

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. В.П. Астафьева

(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Кафедра биологии, химии и экологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Направление подготовки:

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль)/название программы:

Биология и химия

квалификация (степень):

бакалавр


Красноярск 2020

Рабочая программа дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» составлена к.х.н., доцентом Лавриковой Т.И., д.х.н., профессором Горностаевым Л.М.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры химии
Протокол № 8 от «10» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой  Л.М. Горностаев

Одобрено НМСС(Н) факультета биологии, географии и химии
Протокол № 7 от «16» мая 2017 г.

Председатель НМСС (Н) Е.М.  Антипова

Рабочая программа дисциплины «Типы и механизмы химических реакций»
актуализирована и обсуждена на заседании кафедры химии

Протокол № 8 от «18» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой  Л.М. Горностаев

Одобрено НМСС(Н) факультета биологии, географии и химии
Протокол № 9 от «13» июня 2018 г.

Председатель НМСС (Н)  А.С. Блинецов

Рабочая программа дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» актуализирована и обсуждена на заседании кафедры биологии, химии и экологии

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании выпускающей кафедры биологии, химии и экологии
протокол № 8 «15» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой



Е.М. Антипова

Одобрено научно-методическим советом факультета биологии, географии и химии

Протокол № 8 от «23» мая 2019 г.

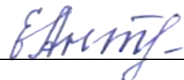
Председатель НМСС (Н)



А.С. Блинецов

Рабочая программа дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» актуализирована д.х.н., профессором кафедры биологии, химии и экологии Горностаевым Л.М.

Заведующий кафедрой

Антипова Е.М.  _____

Одобрено НМСС(Н) факультета биологии, географии и химии

«20» мая 2020 г.

Председатель

Близнецов А.С.  _____

Пояснительная записка

1. Рабочая программа дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» разработана согласно какому ФГОС ВО Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «09» февраля 2016 г. № 91 и профессиональному стандарту Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «18» октября 2013 г. № 544 н (с изм. от 25.12.2014).

Дисциплина «Типы и механизмы химических реакций» является составляющей комплексного модуля «Химия» Б1.В.ДВ.04.02 и относится к Блоку 1 вариативной части образовательной программы дисциплин по выбору Б1.В.ДВ.04.

2. Трудоемкость дисциплины

На изучение дисциплины отведено всего 288 часов, 8 З.Е. На контактную работу с преподавателем отведено 80 часов и на самостоятельную работу студента - 172 часа. Дисциплина согласно учебному плану реализуется на 4 курсе в 7 и 8 семестрах. Форма контроля – зачет, экзамен.

3. Цель освоения дисциплины «Типы и механизмы химических реакций»: формирование общекультурных и профессиональных компетенций в ходе изучения важнейших закономерностей и достижений классической и современной органической химии.

4. Планируемые результаты обучения.

Задачи освоения дисциплины	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Код результата обучения (компетенции)
Сформировать систематизированные знания о закономерностях протекания химических реакций, их механизмах, неразрывной связи между строением и химическими свойствами веществ.	Знать: -основные типы химических реакций; - закономерности протекания химических реакций; пути исследования механизмов реакций; - разновидности механизмов химических реакций. Уметь: -анализировать литературу и экспериментальные данные; -давать оценку реакционной способности органических соединений исходя из их	ПК-1 ПК-4

	<p>строения;</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценить закономерности протекания процесса; - предсказывать возможный механизм реакции; - логически обосновать выводы о механизмах реакции. <p>Владеть основными методами изучения механизмов органической реакции.</p>	
<p>Ознакомить с основными методами изучения механизмов органических реакций.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - факторы, оказывающие влияние на протекание химической реакции; - основные методы исследования органических соединений (УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии). <p>Уметь использовать современные методы исследования органических экспериментальных задач.</p> <p>Владеть навыками использования химического и физико-химического аппарата, необходимого для профессиональной деятельности.</p>	<p>ПК-1 ПК-4</p>
<p>Обучить логическому научному мышлению при решении экспериментальных задач по органической химии.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фундаментальные разделы органической химии, касающиеся строения, физических и химических свойств; - закономерности протекания химических реакций. <p>Уметь решать и объяснять ход решения типовых задач по органической химии.</p> <p>Владеть разными приемами решения задач.</p>	<p>ПК-1 ПК-4</p>

5. Контроль результатов освоения дисциплины.

В ходе изучения дисциплины используются методы текущего контроля успеваемости: устный опрос, выполнение контрольных работ и тестовых заданий, выполнение индивидуальных заданий. Форма итогового контроля - экзамен.

Оценочные средства результатов освоения дисциплины, критерии оценки выполнения заданий представлены в разделе «Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации».

6. Перечень образовательных технологий, используемых при освоении дисциплины:

Современное традиционное обучение. В процессе освоения дисциплины используются разнообразные виды деятельности обучающихся, организационные формы и методы обучения: лекции и практические занятия, самостоятельная, индивидуальная и групповая формы организации учебной деятельности. Освоение дисциплины заканчивается экзаменом.

1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1.1. Технологическая карта обучения дисциплине «Типы и механизмы химических реакций» для студентов основной образовательной программы

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки),

направленность (профиль) образовательной программы Биология и химия

по очной форме обучения

(общая трудоемкость 8 з.е.)

Наименование тем	Всего часов (з.е.)	Аудиторных часов				Внеаудиторных часов	Формы контроля
		Всего (из них интерактивных форм)	Лекций (из них интерактивных форм)	Лабораторные занятия (из них интерактивных форм)	Практические занятия (из них интерактивных форм)		
Тема 1. Механизмы реакций и методы их определения	18	8	4		4	10	Тестирование, Индивидуальные задания

Тема 2. Структура и устойчивость интермедиатов	20	8	6		2	12	Индивидуальные задания
Тема 3. Свободнорадикальные реакции	8	4	4		6	24	Индивидуальные задания
Тема 4. Мономолекулярное нуклеофильное замещение и отщепление	22	4	2		2	18	Индивидуальные задания
Тема 5. Бимолекулярное нуклеофильное замещение	24	8	4		4	16	Индивидуальные задания
Тема 6. Реакции нуклеофильного отщепления	20	6	2		4	14	Индивидуальные задания
Тема 7. Реакции электрофильного замещения	30	8	4		4	22	Индивидуальные задания
Тема 8. Реакции нуклеофильного замещения	26	10	6		4	16	Индивидуальные задания
Тема 9. Реакции нуклеофильного присоединения к кратным связям углерод-кислород и углерод-азот	32	6	2		4	26	Индивидуальные задания Контрольная работа №1

Тема 10. Применение физико-химических методов для идентификации органических соединений и установления механизмов реакций.	26	12	8		4	14	Индивидуальные задания Контрольная работа №2
ИТОГО	252	80	42		30	172	
Форма итогового контроля по уч. плану	36						Экзамен

1.2. Содержание основных разделов и тем дисциплины

«Типы и механизмы химических реакций»

Тема 1. Механизмы реакций и методы их определения

Типы механизмов реакций. Типы реакций и реагентов. Термодинамические условия реакций. Кинетические условия реакций. Кинетика и понятие о стадии, лимитирующей скорость реакции. Кинетический и термодинамический контроль. Кинетические методы установления механизмов реакции. Идентификация продуктов. Определение наличия интермедиата. Изотопная метка. Стехиометрические доказательства.

Тема 2. Структура и устойчивость интермедиатов

Карбокатионы, их способы получения и реакции. Строение и устойчивость карбанионов. Способы получения каранионов и их реакции. Свободные радикалы, способы получения, реакции. Строение и устойчивость карбенов, их способы получения и реакции (присоединение к двойным углерод - углеродным связям, внедрение карбенов по двойной связи С-Н, перегруппировки с миграцией алкила или водорода).

Тема 3. Свободнорадикальные реакции

Генерирование, обнаружение и определение свободных радикалов. Устойчивые свободные радикалы. Структура и пространственное строение радикальных интермедиатов. Характеристика механизмов реакций, идущих через радикальные интермедиаты. Свободнорадикальные реакции замещения (галогенирование, окисление, замещение с участием арильных радикалов). Свободнорадикальные реакции присоединения. Присоединение галогенводородов, галогенметанов, других углеродных радикалов. Присоединение S-H-соединений. Перегруппировки и реакции фрагментации свободных радикалов.

Тема 4. Мономолекулярное нуклеофильное замещение и отщепление

Общие представления о механизмах реакций нуклеофильного замещения. Стехиометрическое течение реакций нуклеофильного замещения. Влияние

структурных факторов на скорость SN_1 реакций. Электронные факторы. Стерические факторы. Участие соседних групп. Влияние растворителя в реакциях мономолекулярного замещения. Взаимодействие карбокатиона с нуклеофилом. Реакции мономолекулярного отщепления. Соотношение скоростей мономолекулярного замещения и отщепления.

Тема 5. Бимолекулярное нуклеофильное замещение

Влияние строения субстрата на реакционную способность в реакциях SN_2 . Стерические факторы. Электронные эффекты заместителей в субстрате. Природа уходящей группы. Роль нуклеофила. Нуклеофильная реакционная способность реагента. Влияние растворителя на скорость SN_2 реакций. Реакционная способность амбидентных нуклеофилов. Конкуренция моно- и бимолекулярного замещения.

Тема 6. Реакции нуклеофильного отщепления

Карбанионный механизм реакций отщепления. Различия между карбанионным и синхронным механизмами. Бимолекулярный механизм реакций отщепления. Влияние строения реагентов на скорость бимолекулярного отщепления. Позиционная селективность в реакциях E_2 . Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия бимолекулярного отщепления. Конкуренция бимолекулярного замещения и отщепления.

Тема 7. Реакции электрофильного замещения

Механизм реакции электрофильного ароматического замещения. Характер электрофильного реагента. Ориентация в реакциях электрофильного замещения. Влияние строения субстрата на скорость и избирательность процесса. Влияние заместителей на относительное количество орто- и пара-изомеров.

Тема 8. Реакции нуклеофильного замещения

Мономолекулярное замещение. Двухстадийный механизм реакций SN_{Ar} . комплексы Мейзенгеймера. Влияние строения реагентов и природы нуклеофила на скорость замещения. Нуклеофильное замещение в неактивированных галогенаренах (ариновый механизм).

Тема 9. Реакции нуклеофильного присоединения к кратным связям углерод-кислород и углерод-азот

Механизм присоединения по С=О-связям. Влияние строения реагентов на скорость реакции. Взаимодействие карбонильных соединений с азотсодержащими нуклеофильными реагентами. Роль кислотно-основного катализ в реакциях A_N по кратным связям. Механизм конденсации карбонильных соединений. Гидролиз и образование сложных эфиров. Зависимость механизма гидролиза производных карбоновых кислот от их строения и условий проведения реакций.

Тема 10. Применение физико-химических методов для идентификации органических соединений и установления механизмов реакций.

Основные и современные спектроскопические методы исследования Масс-спектрометрия. Электронная УФ-спектроскопия. Колебательная ИК-спектроскопия. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Спектрометрическая идентификация органических соединений (совместное использование масс-спектрометрии, УФ-, ИК-, ПМР- и ЯМР ^{13}C -спектроскопии).

1.3. Методические рекомендации по освоению дисциплины

«Типы и механизмы химических реакций»

Аудиторная работа подразумевает посещение обучающихся всех занятий и конспектирование лекций, поскольку без знания теоретического материала невозможно выполнение заданий, связанных с решением химических задач. Поскольку большое количество часов отводится на самостоятельную работу, то каждому обучающемуся предлагается выполнять индивидуальные задания по изучаемой дисциплине.

Индивидуальные задания оформляются в отдельной тетради, где подробно описывается ход решения всех задач. При выполнении заданий необходимо пользоваться рекомендуемой литературой, конспектами лекций по органической химии, справочниками и Интернет-ресурсами. При возникновении трудностей при решении задач нужно консультироваться с преподавателем.

2. Компоненты мониторинга учебных достижений

2.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕЙТИНГА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Направление подготовки и уровень образования (бакалавриат, магистратура, аспирантура) Название программы/ профиля	Количество зачетных единиц
Типы и механизмы химических реакций	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)/Бакалавриат Направленность (профиль) образовательной программы Биология и химия	8
Смежные дисциплины по учебному плану		
Предшествующие: Общая и неорганическая химия, Аналитическая химия, Физическая и коллоидная химия, Химический синтез, Органическая химия, Биологическая химия		
Последующие: Прикладная химия, Химия окружающей среды		

БАЗОВЫЙ РАЗДЕЛ № 1			
	Форма работы*	Количество баллов 30 %	
		min	max
Текущая работа	Выполнение индивидуальных заданий	7	10
	Тестирование	5	10
	Контрольная работа №1	15	25
	Контрольная работа №2	15	25
	Устный опрос	3	5
Итого		45	75

ИТОГОВЫЙ РАЗДЕЛ			
Содержание	Форма работы*	Количество баллов 25 %	
		min	max
	Экзамен	15	25
Итого		15	25
Общее количество баллов по дисциплине		60	100

*Перечень форм работы текущей аттестации определяется кафедрой или ведущим преподавателем

Соответствие рейтинговых баллов и академической оценки:

<i>Общее количество набранных баллов*</i>	<i>Академическая оценка</i>
60 – 72	3 (удовлетворительно)
73 – 86	4 (хорошо)
87 – 100	5 (отлично)

*При количестве рейтинговых баллов более 100, необходимо рассчитывать рейтинг учебных достижений студента для определения оценки кратно 100 баллов.

2.2. Фонд оценочных средств (контрольно-измерительные материалы)

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Красноярский государственный педагогический университет
им. В.П. Астафьева

Факультет биологии, географии и химии

Кафедра-разработчик биологии, химии и экологии

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры
Протокол № 10
от «13» мая 2020 г.
Заведующий кафедрой



ОДОБРЕНО
На заседании научно-методического совета
специальности (направления подготовки)
Протокол № 10
От «20» мая 2020 г.
Председатель НМСС (Н)
Близнецов А.С.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине «Типы и механизмы химических реакций»

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы
Биология и химия

Квалификация: бакалавр

Составители: Лаврикова Т.И., Горностаев Л.М.

1. Назначение фонда оценочных средств

1.1. Целью создания ФОС дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям основной профессиональной образовательной программы, рабочей программы дисциплины.

1.2. ФОС дисциплины «Типы и механизмы химических реакций» решает задачи:

– контроль и управление процессом приобретения студентами необходимых знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций, определенных в ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки;

– контроль (с помощью набора оценочных средств) и управление (с помощью элементов обратной связи) достижением целей реализации ОПОП, определенных в виде набора общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных методов обучения в образовательный процесс Университета.

1.3. ФОС разработан на основании нормативных документов:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 9 февраля 2016 г. № 91;

- образовательной программы Биология и химия, очной формы обучения высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки);

- положения о формировании фонда оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева» утвержденного приказом ректора № 297 (п) от 28.04.2018.

2. Перечень компетенций подлежащих формированию в рамках дисциплины

2.1. Перечень компетенций, формируемых в процессе изучения дисциплины:

- ПК-1 Готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов;
- ПК-4 Способностью использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного.

2.2. Оценочные средства

Компетенция	Дисциплины, практики, участвующие в формировании данной компетенции	Тип контроля	Оценочное средство/КИМ	
			Номер	Форма
ПК-1 Готовностью реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	психология, педагогика, введение в биологию, микробиология, ботаника, зоология, основы экологии и охраны природы, физиология человека и животных с основами функциональной анатомии, цитогистология, генетика, теория эволюции, общая и неорганическая химия, аналитическая химия, физическая и коллоидная химия, органическая химия, химический синтез, химия окружающей среды, прикладная химия, теория и практика формирования универсальных учебных действий, типы и механизмы химических реакций, избранные главы физиологии, флора и растительность Красноярского края и стратегии ее сохранения, биоразнообразие животных Средней Сибири и стратегии его сохранения, молекулярно-генетический уровень организации жизни, компетентностный подход в образовании, ландшафты Средней Сибири и пространственно-территориальное размещение растений и животных, современный школьный химический эксперимент, практика по получению профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, научно исследовательская практика, методика обучения биологии, методика обучения химии,	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация	1	Индивидуальные задания
			2	Тестирование
			3	Контрольная работа №1
			4	Контрольная работа №2
			5	Устный опрос
			6	Экзамен

3. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

3.1. Фонды оценочных средств включают: вопросы к экзамену.

3.2. Оценочные средства

3.2.1. Оценочное средство экзамен.

Критерии оценивания по оценочному средству – 6 экзамен

Формируемые компетенции	Продвинутый уровень сформированности компетенций	Базовый уровень сформированности компетенций	Пороговый уровень сформированности компетенций
	(87-100 баллов) отлично/зачтено	(73-86 баллов) хорошо/зачтено	(60-72 балла)* удовлетворительно/зачтено
ПК-1	На продвинутом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	На базовом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов	На пороговом уровне готов реализовывать образовательные программы по учебным предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов
ПК-4	На продвинутом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	На базовом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов	На пороговом уровне способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов

*Менее 60 баллов – компетенция не сформирована

4. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости

4.1. Фонды оценочных средств включают: индивидуальные задания, тестирование, контрольная работа №1, контрольная работа №2.

4.2. Критерии оценивания см. в технологической карте рейтинга в рабочей программе дисциплины «Типы и механизмы химических реакций»

4.2.1. Критерии оценивания по оценочному средству №1. Индивидуальные задания

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Знания основ органической химии	2
Умение ориентироваться в учебной литературе	4
Знание номенклатуры органических веществ, их способов получения, строение и химические свойства	4
Максимальный балл	10

4.2.2. Критерии оценивания по оценочному средству Оценочное средство № 2. Тестирование

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
60-70% выполнение заданий	0-4
72-85% выполнение заданий	5-7
86-100% выполнение заданий	8-10
Максимальный балл	10

4.2.3. Критерии оценивания по оценочному средству Оценочное средство № 3. Контрольная работа №1

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Знания фактического материала	5
Умение писать уравнения и схемы реакций	5
Понимать генетическую связь между классами органических соединений	5
Знание механизмов органических реакций	10
Максимальный балл	25

4.2.4. Критерии оценивания по оценочному средству Оценочное средство № 4. Контрольная работа №2

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Знания фактического материала	10
Умение определять структуру соединений с помощью Уф-, ИК-,	15

ПМР- спектроскопии	
Максимальный балл	25

4.2.5. Критерии оценивания по оценочному средству Оценочное средство № 5 устный опрос

Критерии оценивания	Количество баллов (вклад в рейтинг)
Знание химического языка	2
Логичность и последовательность изложения материала	2
Умение отвечать на дополнительные вопросы	1
Максимальный балл	5

5. Оценочные средства (контрольно-измерительные материалы)

5.1. Оценочные средства для промежуточного контроля

5.1.1. Вопросы к экзамену

1. Раскройте понятие «механизм реакций», приведите примеры реакций.
2. Охарактеризуйте классификации химических реакций (по числу реагирующих частиц, по результатам реакции, по природе реагирующих частиц).
3. Назовите типы реагентов (свободные радикалы, электрофилы, нуклеофилы). Приведите примеры.
4. Охарактеризуйте механизм реакций электрофильного присоединения к алкенам (галогенирование, гидрогалогенирование, гидратации, присоединение спиртов, гидроборирование).
5. Охарактеризуйте реакции алкенов с другими электрофильными реагентами (нитрозилхлоридом, бромазидом, хлорангидридами карбоновых кислот по реакции Кондакова, хлораминами и хлорэфирами в присутствии кислот Льюиса).
6. Охарактеризуйте реакции алкинов с электрофильными и нуклеофильными реагентами.
7. Охарактеризуйте реакции нуклеофильного замещения в алкильных производных (галогенуглеводороды, спирты, простые и сложные эфиры).
8. Объясните механизм реакций замещения типа S_N .
9. Объясните стереохимию S_N2 -замещения.
10. Объясните стереохимию S_N1 -реакций.
11. Объясните влияние структурных факторов и природы растворителя при S_N -реакциях.
12. Объясните влияние уходящей группы и нуклеофильного реагента в S_N -реакциях.
13. Охарактеризуйте реакции элиминирования. Примеры.
14. Объясните механизм реакции $E1$.
15. Объясните механизм реакции $E2$.
16. Объясните механизм реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду.
17. Охарактеризуйте типичные реакции замещения в бензоле.
18. Объясните влияние заместителей на реакционную способность и ориентацию при электрофильном замещении.

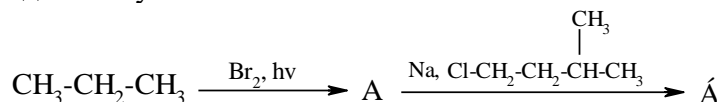
19. Охарактеризуйте электронные эффекты (индуктивный, мезомерный, гиперконъюгация)
20. Объясните ориентацию в дизамещенных бензолах.
21. Охарактеризуйте реакции замещения в многоядерных ароматических углеводородах.
22. Объясните механизм реакций нуклеофильного замещения в активированных арилгалогенидах.
23. Объясните механизм нуклеофильного замещения в ароматическом ряду, включающий отщепление-присоединение.
24. Расскажите о применении УФ-спектроскопии для установления строения органических соединений.
25. Расскажите о применении ИК-спектроскопии для установления строения органических соединений.
26. Расскажите о применении ПМР-спектроскопии для установления строения органических соединений.

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

5.2.1. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО 1. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант №1

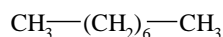
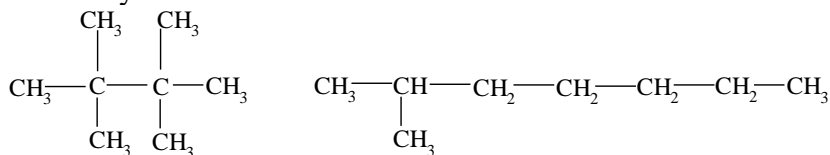
1. Напишите структурные формулы изомерных углеводородов, имеющих молекулярную формулу C_7H_{16} . Назовите углеводороды по рациональной и систематической номенклатурам.
2. Определите молекулярную формулу предельного углеводорода, если известно, что при полном сгорании 8,6 г этого соединения образовалось 13,44 л (н.у.) оксида углерода (IV).
3. Из каких органических соединений можно получить 2-метилпропан (изобутан)? Напишите уравнения реакций. Укажите условия.
4. Установите структурную формулу углеводорода (Б), содержащего в главной цепи шесть атомов углерода и полученного по схеме:



Образование ещё каких органических веществ будет наблюдаться в каждой стадии?

5. Расставьте следующие углеводороды в порядке уменьшения их температур кипения.

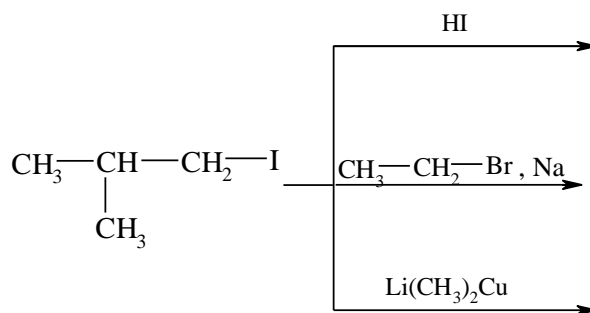
Ваш ответ обоснуйте.



6. При действии на 2,6-диметилоктан разбавленной азотной кислотой получено нитросоединение, имеющее формулу $C_{10}H_{21}NO_2$. Составьте уравнение реакции, объясните её механизм.
7. Каков состав смеси бромуглеводородов C_4H_9Br , образующихся при бромировании изобутана, если известно, что отношение реакционной способности C-H связей у первичного, вторичного и третичного атомов углерода составляет 1 : 82 : 1600?
8. Установите строение карбоновой кислоты, которая при сплавлении со щёлочью образует изобутан, а электролиз водного раствора её соли приводит к 2,5-диметилгексану. Напишите схемы обеих реакций и механизм электролиза.

Вариант №2

1. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по рациональной номенклатуре: а) 2,3,4-триметилпентан; б) 3,3-диметилгексан; в) 2,4-диметил-3-этилпентан; г) 2,2,3,3-тетраметилгексан.
2. Какие предельные углеводороды могут быть получены из 1-йод-2-метилпропана в следующих реакциях:



3. Натриевую соль карбоновой кислоты подвергли электролизу, а полученный органический продукт далее бромировали. Установите структурную формулу исходной кислоты, если главным конечным продуктом монобромирования является 2-бром-2,3-диметилбутан.
4. Газообразный углеводород имеет плотность 1,965 г/л при н.у. Рассчитайте молекулярную массу углеводорода, назовите его.
5. Напишите структурные формулы продуктов монохлорирования н-пентана. Укажите процентное содержание каждого продукта, имея в виду, что вторичный атом водорода замещается в 3,9 раза легче, чем первичный.
6. Какие продукты получатся при сульфохлорировании пропана. Разберите механизм реакции.
7. Какой из изомерных углеводородов состава C_5H_{12} будет легче нитроваться по М.И. Коновалову. Ваш ответ обоснуйте.
8. 2-Метилгексан нагревали с хлоридом алюминия и хлороводородом. Образование каких органических веществ наблюдается в этой реакции?

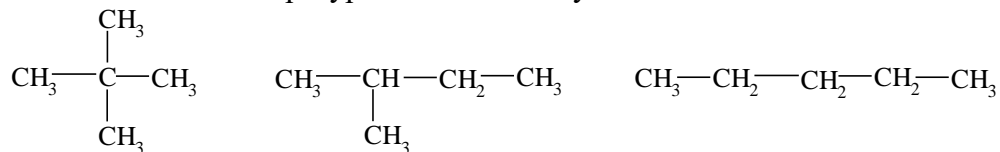
Вариант №3

1. Какие соединения называют структурными изомерами? Приведите структурные формулы всех изомерных пентанов и гексанов. Назовите их по рациональной и систематической номенклатурам.
2. Сколько пропаноата натрия нужно взять для получения 15 л этана (н.у.)?
3. На примере синтеза н-бутана предложите способы его получения, при которых число атомов углерода: 1) остаётся тем же; 2) уменьшается на единицу; 3) увеличивается вдвое.
4. Хлорирование пропана при 25 0С приводит к образованию 55% 2-хлорпропана и 45% 1-хлорпропана. Объясните эти данные. Рассмотрите механизм реакций. Сравните устойчивость различных радикалов.
5. Нитрование углеводорода молекулярной формулы C_7H_{16} приводит к одному продукту состава $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{NO}_2$. Определите структурную формулу исходного углеводорода, если известно, что он может быть получен по реакции Вюрца-Шорыгина с использованием 2-бром-2-метилпропана.
6. Одним из продуктов крекинга нефти является 2-метилбутан. Дегидрирование последнего приводит к 2-метил-1,3-бутадиену. Представьте схемы обеих реакций, имея в виду, что нефть подвергалась каталитическому крекингу.
7. Метан используется в промышленности для получения ацетилена. В каких условиях проводится эта реакция? Приведите уравнения реакций.
8. Установите структуру углеводорода молекулярной формулы $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$, если известно, что образующийся при его гидрировании алкан $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ в результате последующего фотохимического бромирования образует только один вторичный и один первичный бромуглеводород.

Вариант №4

1. Выпишите структурные формулы изомерных углеводородов состава C_8H_{18} , содержащих только метильные группы в боковых ветвях. Назовите изомеры по систематической и по рациональной номенклатурам.

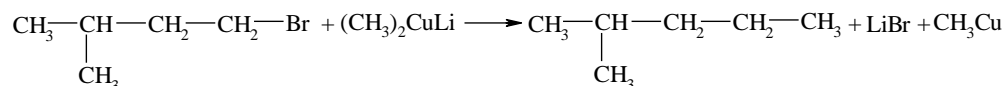
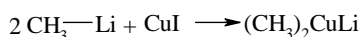
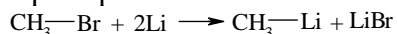
2. Как изменяются температуры кипения следующих алканов:



3. На примере синтеза 2,3-диметилбутана предложите способы его получения, при которых число атомов углерода: 1) остаётся тем же; 2) уменьшается на единицу; 3) увеличивается вдвое.

4. В последнее время для получения алканов используется реакция галогеналканов с диалкилкупратами лития.

Например:



Объясните, в чём преимущества и недостатки этого метода по сравнению с реакцией Вюрца – Шорыгина.

5. При сжигании 15,38 мг вещества было получено 18,78 мг H_2O и 36,51 мг CO_2 . Относительная молекулярная масса исследуемого вещества равна 74. Установите молекулярную формулу вещества.

6. Проведите реакцию фотохимического бромирования 3-метилпентана. Разберите её механизм. Какого соотношения продуктов монобромирования следует ожидать?

7. Исходя из пропана, получите 2,3-диметил-2-нитробутан. Разберите механизм последней стадии в предложенной вами схеме.

8. Углеводород молекулярной формулы C_8H_{18} был получен электролизом натриевой соли карбоновой кислоты $C_5H_9O_2Na$. Установите структурную формулу карбоновой кислоты и углеводорода, если известно, что при монохлорировании последнего образуется только одно первичное монохлорпроизводное.

Вариант №5

1. Напишите структурные формулы всех алканов с пятью атомами углерода в главной цепи, плотность паров которых по водороду равна 50. Назовите их по систематической номенклатуре.

2. Предложите способы получения изобутана из органических веществ, также содержащих 4 атома углерода.

3. Какой галогенуглеводород целесообразно использовать для получения 2,5-диметилгексана по реакции Вюрца – Шорыгина? Дайте обоснованный ответ.

4. Разберите реакцию фотохимического хлорирования этана. Отметьте стадии развития цепи и стадии обрыва цепи. Чем объясняется большая селективность брома по сравнению с хлором в реакциях радикального галогенирования?

5. Исходя из пропана, получите 2,3-динитро-2,3-диметилбутан. Каков механизм первой стадии предложенного вами решения?

6. При сжигании 2,3 мг вещества было получено 4,43 мг CO_2 и 2,691 мг H_2O . Определите процентный состав вещества и его эмпирическую формулу, если плотность вещества по водороду равна 23.

7. Разберите реакции фотохимического хлорирования и сульфохлорирования пропана. Почему присутствие SO_2 кардинально изменяет направление реакции?

8. Используя реакции фотохимического галогенирования и реакцию Вюрца, получите 2,3-диметилбутан. На какой из стадий вашего решения наиболее целесообразно использовать бромирование, а не хлорирование?

Вариант №6

1. Напишите структурные формулы всех алканов с пятью атомами углерода в главной цепи, плотность паров которого по водороду равна 57. Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Получите 2-метилбутан всеми известными вам способами.
3. Исходя из пропана, получите 2,3-диметилбутан. Какую реакцию – хлорирования или бромирования – более целесообразно использовать на одной из стадий?
4. Электролиз натриевой соли карбоновой кислоты C_4H_9COONa приводит к углеводороду, содержащему только первичные и четвертичные атомы углерода. Установите структурную формулу карбоновой кислоты и продукта ее электролиза.
5. Какой объем воздуха (считая, что в нем 20% кислорода) потребуется для сжигания: а) 100 г метана, б) 30 г этана? Сколько оксида углерода (IV) получится в каждом из этих опытов?
6. Один из продуктов крекинга *n*-гептана селективно нитруется по Коновалову с образованием единственного нитросоединения $C_7H_{15}NO_2$, в котором нитрогруппа связана с третичным атомом углерода. Определите структуру продукта, если известно, что в нем отсутствуют вторичные атомы углерода. Разберите механизм реакции нитрования искомого продукта разбавленной азотной кислотой.
7. Какие продукты получатся в результате фотохимического сульфохлорирования 2-метилбутана? Каково соотношение продуктов моносульфохлорирования? Представьте уравнения реакций. Выделите в них стадии обрыва цепи.
8. Алканы линейного строения изомеризуются при нагревании с $AlCl_3$ и HCl в разветвленные углеводороды (перегруппировка Меервейна). На примере нормального гептана представьте схему перегруппировки, выскажите мнение о ее механизме.

Варианты индивидуальных заданий по теме «Галогенуглеводороды»

Вариант № 1

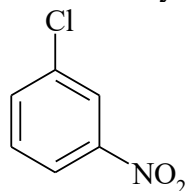
1. Выпишите структурные формулы всех изомерных бромуглеводородов состава C_4H_9Br . Назовите их по систематической и рациональной номенклатуре.
2. Выпишите структурные формулы всех изомерных хлоруглеводородов состава $C_{10}H_{11}Cl$, содержащих бензольный цикл, и назовите их по систематической номенклатуре.
3. Используя реакции A_E и S_R , синтезируйте 2-бром-2-метилпентан из соответствующих исходных веществ. Напишите уравнения реакций.
4. Исходя из пропена, получите 1-хлор-2,3-дибромпропан.
5. Рассмотрите взаимное влияние атомов в 1-бром-1-пропене и 1-бромпропане.
6. Рассмотрите электронное строение 4-хлортолуола и бензилхлорида. Сравните их отношение к одним и тем же реагентам.
7. Из этана, брома и натрия получите *n*-бутан. Рассмотрите механизм реакции Вюрца.
8. Сравните отношение хлоруглеводородов состава C_4H_9Cl к нуклеофильным реагентам (OH^- , NH_3 , NO_2^- , CH_3O^-). Как изменяется реакционная способность хлоруглеводородов C_4H_9Cl в зависимости от их структуры.
9. Длины связей и дипольные моменты некоторых хлоруглеводородов приведены в таблице:

R-Cl	CH_3-Cl	CH_3-CH_2-Cl	$CH_3-CH_2-CH_2-Cl$	$(CH_3)_3C-Cl$	$CH_2=CH-Cl$	C_6H_5-Cl
------	-----------	----------------	---------------------	----------------	--------------	-------------

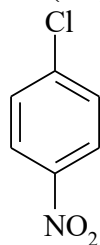
Длина связи (нм)	0.177	0.177	0.178	0.180	0.169	0.169
μ (D)		2.05	2.10	2.13	1.44	1.73

Как отражаются эти данные на химических свойствах хлоруглеводородов?

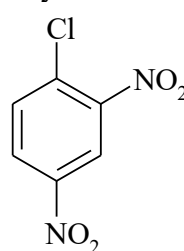
- Сравните отношение к нуклеофильным реагентам хлорбензола и бензилхлорида. Приведите примеры. Объясните, в чём заключаются причины различия.
- Рассмотрите реакции электрофильного замещения (хлорирование, нитрование) для изомерных хлоруглеводородов состава $C_6H_4Cl_2$. Среди субстратов отметьте вещества с согласованной и несогласованной ориентацией заместителей.
- Рассмотрите реакцию гидробромирования стирола. Почему данная реакция протекает региоселективно?
- Сравните отношение следующих хлоруглеводородов (а-г) к действию нуклеофилов. Расставьте субстраты (а-г) в порядке уменьшения их активности:



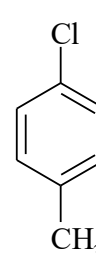
а



б



в



г

- Изомерные бромуглеводороды А, Б состава $C_9H_{11}Br$ были подвергнуты обработке спиртовым раствором KOH , а затем озонированию. Какова структура веществ А, Б, если после озонирования были получены бензальдегид и этаналь?

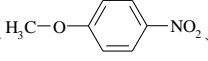
Вариант № 2

- Выпишите структурные формулы изомерных бромуглеводородов состава C_5H_9Br . Назовите их по рациональной и систематической номенклатурам.
- Выпишите структурные формулы всех изомерных хлоруглеводородов состава $C_9H_8Cl_2$, содержащих бензольный цикл, и назовите их по систематической номенклатуре.
- Какие ацетиленовые углеводороды можно использовать для получения 2,2-дихлорбутана. Напишите уравнения соответствующих реакций. Рассмотрите их механизмы.
- Из пропилена получите 1,4-гексадиен, используя на одной из стадий реакцию Вюрца — Шорыгина. Рассмотрите механизм этой реакции.
- Из метана и любых неорганических веществ получите 4-бромбензилхлорид. Для последнего приведите не менее пяти реакций S_N .
- Рассмотрите взаимное влияние атомов в бромэтаноле и бромэтане. Сравните активность этих веществ к нуклеофильным реагентам.
- Выпишите формулы первичных хлоруглеводородов состава $C_5H_{11}Cl$. Сравните отношение их к нуклеофильным реагентам. Какой из изомеров будет наименее активным в реакциях S_N2 ? Почему?
- Длины связей и дипольные моменты некоторых бромуглеводородов приведены в таблице:

R-Br	CH_3-CH_2-Br	$CH_2=CH-Br$	C_6H_5-Br
------	----------------	--------------	-------------

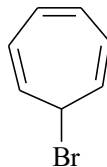
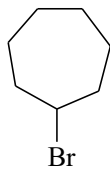
Длина связи (нм)	0.191	0.186	0.186
μ (D)	2.02	1.41	1.71

Как отражаются эти данные на химических свойствах бромуглеводородов?

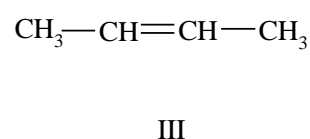
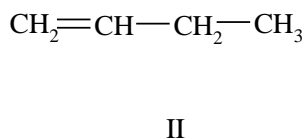
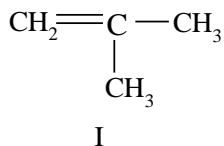
- Изомерные бромуглеводороды состава C_6H_4Br вступают в реакции электрофильного замещения лишь с некоторыми наиболее активными электрофилами. Напишите известные вам реакции S_{EAr} для этих субстратов. Выберите из них наиболее активные. Какой тип ориентации заместителей называется согласованным?
- Из 2,3-диметил-1,3-бутадиена получите бромацетон. Рассмотрите реакции S_N для бромацетона. Оцените нуклеофугность атома брома.
- В вашем распоряжении имеются пропен, хлор, фтор, бромоводород, фтороводород, KF , бром, а также пероксид бензоила. Из названных веществ выберите те, которые можно использовать для получения 1-фторпропана.
- Из бензола, этанола и любых неорганических веществ получите 1,2-дибром-1-(4-бромфенил)этан.
- Из хлорбензола получите 4-нитроанизол () , используя реакции S_{NAr} и S_{EAr} . Рассмотрите механизмы каждой реакции.
- Установите структуру углеводорода состава $C_{14}H_{12}$, легко реагирующего с бромом, а при озонировании превращающегося в бензальдегид.

Вариант № 3

- Выпишите структурные формулы всех изомерных бромуглеводородов состава $C_5H_{10}Br_2$. Назовите их по систематической номенклатуре.
- Выпишите структурные формулы всех изомерных хлоруглеводородов состава $C_{13}H_{10}Cl_2$, содержащих два бензольных цикла. Назовите их по систематической номенклатуре.
- Используя реакции S_R и A_E , получите 2-хлор-2-метилбутан.
- Из толуола получите следующие соединения: а) 4-хлорбензилхлорид; б) 3-бромбензойную кислоту; в) 4-хлорбензойную кислоту; г) 1,3,5-трихлортолуол.
- Из неорганических веществ получите дибензил.
- Укажите, какой из бромуглеводородов и почему будет быстрее реагировать с водным раствором щёлочи:

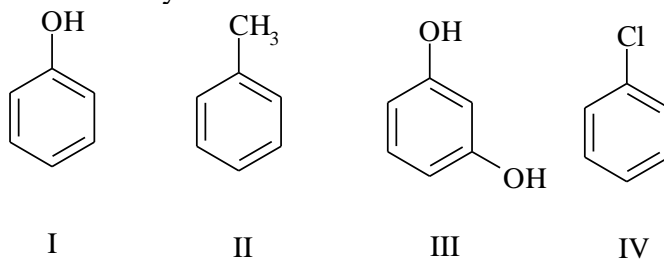


- Почему в реакциях щелочного гидролиза хлоралканов ион I^- является катализатором?
- Из каких бромуглеводородов в результате элиминирования могут быть получены алкены I-III?



Какой механизм (E1 или E2) будет преобладающим в каждом случае?

9. Как изменяется скорость реакций веществ I-IV с хлором в присутствии $AlCl_3$. Почему? Ваш ответ обоснуйте.



10. Из 1-хлор-2-фенилэтана получите 1-амино-1-фенилэтан. Рассмотрите механизм каждой стадии в предложенной вами схеме.
11. Установите структуру галогенуглеводорода состава $C_6H_{13}Br$, если известно, что его дегидробромирование и озонирование образовавшегося при этом алкена приводит к ацетону.
12. Хлорирование 4-фторхлорбензола приводит преимущественно к 1,2-дихлор-4-фторбензолу. Объясните, почему соблюдается такое направление хлорирования?
13. По какому механизму происходит взаимодействие галогенаренов с $NaNH_2$?
14. Установите структурную формулу углеводорода состава $C_7H_6Cl_2$, легко гидролизующегося по механизму S_N1 , а при окислении образующего *n*-хлорбензойную кислоту.

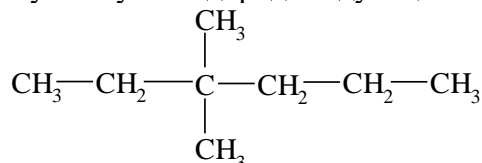
Вариант № 4

1. Выпишите структурные формулы изомерных алифатических бромуглеводородов состава C_4H_7Br . Назовите их.
2. Выпишите структурные формулы всех изомерных хлоруглеводородов — производных дифенила — состава $C_{13}H_{11}Cl$. Назовите их.
3. Из 1-хлорбутана получите 2,3-дибромбутан. При решении задачи используйте реакции, протекающие по механизмам E2, A_E. Рассмотрите механизм каждой стадии.
4. Из 1,2-дихлорбутана получите 1-фторбутан. На одной из стадий используйте перекисный эффект Хараша.
5. Из метана и любых неорганических веществ получите 1-бром-1-фенилэтан.
6. Проведите гидробромирование 1-бутина эквимолярным количеством и избытком бромоводорода. Рассмотрите электронное строение обоих продуктов реакции.
7. Рассмотрите отношение изомерных бромуглеводородов состава C_3H_5Br к нуклеофильным реагентам. Какой из изомеров легко реагирует с NH_3 , $NaOH$ (H_2O), KCN , $NaNO_2$. Напишите уравнения реакций. Рассмотрите механизм щелочного гидролиза.
8. Какие хлоруглеводороды состава $C_5H_{11}Cl$ следует использовать для получения 2-метил-2-бутена? Напишите уравнения реакций, рассмотрите их механизмы.
9. В вашем распоряжении имеются бензол, хлор, $AlCl_3$, пропен. Как, используя эти вещества, получить 4-хлоризопропилбензол. С какой реакции — хлорирования или алкилирования — необходимо начинать решение? Ваш ответ обоснуйте.
10. Реакции нитрования и бромирования нафталина идут в положение 1. Объясните, почему реализуется такой путь?
11. Как из изопрена получить бромацетон с использованием озона в одной из стадий? Напишите реакции бромацетона с нуклеофильными реагентами. Сравните подвижность брома в бромацетоне и в бромэтаноле.
12. Реакция сульфирования является обратимой. Поэтому сульфогруппу можно использовать в качестве защитной. Учитывая это, получите из толуола 2-бром-6-хлортолуол.
13. Из *n*-ксилола получите 2,6-дихлорбензол-1,4-дикарбоновую кислоту. Ваш выбор обоснуйте.

14. Установите структурную формулу хлоруглеводорода состава $C_6H_3Cl_3$, если известно, что при его мононитровании образуется только одно нитросоединение.

Вариант № 5

1. Выпишите структурные формулы хлоруглеводородов, из которых по реакции Вюрца-Шорыгина можно получить углеводород следующего строения:



Назовите их.

2. Выпишите структурные формулы бромуглеводородов — производных бензола — состава $C_9H_{11}Br$, в которых атом брома находится в боковых цепях. Назовите их.

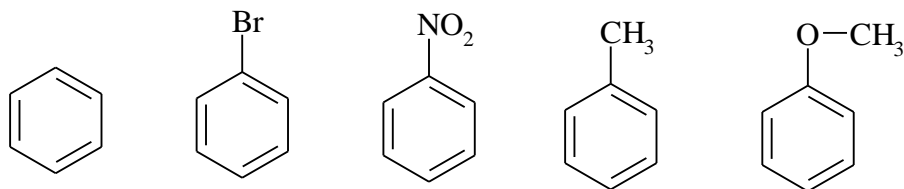
3. Из 1,2-дихлорбутана получите 2,2-дибромбутан. Рассмотрите механизм последней реакции в предложенной вами схеме.

4. Проведите радикальное хлорирование и бромирование 2-метилбутана. Напишите формулы полученных моногалогенуглеводородов. Какая из реакций протекает более селективно.

5. Выпишите структурные формулы изомерных алифатических хлоруглеводородов состава C_4H_7Cl . Какие из изомеров легко вступают в реакции нуклеофильного замещения, а какие инертны? Почему? Дайте обоснованный ответ.

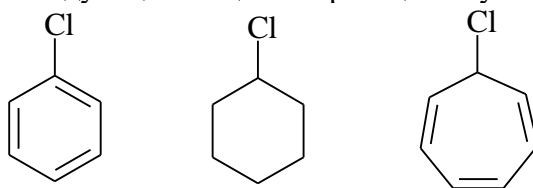
6. Как получить из толуола 2,4,6-трихлортрихлорметилбензол. В чём различия реакций хлорирования в ядро и в боковую цепь?

7. Расставьте следующие вещества в порядке возрастания их активности в реакциях электрофильного бромирования:



Обоснуйте ваш выбор.

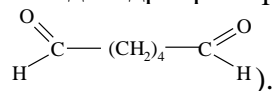
8. Сравните активность следующих веществ в реакциях нуклеофильного замещения:



Дайте обоснованный ответ.

9. В вашем распоряжении имеются толуол, Br_2 , H_2SO_4 (конц.), $AlBr_3$. Как, используя эти реагенты, получить: а) 4-бромтолуол; б) 2,6-дибромтолуол.

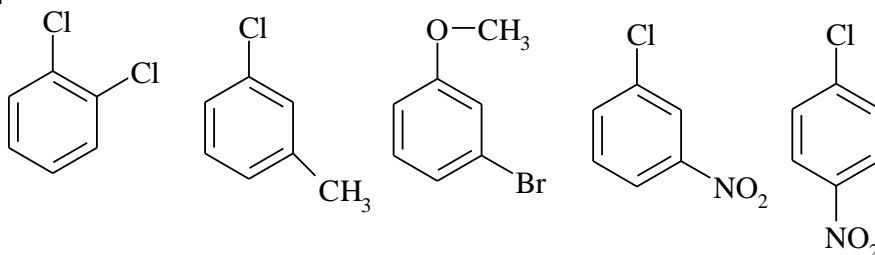
10. Установите структурную формулу углеводорода состава $C_6H_{11}Br$, если известно, что его дегидробромирование и последующее озонирование приводит к 1,6-гександиалью (



11. Из изомерных хлоруглеводородов состава C_4H_9Cl выберите наиболее активные в реакциях S_N1 и S_N2 .

12. Проведите сульфирование изомерных хлораренов состава $C_6H_3Cl_3$. Напишите уравнения реакций. Какое из исходных веществ образует только один продукт моносульфирования?

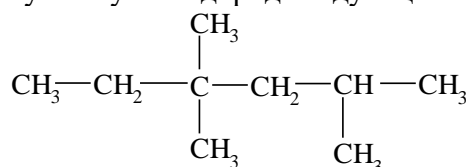
13. Из представленных веществ выберите соединения с согласованной и несогласованной ориентацией. Ваш ответ обоснуйте. Проведите для этих веществ реакцию нитрования.



14. 4-Нитро-1,2-дифторбензол легко реагирует с нуклеофилами. Напишите реакцию исходного вещества с NH_3 , рассмотрите механизм.

Вариант № 6

1. Выпишите структурные формулы бромуглеводородов, из которых по реакции Вюрца-Шорыгина можно получить углеводород следующего строения:



Напишите уравнения реакций. Назовите исходные вещества.

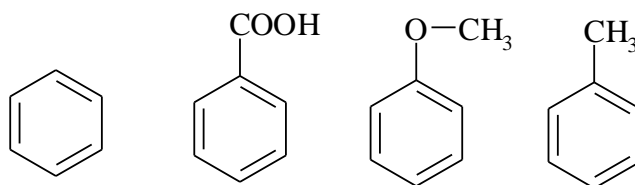
2. Выпишите структурные формулы галогенпроизводных бензола состава $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}_2$. Назовите их.

3. Проведите гидробромирование изомерных алкенов состава C_4H_8 . Среди продуктов реакции выделите наиболее активные в реакциях $\text{S}_{\text{N}}1$ и $\text{S}_{\text{N}}2$. Ваш ответ обоснуйте.

4. Экспериментально установлено, что при хлорировании относительная реакционная способность атомов водорода, связанных с первичным, вторичным и третичным атомом углерода, составляет 1 : 3 : 4. Учитывая эти данные, рассчитайте состав продуктов монохлорирования 3-метилпентана. Считайте, что хлорирование у различных первичных атомов углерода протекает с одинаковой скоростью.

5. Из изомерных бромуглеводородов состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Br}$ выберите наименее активный в реакциях, протекающих как по $\text{S}_{\text{N}}1$, так и по $\text{S}_{\text{N}}2$ механизмам.

6. Вещества I-IV подвергните последовательно электрофильному монохлорированию и монобромированию. Сравните реакционную способность исходных веществ в реакциях S_{EAr} .



I

II

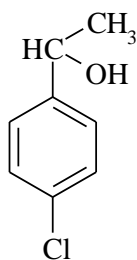
III

IV

7. Исходя из бензола и любых неорганических веществ, получите 1,2,3-трихлорбензол, используя на одной из стадий реакцию сульфирования.

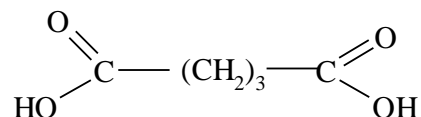
8. Изомерные хлоруглеводороды состава $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{Cl}$ подвергните дегидрохлорированию. В каких случаях реакции протекают преимущественно по механизму $\text{E}2$?

9. Из этилбензола получите следующее соединение:



Рассмотрите механизм каждой реакции в предложенной вами схеме.

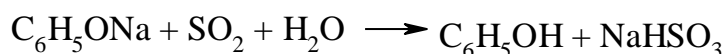
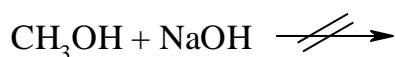
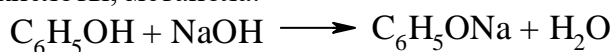
10. Установите структурную формулу хлоруглеводорода состава C_5H_9Cl , если известно, что при его дегидрохлорировании и последующем окислении полученного олефина образуется пентандиовая кислота:



11. Проведите нитрование бромбензола. Получите моно-, ди-, тринитропроизводные бромбензола. Сравните их активность к действию водно-щелочного раствора.
12. Какое вещество получится преимущественно при бромировании ($Br_2 + AlBr_3$) 4-*трет*-бутилтолуола. Ваш ответ обоснуйте.
13. Сравните электронное строение винилбромида и бромбензола. Отметьте реакции, которые характеризуют сходство и различие этих веществ.
14. Установите строение углеводорода $C_{14}H_{12}Br_2$, если при его нагревании с цинком получено соединение $C_{14}H_{12}$, окисление которого приводит к бензойной кислоте.

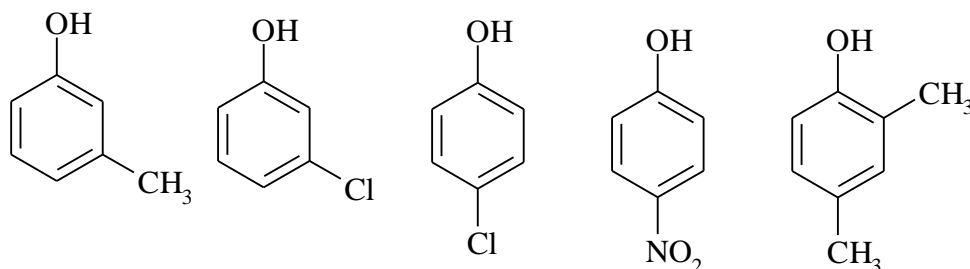
**Варианты индивидуальных заданий
по теме «Спирты»
Вариант 1**

1. Выпишите структурные формулы спиртов состава $C_6H_{13}OH$, при окислении которых образуются альдегиды. Дайте названия спиртам и альдегидам по систематической номенклатуре.
2. Из каких изомерных алкенов состава C_5H_{10} можно получить вторичные спирты? Напишите уравнения соответствующих реакций. Назовите исходные и конечные вещества по систематической номенклатуре.
3. Выпишите структурные формулы изомерных спиртов состава $C_5H_{11}OH$. Дайте оценку их кислотным и основным свойствам.
4. Соединение неизвестного строения медленно реагирует с натрием, не окисляется раствором дихромата натрия, с концентрированной соляной кислотой реагирует быстро с образованием алкилхлорида, содержащего 33,3% хлора по массе. Определите строение этого соединения.
5. Из 2-метил-2-пропена получите дипротбутиловый эфир. Рассмотрите механизм каждой стадии в предложенной вами схеме.
6. Из пропена и любых неорганических веществ получите дипропилсульфид.
7. Из пропена и любых неорганических веществ получите этилпропилкетон, используя на одной из стадий реактив Гриньяра.
8. Установите строение спирта молекулярной формулы $C_4H_{10}O$, если известно, что при его дегидратации образуется углеводород C_4H_8 , озонирование которого приводит к этанолу.
9. Рассмотрите способы получения 4-метилфенола (*para*-крезола) исходя из толуола.
10. Исходя из приведенных ниже уравнений, дайте сравнительную оценку кислотности фенола, сернистой кислоты, метанола:

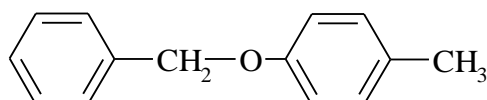


а.

11. Сравните кислотные свойства и активность к действию электрофилов следующих веществ:



12. Для каждого фенола напишите реакции мононитрования. Укажите, в каких фенолах заместители обладают согласованной ориентацией.
13. Из толуола и любых неорганических веществ получите следующее соединение:



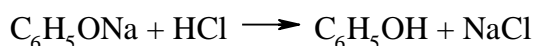
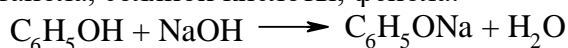
Какое из колец в этом веществе будет активнее реагировать в реакциях S_EAr ?

14. Из фенола получите 2,6-дибромфенол, используя на одной из стадий реакцию сульфирования.

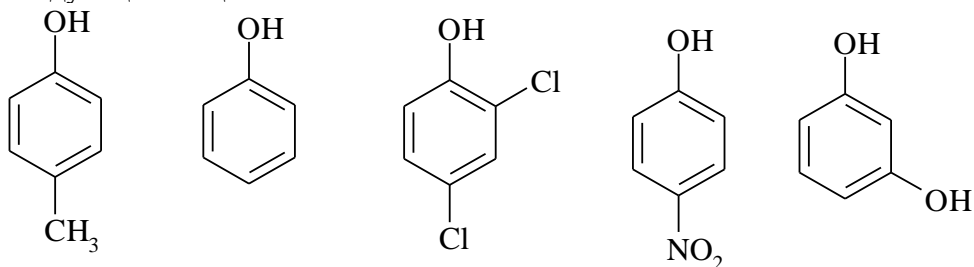
15. Установите строение соединения $C_8H_{10}O$, которое метилируется йодистым метилом в щелочной среде с образованием вещества, окисление которого приводит к 4-метоксибензойной кислоте.

Вариант 2

1. Выпишите структурные формулы спиртов состава $C_6H_{13}OH$, при окислении которых образуются кетоны, молекулы которых также содержат 6 атомов углерода. Дайте названия спиртам и кетонам по систематической номенклатуре.
2. Из изомерных алкенов состава C_5H_{10} получите первичные спирты двумя способами. Назовите исходные и конечные вещества по систематической номенклатуре.
3. На примере изомерных спиртов состава C_4H_9OH объясните закономерности изменения их кислотных и основных свойств.
4. Из изомерных вторичных спиртов состава $C_6H_{13}OH$ получите третичные спирты того же состава. Рассмотрите механизм каждой стадии.
5. Из 2-метил-1-бромпропана получите изобутилтретбутиловый эфир. Рассмотрите механизм каждой стадии.
6. Из 1-бутанола получите 2-хлорбутан, используя на одной из стадий тионилхлорид. Рассмотрите механизмы используемых вами реакций.
7. Из пропена получите 1,2,3-пропантриол. Приведите реакции, позволяющие различить 2-пропанол и глицерин.
8. Установите строение вторичного спирта молекулярной формулы $C_5H_{12}O$, если известно, что при его дегидратации образуется углеводород C_5H_{10} , озонирование которого приводит к этаналу и ацетону.
9. Из метана и любых неорганических веществ получите фенол, используя реакцию Сергеева на одной из стадий.
10. Исходя из приведённых ниже уравнений, дайте сравнительную оценку кислотности этанола, соляной кислоты, фенола:

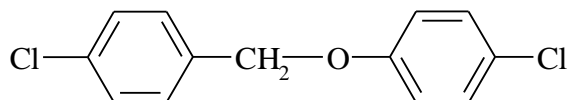


11. Сравните кислотные свойства и активность к действию электрофилов следующих веществ:



Для каждого фенола напишите реакции моносульфирования. Укажите, в каких фенолах заместители обладают согласованной ориентацией

12. Из толуола и любых неорганических веществ получите следующее соединение:

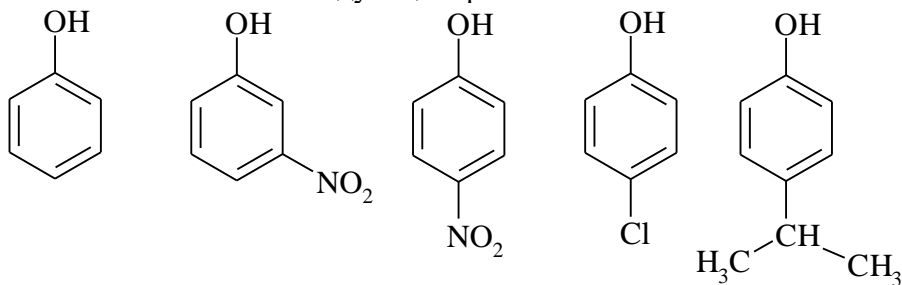


Какое из колец в этом веществе будет активнее реагировать в реакциях $SeAr$?

- Из фенола получите 2,6-дихлорфенол, используя на одной из стадий реакцию сульфирования.
- Установите строение соединения $C_8H_{10}O$, которое метилируется диметилсульфатом в щелочной среде с образованием вещества, окисление которого приводит к 3-метоксибензойной кислоте.

Вариант 3

- Выпишите структурные формулы непредельных спиртов состава C_5H_9OH . Отметьте, какие из них неустойчивы в обычных условиях.
- Из вицинальных дихлоруглеводородов состава $C_5H_{10}Cl_2$ получите одноатомные спирты состава $C_5H_{12}O$.
- Приведите уравнения реакций, характеризующих кислотные и основные свойства спиртов. Как влияет структура спиртов на их кислотные и основные свойства?
- Из 1-бутанола получите: а) 1-бутен; б) 2-бутен; в) дибутиловый эфир. Объясните, в чём сходство и различие механизмов реакций, приводящих к 1-бутену и дибутиловому эфиру?
- Из пропена получите 1,2,3-пропантриол. Приведите реакции, позволяющие различить этанол и глицерин.
- Из 2-бутанола получите дивторбутиловый эфир, используя на одной из стадий тионилхлорид. Рассмотрите механизм реакции с участием $SOCl_2$.
- В вашем распоряжении имеется 1-пропанол и любые неорганические вещества. Используйте эти материалы для получения 2-метил-2-бутанола. На одной из стадий примените реактив Гриньяра. Рассмотрите механизм каждой реакции.
- Установите структуру галогенуглеводорода состава $C_6H_{13}Br$, если известно, что в результате его дегидробромирования, гидратации и окисления получен метилбутилкетон.
- Из ацетилен, метанола и любых неорганических веществ получите 4-изопропилфенол. Осуществите данный переход, применяя реакции Кучерова, Фриделя – Крафта, Сергеева.
- Сравните кислотные свойства следующих фенолов:



Какая характеристика используется для количественной оценки кислотности фенолов?

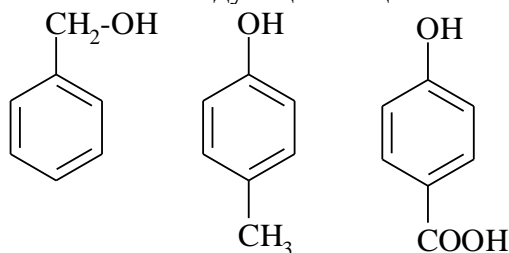
- Рассмотрите реакции электрофильного замещения для 2-метилфенола. В чём особенности реакций фенолов с ацилирующими реагентами?
- Из фенола и любых неорганических материалов получите фенилциклогексильный эфир.
- Получите исходя из фенола 2-бром-6-хлорфенол, используя на одной из стадий реакцию сульфирования.
- Установите структурную формулу соединения молекулярной формулы $C_8H_{10}O_2$, если известно, что при его окислении образуется 4-метоксибензойная кислота.

Вариант 4

- Какие предельные и непредельные углеводороды состава C_5H_{12} и C_5H_{10} соответственно следует использовать для получения 2-метил-2-бутанола.

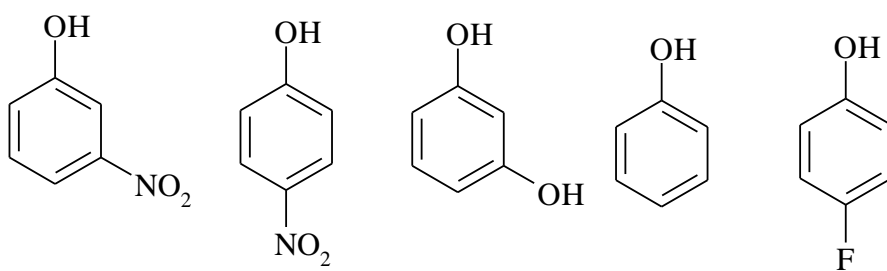
Приведите уравнения реакций и рассмотрите механизмы предложенных вами реакций.

- Из 1-бромбутана получите: а) 2,3-бутандиол; б) 1,4-бутандиол. Какие вещества могут быть синтезированы из этих спиртов в результате внутримолекулярной дегидратации?
- Рассмотрите реакции изомерных спиртов состава C_4H_9OH с бромоводородом при нагревании. Приведите механизм образования конечных продуктов.
- Рассмотрите механизм превращения первичных спиртов в простые эфиры. Почему простые эфиры не могут быть получены непосредственно из третичных спиртов?
- Из пропена и любых неорганических веществ получите 1-гексен-4-ол, используя на соответствующих стадиях реакции Гриньяра и Брауна.
- Вычислите массу простого эфира, который получится из 40 г метанола, если реакция дегидратации протекает с 75% – ным выходом.
- Из метана и любых неорганических веществ получите 2,5-диметил-2,5-гексендиол.
- Установите структурную формулу одноатомного спирта, если известно, что в результате его дегидратации и озонирования получившегося при этом алкена образовались изомасляный и уксусный альдегиды.
- Из метана и любых неорганических веществ получите 4-этилфенол, применяя реакции Кучерова, Сергеева.
- Сравните кислотные свойства следующих веществ:



Для каждого из них приведите уравнения реакций, подтверждающих кислотные свойства.

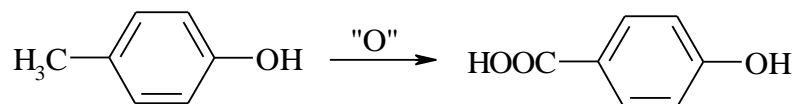
- Расставьте приведённые ниже вещества в порядке уменьшения их активности в реакциях $SeAg$. Дайте обоснованные объяснения.



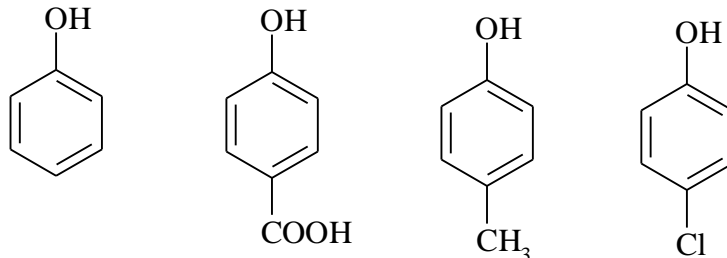
- Из фенола получите 1,2-циклогександиол.
- Из бензола, хлора и любых других неорганических веществ получите 2,4-динитрофенол. При решении этой задачи используйте температурный режим, не превышающий $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ на любой из стадий.
- Установите структурную формулу вещества состава $C_8H_{10}O_2$, не реагирующего с водным раствором $NaOH$, если известно, что при его окислении образуется 1,4-бензолдикарбоновая кислота.

Вариант 5

1. Приведите структурные формулы изомерных спиртов состава $C_6H_{13}OH$, если известно, что они могут быть получены гидратацией симметричных алкенов состава C_6H_{12} . Назовите исходные и конечные вещества по систематической номенклатуре.
2. Из 1-хлор-3-метилбутана получите первичный, вторичный и третичный спирты состава $C_5H_{11}OH$. Приведите механизмы реакций A_E и S_N для каждого случая.
3. Из 1-бутена получите ди-*n*-бутиловый эфир, используя на одной из стадий реакцию Брауна.
4. Рассмотрите реакции изомерных спиртов состава C_4H_9OH с HI . Приведите механизм образования конечных продуктов.
5. Из метана и любых неорганических веществ получите тетрагидрофуран. Сравните кислотные и основные свойства спиртов, участвующих в промежуточных и конечной стадиях.
6. Из 1-бутанола получите 3-метил-4-гептанол, применяя на одной из стадий реактив Гриньяра.
7. Осуществите превращение 1-пентанола в 2,3-пентандиол. Сравните кислотные свойства исходного и конечного продукта.
8. Установите структурную формулу вещества состава C_5H_2O , если известно, что при окислении оно превращается в несимметричный кетон, а при внутримолекулярной дегидратации и последующем окислении получают этановую и пропановую кислоты.
9. Из толуола получите два изомерных фенола состава C_7H_8O . Можно ли использовать эти фенолы для получения соответствующих карбоновых кислот по схеме:



10. Сравните кислотные свойства и активность в реакциях монохлорирования (S_EAr) следующих веществ:

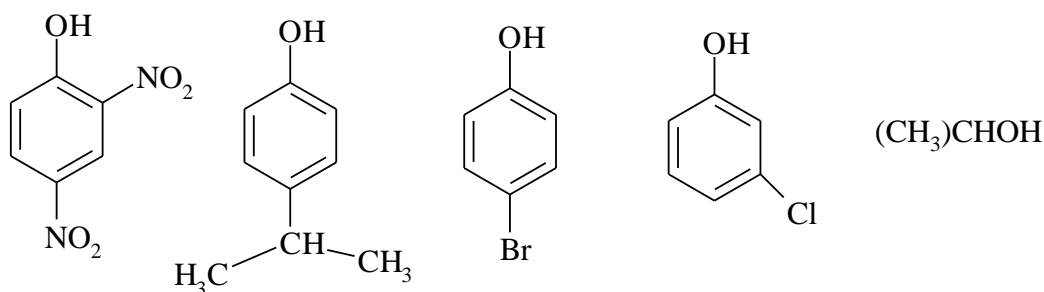


11. Из фенола, метанола и любых неорганических веществ получите: а) 1,4-диметоксибензол; б) 4-метоксибензойную кислоту.
12. Какой из изомерных метоксифенолов состава C_7H_8O будет легче вступать в реакции S_EAr ? Дайте определения согласованной и несогласованной ориентации заместителей.
13. Приведите примеры реакций, позволяющих ввести в ароматическое ядро фенола альдегидную и карбоксильную группы.
14. Установите структуру вещества состава $C_6H_6O_3$, если известно, что оно легко растворимо в водном растворе щёлочи, а в реакциях монобромирования даёт лишь один изомер состава $C_6H_5BrO_3$.

Вариант 6

1. Приведите известные вам способы получения 2-метил-2-бутанола из веществ, молекулы которых также содержат 5 атомов углерода. Рассмотрите механизм каждой стадии.
2. Выпишите структурные формулы первичных спиртов состава $C_6H_{14}O$, которые можно преобразовать в изомерные третичные спирты того же состава. Назовите все исходные, конечные и промежуточные соединения по систематической номенклатуре.

- Приведите реакции, характеризующие кислотные и основные свойства спиртов. Объясните, почему в ряду спиртов кислотность повышается от третичных к первичным, а основность — наоборот?
- Из этанола получите 1,2,3,4-тетрагидроксибутан, используя на одной из стадий реакцию С. В. Лебедева.
- Из изобутилена получите изобутил*трет*бутиловый эфир. Рассмотрите механизм каждой стадии.
- Из 2-пропанола получите 2-хлор-, 2-бром- и 2-йодпропан. Почему для получения 2-хлорпропана целесообразно использовать SOCl_2 ? Рассмотрите механизм каждой реакции.
- Из метанола и любых неорганических веществ получите триметилкарбинол с использованием реактивов Гриньяра.
- Установите структуру спирта, если известно, что его дегидратация и обработка полученного алкена раствором KMnO_4 приводит к 5-метил-1,2-гександиолу.
- Какие реакции лежат в основе получения одноядерных фенолов? Приведите примеры.
- Расставьте приведённые ниже вещества в порядке возрастания их кислотных свойств:



Какими реакциями можно подтвердить бóльшую кислотность фенолов по сравнению со спиртами?

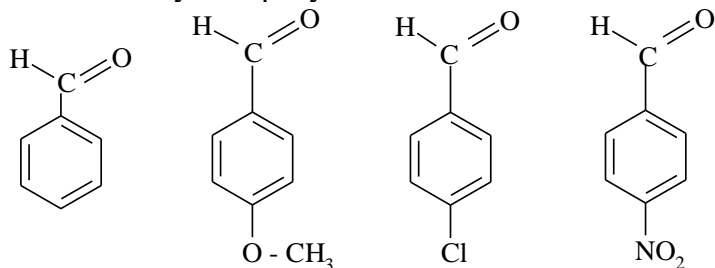
- Из толуола, диметилсульфата и любых неорганических веществ получите 4-метоксибензойную кислоту.
- Рассмотрите способы получения 1-нафтола и 2-нафтола, исходя из нафталина. В чём различие используемых вами способов?
- Какие реакции следует использовать для превращения фенола в 1,2-дибромциклогексан?
- Установите строение вещества состава $\text{C}_7\text{H}_5\text{Cl}_3\text{O}$, если известно, что оно легко растворимо в водном растворе NaOH , а при кипячении в этой среде превращается в 4-гидроксибензойную кислоту.

Варианты индивидуальных заданий по теме «Альдегиды и спирты»

Вариант 1

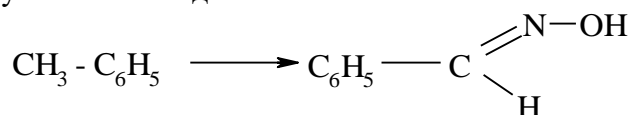
- Выпишите структурные формулы изомерных альдегидов и кетонов состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$. Назовите их по рациональной и систематической номенклатурам.
- Получите изомерные альдегиды и кетоны состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ окислением соответствующих спиртов.
- Какие дихлоруглеводороды состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ следует взять для получения альдегидов состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$? Напишите уравнения реакций.
- Из этанола и любых неорганических материалов получите: а) этаналь; б) метилэтилкетон; в) метилвинилкетон; г) этилпропилкетон. В каждом примере используйте в одной из стадий реакцию Кучерова.
- Какие карбоновые кислоты следует использовать для получения: а) ацетона, б) метилэтилкетона, в) диэтилкетона путём пиролиза их солей.

6. Из бензола, этилена и любых неорганических веществ получите: а) ацетофенон; б) 4-этилацетофенон.
7. На примере пропаналя рассмотрите важнейшие свойства альдегидов.
8. Установите структурную формулу карбонильного соединения, если известно, что из 36 г этого вещества получено 75,9 г (60%) бромформа.
9. Расставьте приведённые ниже вещества в порядке уменьшения их активности по отношению к цианистому водороду.



Рассмотрите механизм этой реакции.

10. Из толуола получите бензальдоксим:

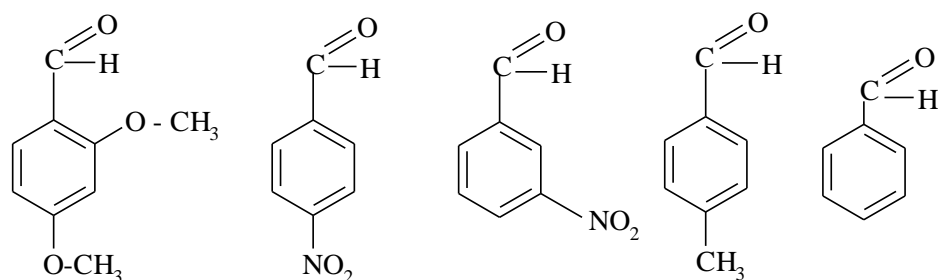


Рассмотрите механизм реакции между бензальдегидом и гидросиламином

11. Рассмотрите электронное строение метилвинилкетона. Приведите примеры реакций, протекающих для данного вещества с разрывом углерод-углеродной π -связи.
12. Установите строение вещества состава $\text{C}_{16}\text{H}_{16}$, если известно, что в результате его озонирования образуется лишь один продукт, который вступает в реакцию «серебряного зеркала», превращаясь при этом в *n*-толуиловую кислоту.

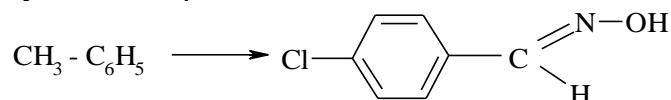
Вариант 2

1. Выпишите структурные формулы изомерных альдегидов и кетонов состава $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$. Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Получите изомерные альдегиды состава $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$ окислением соответствующих спиртов.
3. Какие дихлоруглеводороды состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ следует взять для получения кетонов состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$? Напишите уравнения реакций.
4. Из пропанола и любых неорганических материалов получите альдегиды состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, используя оксид углерода (CO).
5. Какие карбоновые кислоты следует использовать для получения: а) этанала, б) бутанала, в) 3-пентанона путём пиролиза их солей.
6. Из бензола, этанола и любых неорганических веществ получите: а) 4-бромацетофенон; б) 3-нитроацетофенон.
7. На примере масляного альдегида рассмотрите наиболее характерные для альдегидов реакции.
8. Установите структурную формулу карбонильного соединения, если известно, что из 43 г этого вещества получена изомаляновая кислота и 75,9 г (60%) бромформа.
9. Расставьте приведённые ниже вещества в порядке уменьшения их активности по отношению к бисульфиту натрия:



На одном из примеров рассмотрите механизм реакции.

10. Из толуола получите 4-хлорбензальдоксим:



11. Рассмотрите электронное строение этилвинилкетона. Приведите примеры реакций, протекающих для данного вещества с разрывом углерод-углеродной π -связи.

12. Установите строение вещества состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, не вступающего в реакцию альдегидной самоконденсации, но дающего реакцию «серебряного зеркала». Из какого алкена данный продукт может быть получен в результате озонирования?

Вариант 3

1. Выпишите структурные формулы изомерных кетонов состава $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$, в молекулах которых имеется лишь один третичный атом углерода. Назовите их по систематической номенклатуре.

2. Из соответствующих спиртов получите альдегиды состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ и $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$. В чём заключаются особенности получения непредельных альдегидов?

3. Рассмотрите способы получения простейших альдегидов из соответствующих алкенов. Укажите условия реакций.

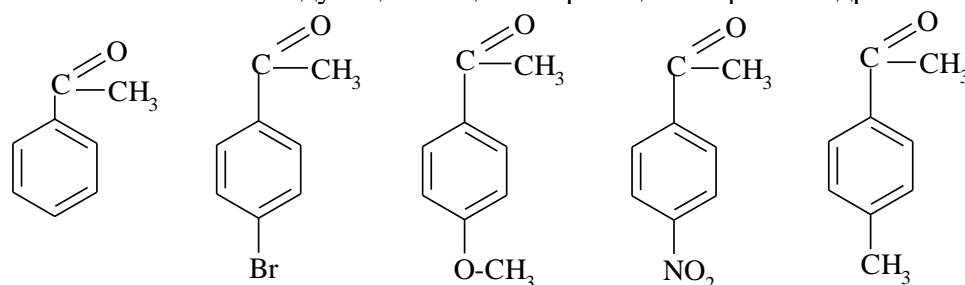
4. Рассмотрите электронное строение бутаналь и *транс*-2-бутеналь. Почему дипольный момент 2-бутеналь ($\mu=3,7\text{D}$) выше, чем бутаналь ($\mu=2,7\text{D}$)?

5. Введите изомерные алкины состава C_5H_8 в реакцию Кучерова. Рассмотрите механизм гидратации на примере 1-пентина.

6. Рассмотрите реакции изомерных карбонильных соединений состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ с нуклеофильными реагентами (HCN ; NaHSO_3). Расставьте изомеры $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ в порядке уменьшения их активности в реакциях Аг.

7. Из 1-пентаналь получите 2-пентанон с использованием на одной из стадий PCl_5 .

8. Сравните активность следующих веществ в реакциях с фенилгидразином:



На одном из примеров рассмотрите механизм реакции.

9. Исходя из метана и любых неорганических веществ, получите 4-этилацетофенон, используя в необходимых случаях реакцию Фриделя – Крафтса.

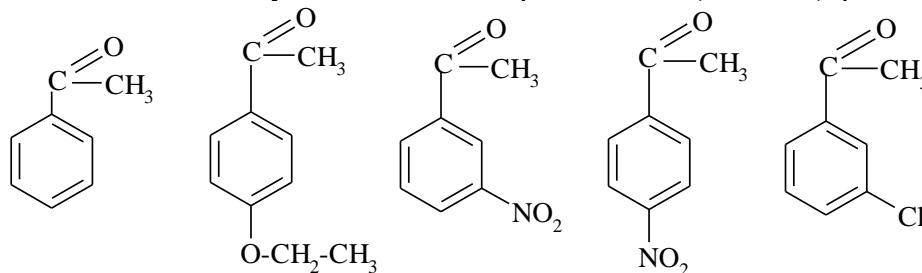
10. Получите из фенола 1,6-гександиаль, используя на одной из стадий реакцию озонирования.

11. Из толуола и любых неорганических веществ получите фенилбензилкетон, используя на одной из стадий реакцию Гриньяра.

12. Установите структурную формулу вещества состава C_8H_8O , вступающего в реакцию «серебряного зеркала», а при окислении в жёстких условиях образующего бензойную кислоту.

Вариант 4

1. Выпишите структурные формулы изомерных альдегидов состава $C_7H_{14}O$, в молекулах которых имеется лишь один третичный атом углерода. Назовите их по систематической номенклатуре.
2. Из предельных и непредельных спиртов состава $C_5H_{11}OH$ и C_5H_9OH получите соответствующие альдегиды. В чём заключаются особенности получения непредельных альдегидов?
3. Какие альдегиды могут быть получены в результате гидроформилирования 1-бутена? Напишите уравнения реакций.
4. Какие карбонильные соединения получатся при нагревании смеси этановой, пропановой, 2-метилпропановой кислот с CaO ? Напишите уравнения реакций.
5. Известно, что терминальные алкины в результате гидроборирования можно превратить в альдегиды. Рассмотрите такой путь для синтеза изомерных альдегидов состава $C_5H_{10}O$.
6. Рассмотрите электронное строение пропаналя и пропеналя. Приведите примеры реакций АН для обоих веществ.
7. Из пропена получите этилаллилкарбинол, используя на одной из стадий реакцию Гриньяра.
8. Напишите реакции альдольной и кротоновой конденсации для 3-метилбутаналя. Рассмотрите механизмы реакций.
9. Сравните активность следующих веществ в реакциях с: а) HCN , б) фенилгидразином:



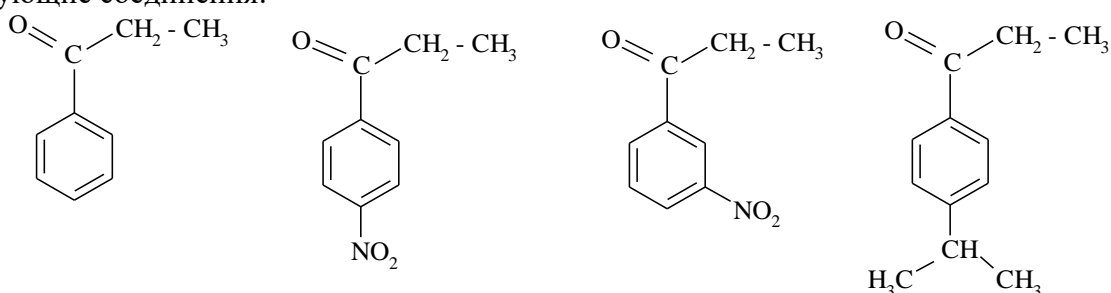
Рассмотрите механизмы обеих реакций.

10. Из бензола, метанола и любых неорганических веществ получите N-фенилбензамид, не используя в качестве промежуточного вещества бензойную кислоту.
11. Рассмотрите реакции фенола с формальдегидом, ацетоном. Какое значение имеют продукты реакций?
12. Установите строение спирта состава $C_9H_{19}OH$, если известно, что при его окислении образуется симметричный кетон, не вступающий в реакции альдольной и кротоновой конденсаций.

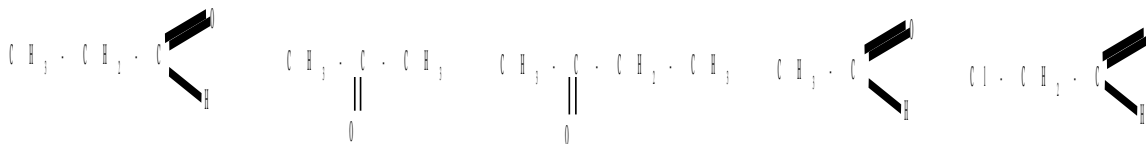
Вариант 5

1. Выпишите структурные формулы изомерных альдегидов состава $C_9H_{10}O$, в молекулах которых имеется бензольный цикл.
2. Получите изомерные альдегиды и кетоны состава $C_6H_{12}O$ из соответствующих спиртов, в молекулах которых имеется один третичный атом углерода. Назовите исходные и конечные продукты по систематической номенклатуре.
3. Рассмотрите способы получения изомерных карбонильных соединений состава $C_5H_{10}O$, исходя из вицинальных дихлоруглеводородов состава $C_5H_{10}Cl_2$, с использованием на одной из стадий реакции Кучерова.

- Из изомерных хлоруглеводородов состава $C_5H_{11}Cl$ получите все возможные карбонильные соединения состава $C_5H_{10}O$. Назовите исходные и конечные продукты по рациональной и систематической номенклатуре.
- Какие кетоны можно получить из спиртов состава C_4H_9OH путём их окисления до карбоновых кислот и пиролиза последних?
- Из 1,4-дихлорбутана получите бромэтаналь, используя на одной из стадий реакцию озонирования.
- Из 1-бутанола синтезируйте масляный альдегид, используя на одной из стадий реакцию гидроборирования алкина.
- Исходя из ацетилена, получите метилвинилкетон. Рассмотрите электронное строение полученного продукта, а также его реакции, протекающие с разрывом каждой π -связи.
- Какое количество 1-пропанона потребуется для получения 60 г 3-гексанона с использованием реакции Гриньяра, если суммарный выход целевого продукта составляет 56% ?
- Исходя из бензола, пропилена и любых неорганических веществ, получите следующие соединения:

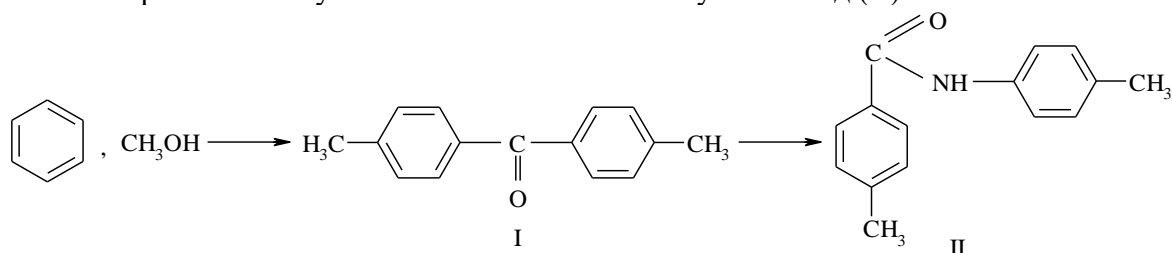


- Сравните активность приведённых ниже веществ в реакциях Аn:



Объясните Ваш выбор.

- Из бензола, метанола и любых неорганических веществ получите ди-*n*-толилкетон (I). Каким образом из полученного кетона можно получить амид (II)?



- Рассмотрите реакции, лежащие в основе получения фенолформальдегидных смол. Почему такие реакции ускоряются и кислотами, и основаниями?
- Установите строение углеводорода состава $C_7H_5Br_3$, если известно, что в результате его гидролиза получается 4-бромбензальдегид.

Индивидуальные задания по теме «УФ-спектроскопия»

Вариант 1

- Объясните, почему алканы часто используются в качестве растворителей при съёмке УФ-спектров других соединений?

- В УФ-спектрах этилена, пропилена, цис-2-бутена и транс-2-бутена наблюдаются интенсивные полосы поглощения, соответствующие $\pi \rightarrow \pi^*$ переходу при $\lambda_{\text{макс}}=175, 177, 163$ и 173 нм. Какая полоса соответствует какому алкену?
- Какие электронные переходы возможны в нитроалканах при освещении их УФ-светом? Какой переход можно наблюдать в ближней УФ-области? Охарактеризуйте УФ-спектр 2-нитробутана в этаноле (рис. 21) (укажите $\lambda_{\text{макс}}$ и ϵ).

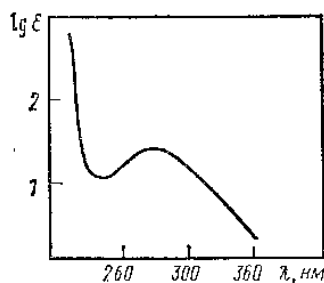


Рис. 21. УФ-спектр 2-нитробутана (в этаноле)

- На рис. 60 приведены УФ-спектры бензола (а) и нитробензола (б). В чём причина сильного изменения спектра бензола с введением в его кольцо нитрогруппы? Каким электронным переходам соответствуют длинноволновая и коротковолновая полосы поглощения?

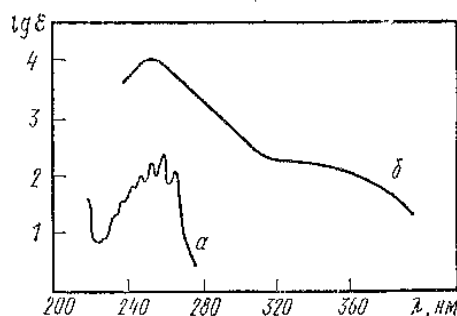


Рис. 60. УФ-спектры бензола и нитробензола (в гексане)

Вариант 2

- В какой области электромагнитного излучения происходит возбуждение π -электронов алкенов? Как положение полосы поглощения зависит от числа алкильных групп и характера расположения (цис, транс) заместителей при двойной связи?
- Приведите схему расположения энергетических уровней π -МО этилена и 1,3-бутадиена. С помощью этой схемы объясните, почему в УФ-спектре этилена $\lambda_{\text{макс}}=187$ нм, а длинноволновая полоса 1,3-бутадиена находится при 217 нм? Каким электронным переходом соответствуют эти полосы поглощения?
- Охарактеризуйте поглощение насыщенных и ненасыщенных карбонильных соединений в УФ-области спектра. Рассмотрите строение хромофоров у таких молекул, как метилэтилкетон и метилвинилкетон. Какие электронные переходы возможны в каждом случае? На рисунке приведены УФ-спектры этих кетонов. Определите $\lambda_{\text{макс}}$ для каждого соединения.

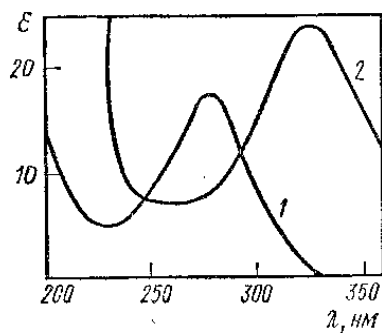


Рис. 31. УФ-спектры (в циклогексане)

4. На рисунке приведены УФ-спектры аллилбензола, 1-фенил-1-пропена и 1-фенил-1,3-пентадиена. Определите, какой спектр к какому соединению относится.

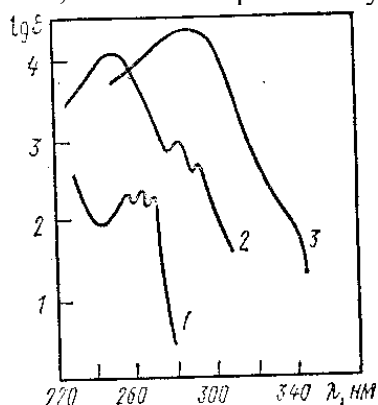


Рис. 48. УФ-спектры

Индивидуальное задание по теме «ИК-спектроскопия»

Вариант 1

1. В ИК-спектре *n*-октана (жидкая плёнка) (рис. 1) укажите характеристические полосы поглощения, обусловленные валентными и деформационными колебаниями различных связей С-Н.

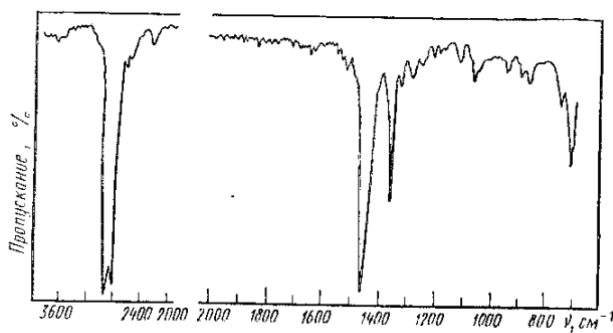


Рис. 1. ИК-спектр *n*-октана (жидкая пленка)

2. В какой области ИК-спектра изобутилена должны находиться следующие полосы поглощения: а) $\nu_{\text{C}=\text{C}}$; б) $\nu_{\text{C}(\text{CH}_3)_2}$; в) $\delta_{\text{C}(\text{CH}_3)_2}$; г) ν_{CH_2} ; д) δ_{CH_2} ?

3. Установите строение соединения состава C_4H_6 , в ИК-спектре которого имеются полосы поглощения при 3305 и 2110 cm^{-1} .

Вариант 2

1. На рис. 2 приведён ИК-спектр 1-пентена. Укажите характеристические полосы поглощения, вызванные валентными колебаниями связей $\text{C}=\text{C}$ и $=\text{C}-\text{H}$. Можно ли по ИК-спектру отличить 1-пентен от 2-пентена?

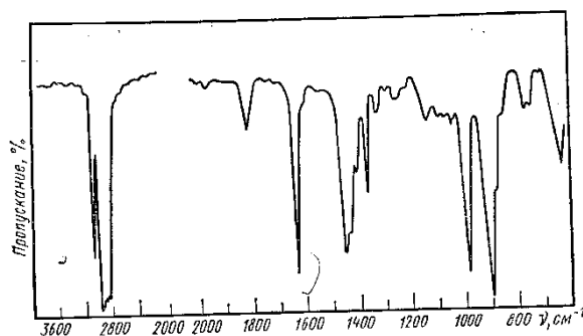


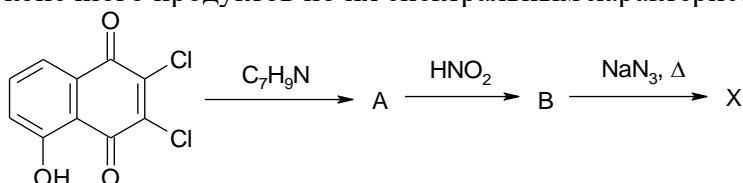
Рис. 2. ИК-спектр 1-пентена (жидкая пленка)

2. Три изомерных соединения состава C_5H_{10} при гидрировании образуют 2-метилбутан. Какому изомеру соответствует ИК-спектр, если в нём имеются полосы поглощения: 3090, 2960, 1640, 1460, 1375, 1370, 1000, 920 cm^{-1} ?

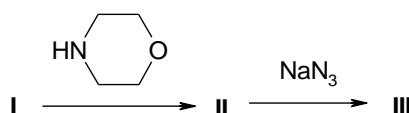
3. В какой области ИК-спектра находятся полосы поглощения, вызванные колебаниями атомов карбоксильной группы? Можно ли по ИК-спектру различить валентные колебания ОН-группы спирта и кислоты? Карбонильной группы кетона и кислоты?

Индивидуальное задание по теме «ЯМР-спектроскопия»

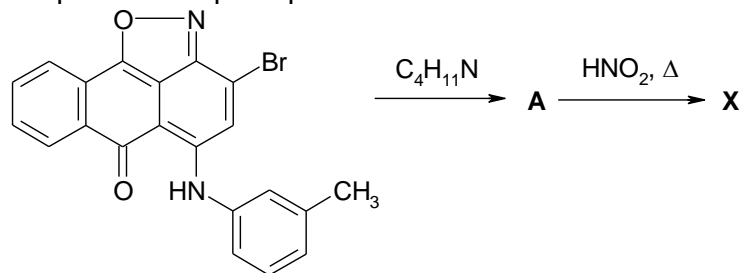
1. 2,3-Дихлор-5-гидрокси-1,4-нафтохинон ($C_{10}H_4Cl_2O_3$) (2,3-дихлорюглон) при последовательной обработке бензиламином, азотистой кислотой, азидом натрия и нагревании даёт продукт X состава $C_{17}H_{11}N_3O_4$. Установите структуры всех промежуточных и конечного продуктов по их спектральным характеристикам.



2. Соединение I молекулярной формулой $C_6H_5Br_2FNO$ (2,6-дибром-4-фторнитрозобензол) при обработке морфолином превращается в продукт II состава $C_{10}H_{10}Br_2N_2O_2$. Затем на него подействовали азидом натрия, образовался продукт III состава $C_{10}H_{10}BrN_3O_2$. Определите структуру исходного вещества и продуктов II, III по их спектральным характеристикам.



3. 3-Бром-5-*m*-толуидино-6-оксо-6*H*-антра[1,9-*cd*]изоксазол при последовательной обработке изобутиламином, азотистой кислотой и нагревании даёт продукт X состава $C_{25}H_{22}N_4O_3$. Установите структуры промежуточного и конечного продуктов по их спектральным характеристикам.



5.2. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО 2. ТЕСТИРОВАНИЕ

1. Температуры кипения галогеналканов повышаются:

- а) с уменьшением атомной массы галогена;
- б) с уменьшением длины углеводородной цепи;
- в) с увеличением длины углеводородной цепи;
- г) с появлением двойной связи

2. Йодоалканы не получают:

- а) прямым йодированием алканов;
- б) замещением хлора в молекуле хлоралкана на йод под действием NaI в ацетоне;
- в) присоединением HI к алкенам;
- г) любым из указанных здесь способом

3. Хлоралканы получают:

- а) из альдегидов и кетонов под действием PCl₅;
- б) гидрохлорированием алкенов и алкинов;
- в) замещением гидроксильной группы в молекуле спирта на хлор под действием HCl;
- г) любым из указанных здесь способов

4. Продукт реакции гидролиза хлорэтана:

- а) этантиол;
- б) ацетат натрия;
- в) этанол;
- г) диэтиловый эфир

5. В схеме превращений $C_2H_4 \rightarrow X \rightarrow C_2H_5-O-C_2H_5$ промежуточным продуктом X является:

- а) бутен-1;
- б) бромэтан;
- в) фторэтан;
- г) этанол

6. В схеме превращений $C_2P_5Cl \rightarrow (+X_1) C_2H_5OH \rightarrow (+X_2) C_2H_5ONa$

веществами X₁ и X₂ являются, соответственно:

- а) KOH и NaCl;
- б) HON и NaOH;
- в) KOH и Na;
- г) O₂ и Na

7. Конечный продукт реакции $CH_3NH_2 + C_2H_5Br \rightarrow$

- а) метилпропиламмонийбромид;
- б) метилэтиламмонийбромид;
- в) бромистый тетраметиламмоний;
- г) хлорангидрид

8. В схеме соединениями А и В являются:

- а) хлорбензол и фенол;
- б) фенол и дихлорбензол;
- в) циклогексен и фенол;
- г) резорцин и хлорбензол

9. Продукт взаимодействия 1-хлпропана с этоксидом натрия:

- а) диэтиловый эфир;
- б) дипропиловый эфир;
- в) пропиловый эфир уксусной кислоты;
- г) другой

10. Мономолекулярная реакция:

- а) гидролиз бромметана;
- б) гидролиз трет-бутилбромида;
- в) гидролиз хлорметана;
- г) гидролиз 2-хлорбутана

11. При атаке сильным основанием по β -СН-кислотному центру н-бутилхлорида реакция носи характер:

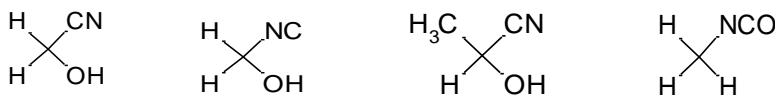
- а) мономолекулярного элиминирования;
- б) бимолекулярного элиминирования;
- в) мономолекулярного нуклеофильного замещения;
- г) бимолекулярного нуклеофильного замещения

Тест по теме «Альдегиды и кетоны»

1. Альдегиды и кетоны вступают в реакции:

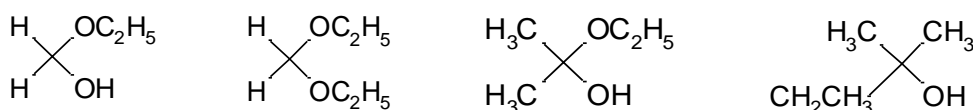
- а) радикального присоединения;
- б) электрофильного присоединения;
- в) электрофильного замещения;
- г) нуклеофильного присоединения

2. Продуктом присоединения синильной кислоты к формальдегиду является:



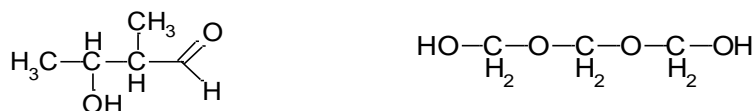
- а) б) в) г)

3. Продуктом присоединения этилового спирта к ацетону является:

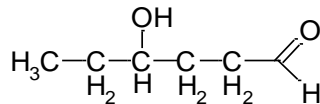
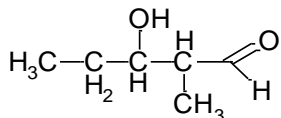


- а) б) в) г)

4. Среди перечисленных соединений выберите альдоль пропаналя:



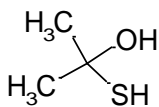
- а) б)
в) г)



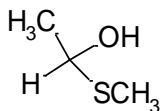
5. Альдегиды по сравнению с кетонами:

- а) менее реакционноспособны;
- б) более реакционноспособны;
- в) одинаково реакционноспособны;
- г) зависит от условий

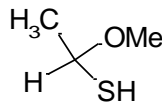
6. Продуктом присоединения метилмеркаптана $\text{CH}_3\text{-SH}$ к ацетальдегиду является:



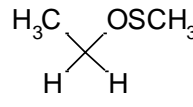
а)



б)

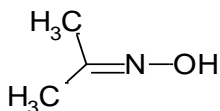


в)

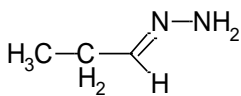


г)

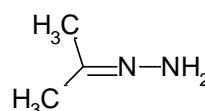
7. Среди перечисленных соединений выберите гидразон ацетона:



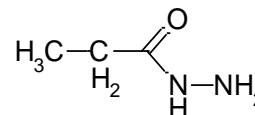
а)



б)



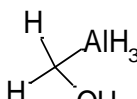
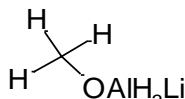
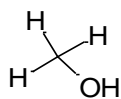
в)



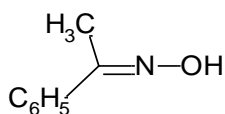
г)

8. Продуктом взаимодействия формальдегида с алюмогидридом лития $\text{Li}[\text{AlH}_4]$ в абсолютном эфире является:

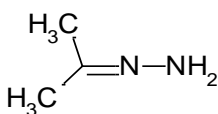
- а)
- б)
- в)
- г) другой



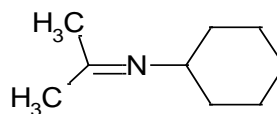
9. Среди перечисленных соединений выберите основание Шиффа:



а)



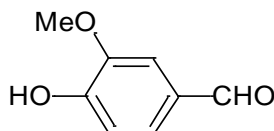
б)



в)

г) ни одного из них

10. Присоединение синильной кислоты к ванилину



- а) невозможно;
- б) возможно без катализатора;
- в) возможно в присутствии кислоты;
- г) возможно в присутствии щелочи;
- д) возможно в присутствии платины

ТЕСТ ПО ТЕМЕ 10.

- Спектры поглощения записывают с помощью:
 - колориметров
 - спектрофотометров
 - спектроанализаторов
 - анализаторов
- Электромагнитное излучение обладает:
 - корпускулярными свойствами
 - переменными свойствами
 - волновыми свойствами
 - корпускулярными и волновыми свойствами
- Как связана длина электромагнитной волны с частотой?
 - $\lambda = c/\nu$
 - $\lambda = 2c \cdot \nu$
 - $\lambda = c/2\nu$
 - $\lambda = c \cdot 2\nu$
- Оптическая плотность вещества зависит от:
 - природы вещества
 - концентрации вещества
 - длины кюветы
 - всех перечисленных выше вариантов
- С чем связано поглощение веществом электромагнитного излучения в УФ- и видимой областях спектра?
 - с вращением молекулы вокруг других молекул
 - с изменением электронного состояния молекулы
 - с изменением температуры
 - с изменением концентрации
- Смещение спектральной полосы в длинноволновую область под влиянием заместителей или изменений среды – это:
 - гипсохромный сдвиг
 - батохромный сдвиг
 - длинноволновой сдвиг
 - полихромный сдвиг
- Инфракрасная спектроскопия применяется главным образом
 - для обнаружения зарядов
 - для обнаружения двойных С=C-связей
 - для обнаружения определенных функциональных групп
 - для обнаружения одинарных С-C-связей
- Инфракрасная область спектра была открыта около 1800 года
 - американским физиком Кобленцом
 - английским астрономом Гершелем
 - немецким химиком Фишером
 - американским химиком Хайеттом
- В ИК-спектре наблюдаются только такие колебания, которые приводят к:

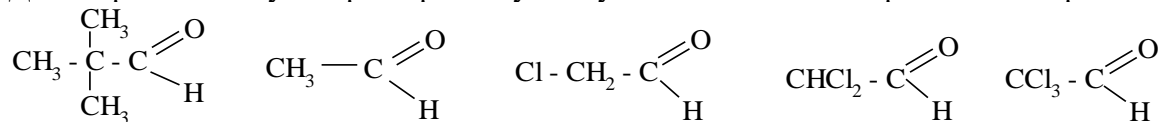
- a. изменению положения функциональных групп
 - b. периодическому изменению дипольного момента молекулы
 - c. частичному изменению положения молекулы в плоскости
 - d. полному разрушению молекулы
10. Наиболее характеристическими в ИК-спектрах хинонов являются полосы:
- a. валентных колебаний карбонильных групп
 - b. валентных колебаний С=С-связей
 - c. деформационных колебаний С-Н-связей
 - d. деформационных колебаний карбонильных групп
11. Спиновое квантовое число ядра (J) определяется:
- a. числом электронов в атоме
 - b. числом протонов в нем
 - c. числом протонов и электронов
 - d. числом энергетических уровне
12. Чем характеризуется собственное магнитное поле вращающегося ядра?
- a. магнитным сдвигом
 - b. электрическим моментом
 - c. магнитным моментом
 - d. химическим сдвигом
13. Выберите основное уравнение ядерного магнитного резонанса
- a. $\nu = \square H_0 / 2\pi$
 - b. $\nu = \square H_0 * 2\pi$
 - c. $\nu = \square H_0 / \pi$
 - d. $\nu = \square H_0 * \pi$
14. Разность между положениями пиков поглощения протона изучаемого вещества и протона эталонного образца называется:
- a. химическим смещением
 - b. химическим сдвигом
 - c. химическим поглощением
 - d. химическим резонансом
15. Кем был создан первый масс-спектрограф в 1901 году?
- a. В. Кауфман
 - b. Дж. Томсон
 - c. А. Демистер
 - d. У. Гершель
16. Масс-спектр показывает степень деструкции молекул вещества под действием:
- a. химического сдвига
 - b. электронного удара
 - c. магнитного резонанса
 - d. электромагнитного удара

5.3. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО №3. Контрольная работа №1

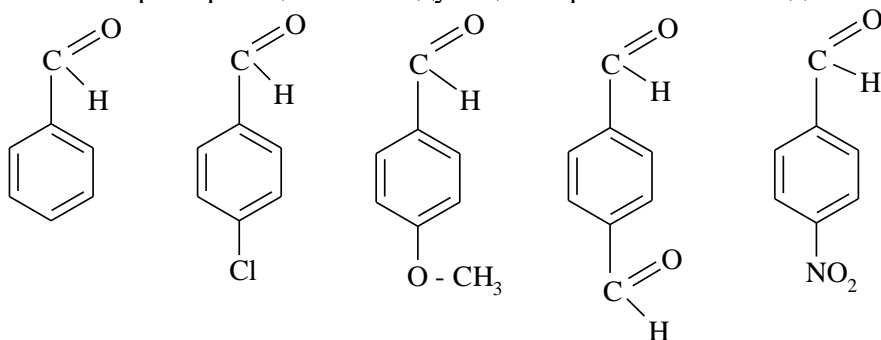
1. Получите из фенола 1,6-гександиаль, используя на одной из стадий реакцию озонирования.

2. Из бензола, метанола и любых неорганических веществ получите N-фенилбензамид, не используя в качестве промежуточного вещества бензойную кислоту.

3. Известно, что некоторые альдегиды существуют в водных растворах в форме гидратов. Дайте сравнительную характеристику следующим веществам в реакциях гидратации:



5. Рассмотрите реакции Ан следующих карбонильных соединений:

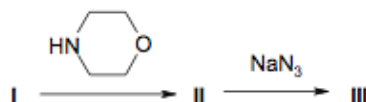


6. Из 1-бутанола синтезируйте масляный альдегид, используя на одной из стадий реакцию гидроборирования алкина.

7. Исходя из ацетилена, получите метилвинилкетон. Рассмотрите электронное строение полученного продукта, а также его реакции, протекающие с разрывом каждой π -связи.

5.4. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО №4. Контрольная работа №2

1. В УФ-спектрах этилена, пропилена, цис-2-бутена и транс-2-бутена наблюдаются интенсивные полосы поглощения, соответствующие $\pi \rightarrow \pi^*$ переходу при $\lambda_{\text{макс}}=175, 177, 163$ и 173 нм. Какая полоса соответствует какому алкену?
2. Охарактеризуйте поглощение насыщенных и ненасыщенных карбонильных соединений в УФ-области спектра. Рассмотрите строение хромофоров у таких молекул, как метилэтилкетон и метилвинилкетон. Какие электронные переходы возможны в каждом случае? На рисунке приведены УФ-спектры этих кетонов. Определите $\lambda_{\text{макс}}$ для каждого соединения.
3. Установите строение соединения состава C_4H_6 , в ИК-спектре которого имеются полосы поглощения при 3305 и 2110 см^{-1} .
4. Соединение I молекулярной формулой $C_6H_5Br_2FNO$ (2,6-дибром-4-фторнитрозобензол) при обработке морфолином превращается в продукт II состава $C_{10}H_{10}Br_2N_2O_2$. Затем на него подействовали азидом натрия, образовался продукт III состава $C_{10}H_{10}BrN_3O_2$. Определите структуру исходного вещества и продуктов II, III по их спектральным характеристикам.



5.5. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО №4. Устный опрос

1. Как распределяются электроны между атомами при гомолитическом расщеплении связи?
2. Как распределяются электроны между атомами при гетеролитическом расщеплении связи?
3. Как называется ион, содержащий атому углерода с отрицательным зарядом?
4. Как называется ион, содержащий атому углерода с положительным зарядом?
5. На что оказывают влияние эффекты растворителя?
6. Как называется влияние химического окружения функциональной группы внутри молекулы на реакционную способность этой функциональной группы?
7. Как называются электронные эффекты и стерические эффекты?
8. Назовите два важнейших электронных эффекта?
9. Дайте краткую характеристику индуктивному эффекту. Приведите примеры.
10. Что такое резонансные структуры? Приведите примеры.
11. Назовите причины, которые могут препятствовать протеканию реакции.
12. Как называется частица, которая атакует атом углерода, предоставляя свою электронную пару?
13. Что из себя представляет основание Льюиса?
14. Как называется частица, которая атакует атом углерода, акцептируя его электронную пару?
15. Что из себя представляет кислота Льюиса?
16. Что такое нуклеофильное замещение? Как называется замещаемая группа?
17. К какому атому углерода происходит присоединение электрофила в реакциях электрофильного присоединения?
18. Приведите примеры нуклеофильного присоединения.
19. Охарактеризуйте механизм реакций элиминирования (отщепления).

2.3. Анализ результатов обучения и перечень корректирующих мероприятий по учебной дисциплине

Анализ результатов обучения обучающихся дисциплине проводится на основе данных промежуточного контроля - зачет, экзамен.

Для текущего контроля используются: тестирование, индивидуальные задания, устный опрос, письменные контрольные работы.

В конце курса предусмотрен экзамен, проводимый в традиционной устной форме по билетам.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2018/2019 учебный год

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
2. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.
3. В фонд оценочных средств внесены изменения в соответствии с приказом «Об утверждении Положения о фонде оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной и итоговой (государственной итоговой) аттестации» от 28.04.2018 № 297 (п)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и экологии

Протокол № 8 от «18» мая 2018 г.

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой химии  Л.М. Горностаев

Одобрено НМСС (Н) факультета биологии, географии и химии

Протокол № 9 от «13» июня 2018 г.

Председатель НМСС (Н)

 А.С. Блинецов

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения рабочей программы на 2018/2019 учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. На титульном листе РПД и ФОС изменено название ведомственной принадлежности «Министерство науки и высшего образования» на основании приказа «о внесении изменений в сведения о КГПУ им. В.П. Астафьева» от 15.07.2018 № 457

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программы дисциплины на 2019/2020 учебный год

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

1. Список литературы обновлен учебными и учебно-методическими изданиями, электронными образовательными ресурсами. Обновлен перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.
2. Обновлен перечень лицензионного программного обеспечения.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии, химии и экологии 15.05.2019 г. протокол № 8

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой биологии,
химии и экологии



Е.М. Антипова

Одобрено НМСС (Н) факультета биологии, географии и химии

Протокол № 8 от «23» мая 2019 г.

Председатель НМСС (Н)



А.С. Блинецов

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины
на 2020/2021 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. Обновлены титульные листы рабочей программы, фонда оценочных средств в связи с изменением ведомственной принадлежности – Министерству просвещения Российской Федерации.

2. Обновлена и согласована с Научной библиотекой КГПУ им. В.П. Астафьева «Карта литературного обеспечения (включая электронные ресурсы)», содержащая основную и дополнительную литературу, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

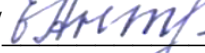
3. Обновлена «Карта материально-технической базы дисциплины», включающая аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы обучающихся в КГПУ им. В.П. Астафьева) и комплекс лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
"13" мая 2020г., протокол №10

Внесенные изменения утверждаю:

Заведующий кафедрой

биологии, химии и экологии


Антипова Е.М./ 
(ф.и.о., подпись)

Одобрено НМСС(Н)

факультета биологии, географии и химии

20 мая 2020 г., протокол №8

Председатель

Близнецов А.С./ 
(ф.и.о., подпись)

3. Учебные ресурсы

3.1. Карта литературного обеспечения дисциплины (включая электронные ресурсы)

Типы и механизмы химических реакций

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(указать уровень, код и наименование направления подготовки)

Биология и химия, очная форма

обучения

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

№ п/п	Наименование	Место хранения/ электронный адрес	Количество экземпляров/ точек доступа
	Обязательная литература		
1	Горностаев, Леонид Михайлович. Физико-химические методы исследования хинонов и хиноидных соединений [Текст] : методическое пособие / Л. М. Горностаев, Т. И. Лаврикова, Н. А. Булгакова, Е. В. Арнольд. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2007.	Научная библиотека	50
2	Органическая химия [Текст] : учебник : в 2 кн. Кн. 1. Основной курс / ред. Н. А. Тюкавкина. - 4-е изд., стер. - М. : Дрофа, 2008. - 638 с. : ил. - (Высшее образование: Современный учебник)	Научная библиотека	15
3	Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст] : в 2 т. Т. 1 / В. Ф. Травень. - М.: Академкнига, 2008. - 727 с.: ил.	Научная библиотека	3

4	Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст] : в 2 т. Т. 2 / В. Ф. Травень. - М.: Академкнига, 2008. - 582 с.: ил.	Научная библиотека	3
5	Типовые задания по органической химии [Текст] : учебное пособие. Ч. 1 / Л. М. Горностаев [и др.]. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2011.	Научная библиотека	40
6	Типовые задания по органической химии [Текст]: учебное пособие. Ч. 2 / Л. М. Горностаев [и др.] - Красноярск: КГПУ им. В. П. Астафьева, 2009. - 116 с.	Научная библиотека	10
Дополнительная литература			
Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы			
7	Вопросы химии хинонов и хиноидных соединений [Текст] : методическое пособие / Л.М. Горностаев, Т.И. Лаврикова. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2006. - 132 с.	Научная библиотека	11
8	Практикум по химии хинонов и хиноидных соединений [Текст] : учебное пособие / ред. Л. М. Горностаев. - Красноярск : КГПУ им. В. П. Астафьева, 2014. - 156 с. - ISBN 978-5-85981-776-4 : 150.00 р.	Научная библиотека	1
Профессиональные Базы данных и информационные справочные системы			
9	Elibrary.ru [Электронный ресурс]: электронная библиотечная	http://elibrary.ru	Свободный доступ

	система : база данных содержит сведения об отечественных книгах и периодических изданиях по науке, технологии, медицине и образованию / Рос.информ. портал. М., 2000.		
10	EastView : универсальные базы данных [Электронный ресурс] :периодика России, Украины и стран СНГ. Электрон.дан. ООО ИВИС. 2011 .	https://dlib.eastview.com	Индивидуальный неограниченный доступ
11	Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение: справочная правовая система. М., 1992.	Научная библиотека	Локальная сеть вуза
Ресурсы сети Интернет			
12	Сайт о химии «ХиМиК»	http://www.xumuk.ru/	Свободный доступ
13	Химический портал ChemPort.Ru	http://www.chemport.ru	Свободный доступ

Согласовано:

_____ Казанцева / Казанцева Е.Ю.
(должность структурного подразделения) (подпись) (Фамилия И.О.)

3.2. Карта материально-технической базы дисциплины

Типы и механизмы химических реакций

(наименование дисциплины)

Для обучающихся образовательной программы

44.03.05. Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

(указать уровень, код и наименование направления подготовки)

Биология и химия, очная форма обучения

(указать профиль/ название программы и форму обучения)

Аудитория	Оборудование (наглядные пособия, макеты, модели, лабораторное оборудование, компьютеры, интерактивные доски, проекторы, информационные технологии, программное обеспечение и др.)
для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д.89, ауд. № 5-23	акустическая система-1шт., учебная доска-1шт., периодическая система химических элементов ПО: Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д.89, ауд. № 5-19	Электрические плитки-6шт, лабораторная посуда (линейки, пинцеты, спиртовки, чашки Петри), сушильный шкаф-1шт., кадаскоп-1шт, муфельная печь-1шт., набор для химических практикумов, хранилище для химических реактивов-1шт., химические реактивы, вытяжной шкаф-2шт., учебная доска-1шт., лабораторные столы-6шт., учебные таблицы
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д.89, ауд. № 5-17	Компьютер-1шт., спектрофотометр -2шт., сушильный шкаф-1шт., принтер -1шт., весы-1шт., столик для определения температуры плавления-1шт., мониторная панель ВД-1шт., холодильник-1шт. ПО: Linux Mint – (Свободная лицензия GPL)
для самостоятельной работы	
г. Красноярск, ул. Ады Лебедевой, д.89, ауд. № 1-05	компьютер- 15 шт., ПО: Microsoft® Windows® Home 10 Russian OLP NL AcademicEdition Legalization GetGenuine (OEM лицензия, контракт № Tr000058029 от 27.11.2015); Kaspersky Endpoint Security – Лиц сертификат №1B08-190415-050007-883-951; 7-Zip - (Свободная лицензия GPL); Adobe Acrobat Reader – (Свободная лицензия); Google Chrome – (Свободная лицензия); Mozilla Firefox – (Свободная лицензия); LibreOffice – (Свободная лицензия GPL); XnView – (Свободная лицензия); Java – (Свободная лицензия); VLC – (Свободная лицензия). Гарант - (договор № КРС000772 от 21.09.2018) КонсультантПлюс (договор № 20087400211 от 30.06.2016) ноутбук-10 шт. ПО: Альт Образование 8 (лицензия № ААО.0006.00, договор № ДС 14-2017 от 27.12.2017)