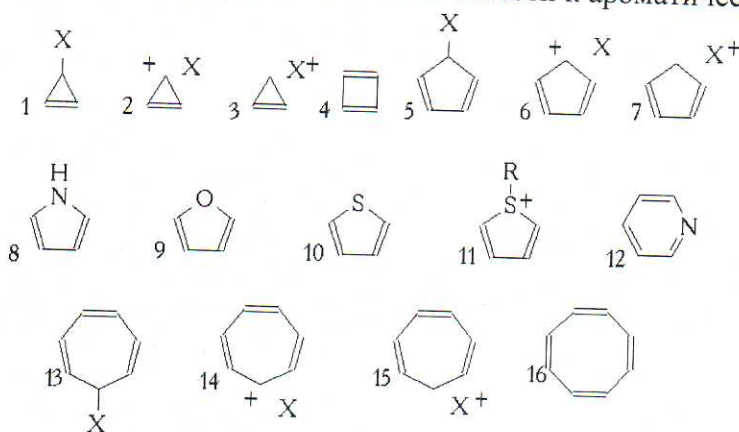
- а)  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCOOCH}_3$ ; б)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ;  
 в)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$ ; г)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CONH}_2$ .

### 2 рубеж - 6 семестр

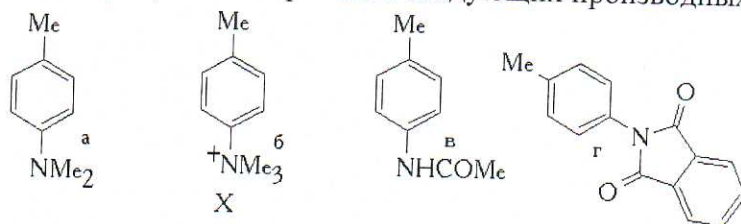
1. Напишите структуры следующих соединений: п-бромтолуол, о-хлоранилин, 2,4-динитрохлорбензол, м-диэтинилбензол, о-дитретбутилбензол.
2. Среди предложенных ниже соединений укажите примеры согласованного и несогласованного влияния групп, контролирующих вступление третьего заместителя в бензольное кольцо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



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



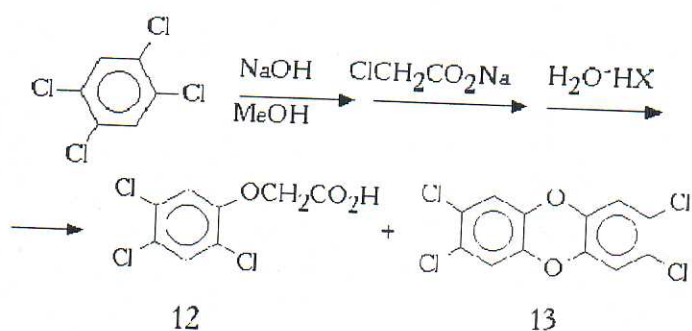
4. Напишите структуры продуктов нитрования следующих производных бензола:



5. При получении гербицида, называемого 2,4,5-Т [2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота, (12)], наряду с желаемым веществом образуется также нейтральное вещество  $\text{C}_{12}\text{H}_4\text{Cl}_4\text{O}_2$ ,



для которого принята структура 13. Предложите схему механизма образования соединения 13 (2,3,7,8-тетрахлордibenзодиоксин), 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 удается осуществить замещение брома в м-броманизоле (например, при действии амида натрия в жидком аммиаке). Однако при этом продуктами реакции оказываются все три возможных изомерных анидина. 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.

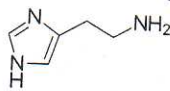
### 3 рубеж - 6 семестр

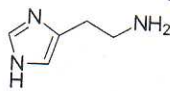
1. Напишите формулы следующих соединений: а) оксазол; б) никотиновая кислота; в) изохинолин; г) 5,6-бензохинолин; д) α-метилфуран; е) N-ацетилимидазол.
2. Предложите схему получения пиридина из ацетилена и синильной кислоты. Напишите для пиридина уравнения реакций со следующими реагентами (для случая со звездочкой напишите механизм): а) HCl; б) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>; в) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (350°); г) CH<sub>3</sub>Cl; д)\* NaNH<sub>2</sub> (NH<sub>3</sub> жид.).
3. Из анилина получить хинолин. Для него привести реакции со следующими реагентами: а) HCl, на холоду; б) KNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 400°; в) CH<sub>3</sub>I; г) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COCl; д)\* NaNH<sub>2</sub> (NH<sub>3</sub> жид.). Для б) привести механизм.
4. Получить тиофен из ацетилена. Напишите для него уравнения реакций со следующими реагентами, для в) привести механизм: а) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (85%); б) HNO<sub>3</sub> в (CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>O; в) CH<sub>3</sub>COCl (AlCl<sub>3</sub>); г) SOCl<sub>2</sub>; д) C<sub>2</sub>(CN)<sub>2</sub>.
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, приведите соответствующие уравнения реакций.

10. Приведите сравнительную характеристику строения и химических свойств пиррола, пиридина и пирозола, 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:

$$3\text{CH}_3\text{COR} + 3\text{I}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{CHI}_3 + \text{RCOONa} + 3\text{NaI} + 3\text{H}_2\text{O}$$

Опыт 3. Получение производных карбонильных соединений (реакции нуклеофильного присоединения).

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). Разогретую реакцию 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  $\alpha$ -оксосульфокислот.

Опыт 3.2. Реакции с фенолгидразином: В пробирку приливают 1 мл насыщенного раствора солянокислого фенолгидразина, добавляют небольшое количество кристаллического ацетата натрия и при встряхивании вносят 1 мл имеющегося альдегида. Наблюдают выпадение кристаллов фенолгидразона 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 динитрофенилгидразона с т.пл.  $123\text{C}^\circ$ :  $\text{R}_2\text{C}=\text{O} + \text{o,n}-(\text{NO}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3-\text{NH}-\text{NH}_2 \rightarrow \text{o,n}-(\text{NO}_2)_2\text{C}_6\text{H}_3-\text{NH}-\text{N}=\text{CR}_2$ . 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 гидроксилamina  $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$  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 уксусный 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 окисления формальдегида аммиачным раствором гидроксида серебра.

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? Какие структурные компоненты они должны содержать? 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, а не по кислороду?

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?

Какие соединения образуются в этой реакции? Какова их растворимость в воде?

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  $\alpha$ -положении обладает повышенной подвижностью?



Каким действием на организм обладает бромацетон? Как легко 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 тяжелый 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 перекристаллизуют 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%).

#### 6.4.7. Примеры заданий домашних работ

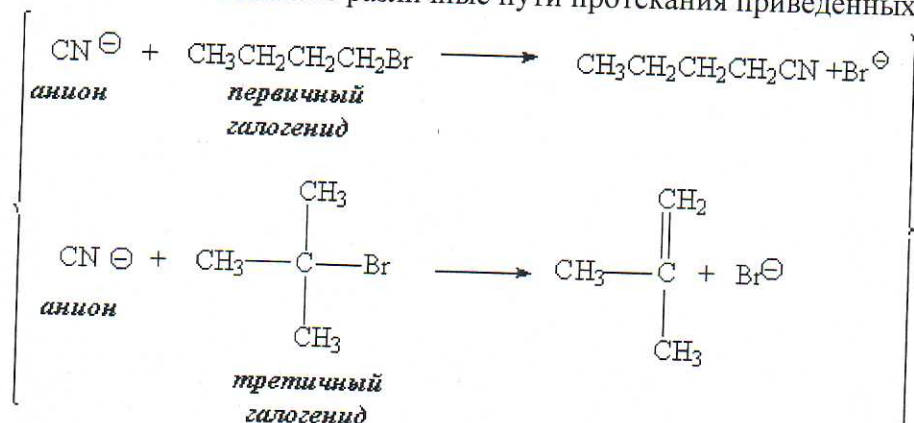
*Пример домашней работы в 5 семестре*

1. На примере бромистого этила напишите известные Вам реакции галогеноалканов.
  2. Напишите в общем виде реакции нуклеофильного замещения для случая, когда нуклеофил: 3.1. нейтральная молекула, 3.2. анион.
  3. Перечислите нуклеофилы: кислородсодержащие, азотсодержащие, серусодержащие, галогенсодержащие, углеродные.
  4. Напишите реагенты, необходимые для получения из бромистого этила:
    - 1) 1-цианоэтана (этилцианида, нитрила пропионовой кислоты); 2) бутин-1;
    - 3) диэтилового эфира этилмалоновой кислоты.
  5. Напишите продукты следующих реакций:
    - 1) бромистый аллил + аммиак; 2) бромистый *n*-пропил + водная щелочь;
    - 3) бромистый этил + триэтиламин
- 6.4. бромистый бензил + гидросульфид натрия.

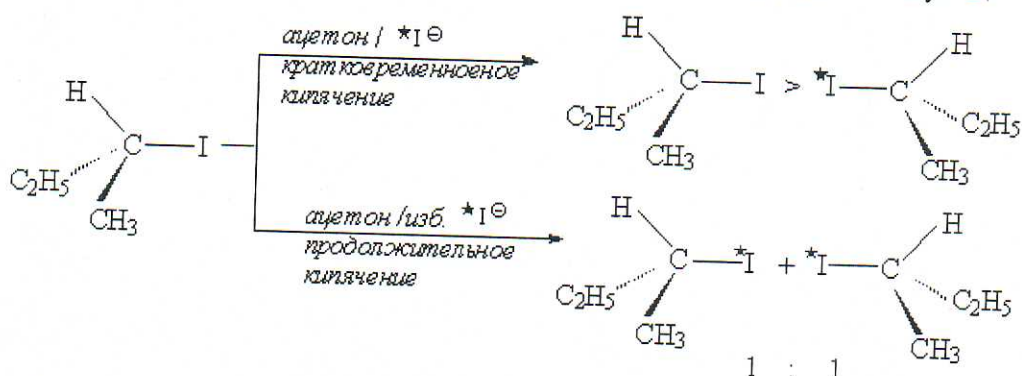


6. Напишите уравнения реакций нуклеофильного замещения для получения каждого из нижеприведенных соединений; в каждом случае отметьте нуклеофил, субстрат, уходящую группу: 1) *n*-бутилмеркаптан; 2) *изобутиловый спирт*; 3) *ди(n-пропил)амин*; 4) *триэтилсульфонийбромид*; 5) *анизол*. (указание к решению: арил- и винилгалогениды не претерпевают рассматриваемый здесь тип реакции нуклеофильного замещения).

7. Как можно объяснить различные пути протекания приведенных ниже реакций:



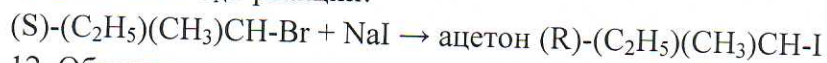
8. Объясните экспериментальные данные, приведенные на 2-х следующих схемах:



9. Приведите уравнение, отражающее S<sub>N</sub>2 механизм (одностадийный, синхронный) нуклеофильного замещения. Каков энергетический профиль S<sub>N</sub>2 замещения?

10. Назовите основные признаки реакций, протекающих по механизму S<sub>N</sub>2.

11. Нарисуйте проекционные формулы Фишера для соединений, участвующих в представленной ниже S<sub>N</sub>2 реакции:



12. Объясните результаты следующих экспериментальных данных:

а) реакция (*R*)-2- иодобутана с водным ацетоном (95% ацетона + 5% воды) дает в основном (*S*)-2-бутанол,

б) при реакции (*R*)-2-иодобутана с водным ацетоном иного состава (30% ацетона + 70% воды) продукт представляет собой смесь 60% (*S*)-2-бутанола и 40% (*R*)-2-бутанола.

13. Какой механизм можно предположить для каждой из нижеприведенных реакций:

1) (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>C-Br + CH<sub>3</sub>OH; 2) CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>I + NaCN; 3) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>CH(Br)CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> + NaSH;  
4) 1-бromo-3,3-диметилциклопентан + CH<sub>3</sub>OH; 5) 1-бromo-3,3-диметилциклопентан + NaOCH<sub>3</sub>.

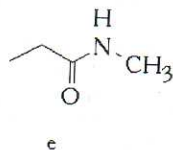
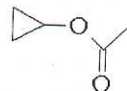
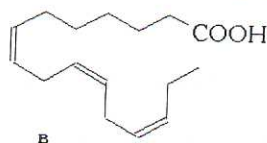
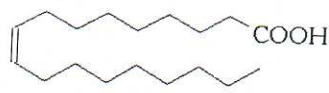
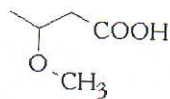
14. Напишите уравнения, отражающие механизмы элиминирования E1 и E2.

15. На примере трет-бутилбромид, 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:

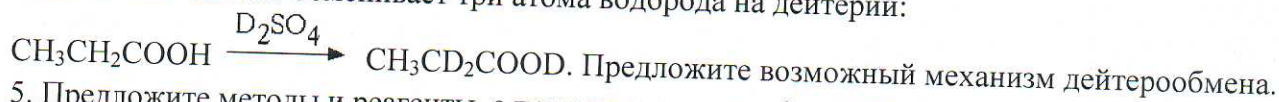


2. В каждой из указанных ниже пар анионов укажите наиболее сильное основание. Укажите также наиболее сильную кислоту в парах соответствующих сопряженных кислот.

- а)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ; б)  $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  и  $\text{CH}_3\text{CHClCOO}^-$ ; в)  $\text{Cl}^-$  и  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ; г)  $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$  и  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ ; д)  $\text{FCH}_2\text{COO}^-$  и  $\text{F}_2\text{CHCOO}^-$ .

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

4. При кипячении в растворе  $\text{D}_2\text{O}$ , 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:

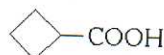
- а)  $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CHCOOCH}_3$ ; б)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ;  
в)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{Br}$ ; г)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CONH}_2$ .

6. Предложите последовательность реакций, с помощью которых из малонового эфира можно получить следующие соединения:

- а)  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ; б)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

в)  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ;

г)  $\text{HOOCCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ , д)



7. Предложите последовательность реакций, с помощью которых из ацетоуксусного эфира можно получить указанные ниже соединения:

- а)  $\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$ ; б)  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$ ;  
в)  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ; г)  $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ .

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



7. Особенность спектра ЯМР  $^1\text{H}$  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.

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

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



#### 6.4.8. Примерные темы 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.  
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.

### 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

#### 7.1. Основная литература

1. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. – М.: 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. – М.: Химия, 2000. – 848 с.
3. Курц А.Л., Ливанцов М.В., Чепраков А.В. и др. Задачи по органической химии с решениями. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 264 с.
4. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии. – М.: Академия, 2002. – 288 с.
5. Органический синтез / Под ред. Н. В. Васильевой. – М.: Просвещение, 1986. – 366 с.
6. Органическая химия. Т. I / Травень В.Ф. - М. : БИНОМ, 2013. –  
URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321094.html>
7. Органическая химия. Т. II / Травень В.Ф. - М. : БИНОМ, 2013. -  
URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321100.html>
8. Органическая химия. Т. III / Травень В.Ф. - М. : БИНОМ, 2013. -  
URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321117.html>

#### 7.2. Дополнительная литература

1. Иванов В.Г., Горленко В.А. Органическая химия. – М.: Академия, 2000. – 624 с.
2. Ким А.М. Органическая химия. – Новосибирск: Сибирское ун. изд-во, 2002. – 971 с.
3. Альбицкая В.М., Серкова В.И. Задачи и упражнения по органической химии. – М.: Высш.шк. 1983. – 207 с.
4. Практикум по органической химии: учебное пособие / В.Ф. Травень, А.Е. Щекотихин. - М. : БИНОМ, 2014. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324286.html>
5. Практикум по органической химии / Теренин В.И. - М. : БИНОМ, 2012. -  
URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996311019.html>
6. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. Часть I / Ливанцов М.В. - М.: БИНОМ, 2012. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310531.html>



7. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. Часть II / Ливанцов М.В. - М.: БИНОМ, 2012. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310548.html>
8. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями: в 2 ч. Ч. II: учебное пособие / М.В. Ливанцов и др. - М. : Лаборатория знаний, 2015. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325948.html>
9. Решение типовых задач по органической химии для различных классов соединений: метод. указания / М.Б. Степанов и др. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2013. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703836880.html>
10. Сборник задач по органической химии / Под ред. А.Е. Агрономава. – М.: МГУ, 2000. – 160 с.
11. Смолина Т.А., Васильева Н.В. Практические работы по органической химии. – М.: Просвещение, 1986. – 303 с.
12. Химия ароматических гетероциклических соединений / М.А. Юровская. - М. : БИНОМ, 2015. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996327836.html>

## 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: 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)*
6. 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.
7. 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)*
8. 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)*.
9. 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)*.



10. 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.
11. 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)*.
12. Гетероциклические соединения: 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)*.
13. Тематические планы занятий по органической химии: Методические указания к практическим и лабораторным работам по органической химии для студентов специальности «Фундаментальная и прикладная химия»-04.05.01 / сост. О.М. Плотникова *(на правах рукописи)*.

### 8.2. Справочники

1. Справочник химика. – Л.: Химия, 1963. – Т. 2. – 1168 с.
2. Новый справочник химика и технолога: Свойства неорганических, органических и элементорганических соединений [Электронный ресурс]. - Санкт-Петербург: НПО "Мир и Семья", 2002. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Свойства органических соединений: Справочник / Под ред. А.А. Потехина. – Л.: Химия, 1984. – 520 с.
4. Вредные вещества в промышленности. Справочник. В 3-х т. / Под ред. Лазарева Н.В., Левиной Э.Н. – Л.: Химия, 1976. Т.1. – с. 592 с.; Т.2. – с. 624 с.; Т.3. – с. 608 с.
5. Химическая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1988-1998. Т.1. – 623 с.; Т.2. – 671 с.; Т.3. – 639 с.; Т.4. – 639 с.; Т.5. – 783 с.

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

1. <https://znanium.com/> Электронно-библиотечная система.
2. <https://urait.ru> Образовательная платформа.
3. <http://elibrary.ru/> Научная библиотека.
4. <http://e.lanbook.com/> Лань.
5. <http://www.studentlibrary.ru/> ЭБС «Консультант студента»
6. [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru) Портал фундаментального химического образования в России.
7. <http://window.edu.ru>. Федеральный портал «Российское образование». Единое окно доступа к образовательным ресурсам.
8. <http://www.msu.ru/> Сайт Московского гос. университета им. М.В. Ломоносова.
9. <http://www.libedu.ru/> Образовательный ресурс. Цифровые знания.
10. <http://booksonchemistry.com/> Книги по химии.
11. [www.standartgost.ru](http://www.standartgost.ru) Открытая база ГОСТов

### 10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

При чтении лекций используются слайдовые презентации. Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера, используемого при показе слайдовых презентаций: Windows XP, Foxit Reader Pro версия 1.3. Для самостоятельной работы студентов необходим доступ в компьютерный класс, имеющий выход в Интернет.

### 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ



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.



Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Органическая химия»

образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия**

Направленность (профиль): «Аналитическая химия»

Трудоемкость дисциплины: 19 ЗЕ (684 академических часа)

Семестр: 5, 6 (очная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: Экзамен, зачет.

Содержание дисциплины

Теоретические основы органической химии. Электронное строение органических соединений. Строение, получение и свойства углеводородов алифатического и алициклического ряда, галогенопроизводных, нитропроизводных углеводородов, 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 арилсульфокислот, 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  $sp^2$ -гибридизованного 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.