Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
_____Хагуров Т.А.
« 28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 ТОНКИЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Профиль подготовки	Органическая и биоорганическая химия
Форма обучения	очная
Квалификация	бакалавр

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:
4E23D21DF7CC6DF6D9D04D6AEAE74F342DA725D9
Владелец: Хагуров Темыр Айтечевич
Действителен: с 13.05.2021 до 13.08.2022

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины «ТОНКИЙ ОРГАНИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО)) по направлению подготовки 04.03.01 Химия

Программу составил(и):
А.В. Беспалов, доцент, к.х.н.

Рабочая программа дисциплины «Тонкий органический синтез» утверждена на заседании кафедры органической химии и технологий
протокол № 9 «17» мая 2021г
И.о. заведующего кафедрой канд. хим. наук, доцент Кузнецова С.Л.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 «24» мая 2021г
Председатель УМК ФХиВТ канд. хим. наук Беспалов А.В.

Рецензенты:

Дядюченко Л.В., канд. хим. наук, зав. лаб. регуляторов роста растений ГНУ ВНИИБЗР

Буков Н.Н. , д-р хим. наук, зав. каф общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тонкий органический синтез» является освоение профессиональных знаний и получение профессиональных умений и навыков в области химического синтеза органических веществ различного строения.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Тонкий органический синтез» состоят в изучении современных методов и подходов органического синтеза, а также формировании у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы различных органических соединений, в т. ч. красителей, биологически активных веществ, фармацевтических препаратов и т.п.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Тонкий органический синтез» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: экзамен.

Изучению дисциплины «Тонкий органический синтез» предшествует изучение дисциплин «Органическая химия» и «Стереохимия». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплины «Химия гетероциклических соединений».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1. Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	
ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза органических соединений различных классов
	умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы органических соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы
	владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и выделению органических веществ различного строения
ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает механизмы и особенности протекания важнейших реакций, используемых в органическом синтезе
	умеет осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения и подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы
	владеет навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования, а также методологией современной органической химии и органического синтеза

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная
			7 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:			
Аудиторные занятия (всего):		**102**	**102**
занятия лекционного типа		34	34
лабораторные занятия		68	68
практические занятия			
семинарские занятия			
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6
Промежуточная аттестация (ИКР)		0.3	0.3
Самостоятельная работа, в том числе:		**45**	**45**
Оформление лабораторных работ		12	12
Самостоятельное изучение теоретического материала		8	8
Самостоятельное решение задач		8	8
Подготовка к текущему контролю		17	17
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26.7	26.7
Общая трудоемкость	**час.**	**180**	**180**
	в том числе контактная работа	**108.3**	**108.3**
	зач. ед	**5**	**5**

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Введение	7	4	-	-	3
2.	Образование углерод-углеродных связей	40	10	-	20	10
3.	Реакции циклообразования	24	6	-	10	8
4.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе	24	6	-	10	8
5.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	38	6	-	22	10
6.	Защитные группы в органическом синтезе	14	2	-	6	6
	ИТОГО по разделам дисциплины		34		68	45
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	6	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0.3	-	-	-	-
	Подготовка к текущему контролю	26.7	-	-	-	-
	Общая трудоемкость по дисциплине	180	-	-	-	-

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение	Цели и задачи современного органического синтеза. Тонкий и тяжелый органический синтез. Новые синтетические подходы. Селективность реакции.	устный опрос
2.	Введение	Общая стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ и синтетическое планирование.	устный опрос
3.	Образование углерод-углеродных связей	Образование одинарных С-С связей с использованием металлоорганических реактивов.	решение задач, КР1, ЛР1
4.	Образование углерод-углеродных связей	Реакции кросс-сочетания. Реакции конденсации. Ацетилен и его производные в органическом синтезе	решение задач, КР2, ЛР2
5.	Образование углерод-углеродных связей	Образование двойных С=С связей при помощи реакций элиминирования.	решение задач, КР2
6.	Образование углерод-углеродных связей	Реакции олефинирования карбонильных соединений.	решение задач, КР2
7.	Образование углерод-углеродных связей	Образование тройных С≡С связей. Способы укорочения углеродной цепи.	решение задач, КР2
8.	Реакции циклообразования	Общие принципы циклообразования. Перициклические и электроциклические реакции.	решение задач, КР3, КР4
9.	Реакции циклообразования	Реакция Дильса-Альдера и ее применение в органическом синтезе	решение задач, КР3, КР4
10.	Реакции циклообразования	Методы образования малых, средних и больших циклов. Внутримолекулярная циклизация.	решение задач, КР3, КР4
11.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе	Реакции окисления непредельных углеводородов: эпоксидирование, дигидроксилирование, окислительное расщепление.	решение задач, КР5
12.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе	Реакции окисления спиртов соединениями хрома. Окисление спиртов с использованием реактивов, содержащих в своём составе ДМСО. Окисление карбонильных соединений.	решение задач, КР5, ЛР2
13.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе	Реакции восстановления: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами и органическими реагентами.	решение задач, КР5
14.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины, в ароматические и гетероциклические соединения.	решение задач, ЛР3, КР5
15.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Взаимопревращения функциональных групп: превращения галогенпроизводных, спиртов, нитросоединений, аминов	решение задач, ЛР3, КР5
16.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Взаимопревращения функциональных групп: превращения соединений, содержащих карбонильные и карбоксильные группы.	решение задач, ЛР3, КР5
17.	Защитные группы в органическом синтезе	Защитные группы в органическом синтезе. Способы защиты гидроксильных, карбонильных, карбоксильных и аминогрупп.	решение задач

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Образование углерод-углеродных связей	Синтез циклогексилбензола. Часть 1. Дегидратация циклогексанола.	ЛР1
2.	Образование углерод-углеродных связей	Синтез циклогексилбензола. Часть 2. Получение целевого продукта.	ЛР1
3.	Образование углерод-углеродных связей	Синтез циклогексилбензола. Часть 3. Идентификация целевого продукта.	ЛР1

4.	Образование углерод-углеродных связей	Решение задач по теме «Металлоорганические реагенты в органическом синтезе».	решение задач, КР1
5.	Образование углерод-углеродных связей	Решение задач по теме «Синтетические методы образования одинарных углерод-углеродных связей». Тестовая работа №1.	решение задач, КР1
6.	Образование углерод-углеродных связей	Решение задач по теме «Синтетические методы образования двойных углерод-углеродных связей».	решение задач, КР2
7.	Образование углерод-углеродных связей	Решение задач по теме «Синтетические методы образования тройных углерод-углеродных связей». Тестовая работа №2.	решение задач, КР2
8.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе	Синтез бис(4-метоксибензилиден)ацетона. Часть 1. Получение ацетона из пропанола-2.	ЛР2
9.	Образование углерод-углеродных связей	Синтез бис(4-метоксибензилиден)ацетона. Часть 2. Конденсация ацетона с *п*-метоксибензальдегидом.	ЛР2
10.	Реакции циклообразования	Решение задач по теме «Перициклические и электроциклические реакции».	решение задач, КР3
11.	Реакции циклообразования	Решение задач по теме «Синтетические методы образования малых циклов». Тестовая работа №3.	решение задач, КР3
12.	Реакции циклообразования	Решение задач по теме «Синтетические методы образования средних циклов и макроциклов». Тестовая работа №4.	решение задач, КР4
13.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 1. Нитрование ацетанилида.	ЛР3
14.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 2. Гидролиз *п*-нитроацетанилида.	ЛР3
15.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Синтез *п*-нитроанилинового красного. Часть 3. Получение целевого продукта.	ЛР3
16.	Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе.	Решение задач по теме «Окислительно-восстановительные процессы».	решение задач, КР5
17.	Защитные группы в органическом синтезе	Решение задач по теме «Защитные группы в органическом синтезе». Тестовая работа №5.	решение задач, КР5

Защита лабораторной работы (ЛР), контрольная работа (КР).

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Оформление лабораторных работ	Синтез органических соединений : учебно-методическое пособие / В. В. Доценко, А. В. Беспалов, Д. Ю. Лукина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2020. - 171 с.: ил. - Библиогр.: с. 170. - ISBN 978-5-8209-1758-5: 80 р. - Текст: непосредственный.
2	Самостоятельное изучение теоретического материала	Органическая химия : учебно-методическое пособие / А. В. Беспалов, В. В. Доценко, Д. Ю. Лукина, В. Д. Стрелков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар: Кубанский государственный университет, 2019. - 156 с.: ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. -

		Библиогр.: с. 155. - ISBN 978-5-8209-1709-7: 80 р. - Текст: непосредственный.
3	Самостоятельное решение задач	Органическая химия: сборник задач / А. В. Беспалов, В. Д. Стрелков; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 69 с.: ил. - Библиогр.: с. 68.
4	Подготовка к текущему контролю	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. - 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла,

– в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проблемная лекция, работа в малых группах) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «*Тонкий органический синтез*».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий для самостоятельного решения, задач для решения в аудитории, контрольных работ, контрольных вопросов к лабораторным работам, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и задач к экзамену.

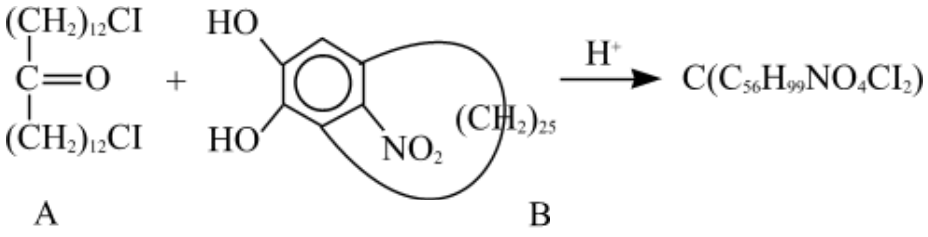
Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1. Осуществляет стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает базовые и специальные экспериментальные методы синтеза органических соединений различных классов	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории	Вопрос на экзамене
		умеет осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы органических соединений различного строения, работая как самостоятельно, так и в составе группы	Лабораторная работа	-
		владеет навыками выполнения базовых операций по синтезу и выделению органических веществ различного строения	Лабораторная работа	-
2	ИПК-1.2. Выбирает оптимальные лабораторные методы получения и исследования химических соединений различной природы и материалов на их основе	знает механизмы и особенности протекания важнейших реакций, используемых в органическом синтезе	Контрольная работа	Вопрос на экзамене
		умеет осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения и подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача
		владеет навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования, а также методологией современной органической химии и органического синтеза	Контрольная работа; Задачи для решения в аудитории; Задания для самостоятельного решения	Вопрос на экзамене; Экзаменационная задача

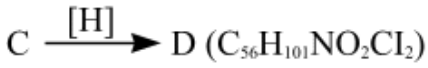
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Задания для самостоятельного выполнения

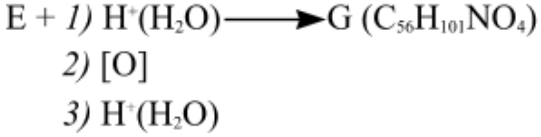
1. Германские химики А. Лютрингхауз (1937) и Г. Шилл (1967) получили соединение G необычной структуры по следующей схеме:



A B

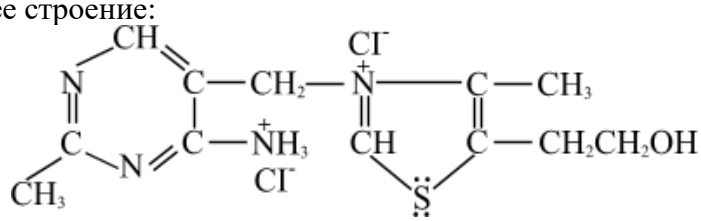




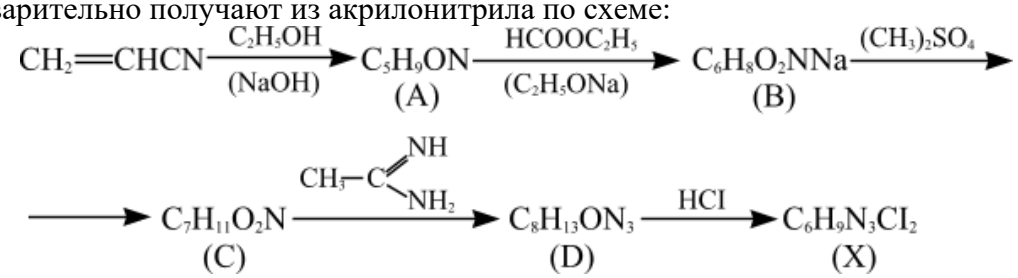


1) Приведите структурные формулы A—G.
2) В чем заключается необычность структуры G?
3) Какие еще виды химических соединений с аналогичным типом связей Вам известны? Приведите примеры и, если знаете, их названия.

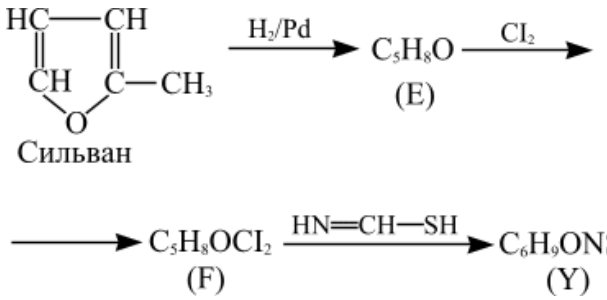
2. Витамин B_1, имеющий следующее строение:



получают совместным нагреванием пиримидинового производного X состава $C_6H_9N_3Cl_2$ и тиазольного производного Y состава C_6H_9ONS. Соединение X предварительно получают из акрилонитрила по схеме:



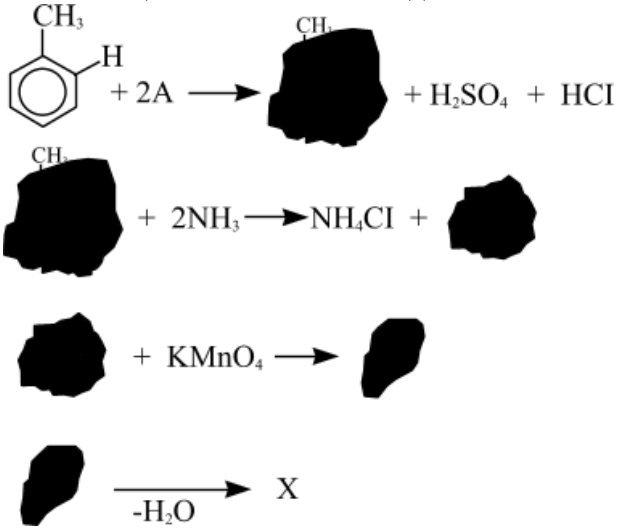
Соединение Y получают, исходя из сильвана, следующим способом:



1) Напишите структурные формулы A, B, C, D, E, F, X и Y.
2) Объясните, почему в многостадийных синтезах лучше сначала получить несколько фрагментов целевого вещества по коротким цепочкам превращений, после чего соединить эти фрагменты на последних стадиях.

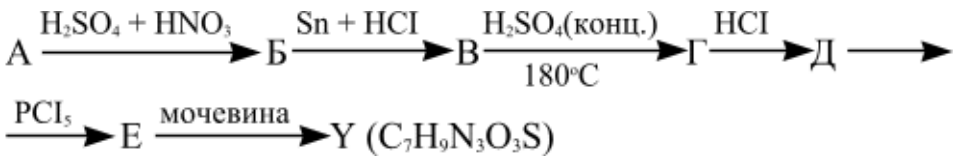
3. Фронталин (67,58% углерода, 9,92% водорода, 22,50% кислорода, Мг=142,22) - ферромон западного соснового жука. Он представляет собой кеталь, который может быть получен многостадийным синтезом, исходя из натрийдиэтилмалоната и 3-хлор-2-метил-1-пропена. При реакции этих веществ на первой стадии образуется вещество А, которое далее гидролизуется концентрированным раствором гидроксида калия и затем декарбоксилируется при обработке горячей уксусной кислотой с образованием В. Вещество В способно реагировать как с водным раствором $NaHCO_3$, так и с холодным водным раствором $KMnO_4$ с образованием коричневой окраски. Вещество В под действием $LiAlH_4$ превращается в С($C_6H_{12}O$). Обрабатывая С пара-толуолсульфонилхлоридом в пиридине, а затем цианидом натрия в ДМСО получают вещество Д ($C_7H_{11}N$). Реакция вещества Д с метилмагнийиодидом с последующим гидролизом приводит к образованию вещества Е ($C_8H_{14}O$). Вещество Е в ИК-спектре имеет полосу при 1700 $см^{-1}$. Эпоксидирование вещества Е надбензойной кислотой приводит к образованию вещества F($C_8H_{14}O_2$), которое при обработке разбавленной кислотой внутримолекулярно превращается в кеталь - Фронталин - вещество θ. Напишите уравнения реакций.

4. Среди "случайных" открытий числится синтез вещества Х, который осуществил в 1872 году молодой русский эмигрант Фальберг (лаборатория в Балтиморе, США). Однажды он приступил к обеду, не вымыв руки после работы в лаборатории и обнаружил сладкий вкус во рту. Среди промежуточных продуктов синтеза оказалось то самое соединение, которое в 500 раз более сладкое, чем сахар, применяемое ныне в качестве заменителя сахара. В старой рукописи, прожженной кислотами, сохранились некоторые заметки, позволяющие восстановить ход синтеза.



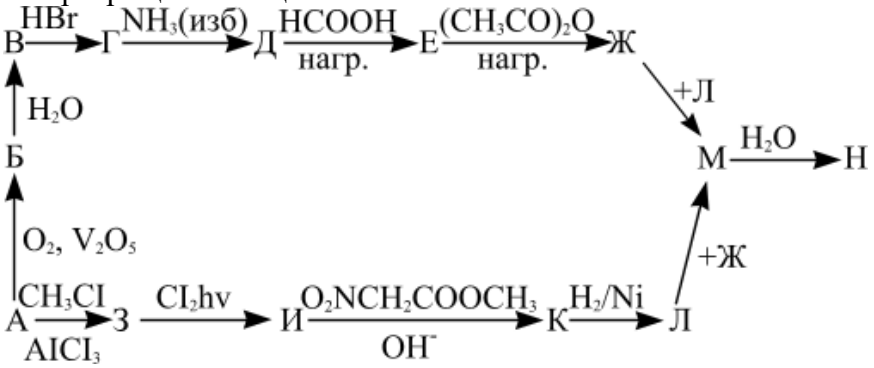
Для соединения А приведен элементный состав (ω_H – 0,86%; ω_S – 27,47%; ω_{Cl} – 30,47%; ω_O – 41,20%;). В продажу поступает 3-х водный кристаллогидрат натриевой соли Х. Определите формулу товарного продукта и назовите вещество Х.

5. Вещество А является продуктом коксохимической переработки угля. При обработке его $CHCl_3$ в присутствии $AlCl_3$ появляется ярко-оранжевое окрашивание. Из вещества А можно синтезировать соединение Х, являющееся важным веществом роста бактерий и вещество Y, обладающее антимикробной активностью. Соединение Y можно получить по схеме:



Соединение X ($C_7H_7NO_2$) по структуре подобно Г, вступает во взаимодействие с HCl и NaOH. Установите химическую природу всех веществ. Предложите схему синтеза X. Объясните сущность антимикробного действия Y.

6. Дана схема превращения вещества А в Н:



1) Напишите структурные формулы веществ А—Н и назовите их, если известно. что углеводород А содержит 92,31% углерода.
2) Какие из указанных веществ имеют асимметрические атомы углерода? Напишите одно из них в виде R- и S-изомеров.
3) Проявляет ли вещество Н, полученное в результате этого синтеза, оптическую активность?
4) Какой изомер вещества Н обладает полезными свойствами, в каких целях он используется и как он называется?
5) Взаимодействие веществ Ж и Л приводит к образованию двух продуктов. Какой из них образуется преимущественно?

7. Синтез углеводорода X(C_7H_8) можно провести следующим образом:

1) $C \xrightarrow{CaO,\ T} A \xrightarrow{H_2O} B \xrightarrow{NaClO,\ 0^oC} C \xrightarrow{Mg} Д \xrightarrow{CO_2;\ H^+} E\ (C_4H_2O_4)$

2) $CH_2(COOC_2H_5)_2 \xrightarrow{NaOCH_3} F\ (C_7H_{11}O_4Na) \xrightarrow{Cl(CH_2)_4Cl} Ө \xrightarrow{NaOCH_3}$

$\longrightarrow H(C_{11}H_{18}O_4NaCl) \longrightarrow P(C_{11}H_{18}O_4) \xrightarrow{NaOH} K(C_5H_{10}) \xrightarrow{Pt,\ T} Л(C_5H_6)$

3) $E + Л \longrightarrow M(C_9H_8O_4) \xrightarrow{NaOH,\ T} X$

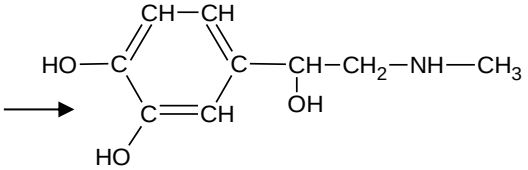
Определите строение веществ А—М и X. Напишите уравнения реакций.

8. Осуществите превращение:

$$C_6H_5CH_3 \xrightarrow[h\gamma]{Cl_2(1:1)} A \xrightarrow{Na} B \xrightarrow[h\gamma]{Cl_2(1:1)} C \xrightarrow{KOH/ROH} Д \xrightarrow[p\text{-}p]{KMnO_4} E \xrightarrow[нагрев.]{KMnO_4} K$$

9. Адреналин можно синтезировать при помощи последовательности реакций:

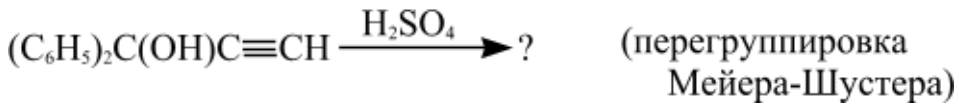
$$\text{о-нитрофенол} \xrightarrow[Pt]{H_2} \dots \xrightarrow[HCl]{HNO_2} \dots \xrightarrow[T^*c]{H_2O} A \xrightarrow[PCl_3]{ClCH_2COCl} Б \xrightarrow[1\ экв.]{CH_3NH_2} B \longrightarrow$$



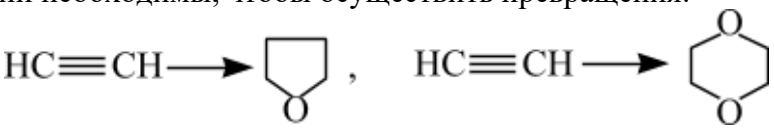
Назовите промежуточные соединения А, Б и В.

10. Приведите структуры продуктов следующих превращений:





11. Какие стадии необходимы, чтобы осуществить превращения:



12. Приведите методы, позволяющие осуществить превращения:
$C_6H_5X \longrightarrow C_6H_6$, где X= -Br, -OH, -COOH, $-NO_2$

13. Превратите п-толуиловый альдегид в п-карбоксибензальдегид.

14. Вещество состава $C_5H_{12}O$ при окислении перманганатом калия (H^+) дает кислоту и соединение C_3H_6O, которое присоединяет синильную кислоту и не дает окрашивания при действии фуксинсернистой кислоты. Продукт дегидратации исходного вещества при окислении перманганатом калия образует соединение состава $C_5H_{12}O_2$, которое через стадию пинаколиновой перегруппировки превращается в 2,2-диметилпропаналь. Установите строение исходного вещества, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания. Соединения назовите по систематической номенклатуре.

15. Исходя из бензола, осуществляют серию реакций, в которой в каждой последующей используется соединение, полученное в предыдущей стадии, и следующие реактивы: бром ($AlBr_3$), затем магний (сухой эфир); окись этилена, затем H_2O; трехбромистый фосфор; мононатриевое производное малонового эфира; поташ, затем серная кислота; хлористый тионил, затем $AICI_3$. Конечное соединение А имеет формулу $C_{10}H_{10}O$ и имеет в ИК-спектре характеристическую полосу поглощения при 1708 $см^{-1}$. Составьте последовательность реакций, приводящую к соединению А и дайте этому соединению название по систематической номенклатуре.

16. Продукт, полученный при конденсации циклопентадиен-1,3-ола-5 с ацетиленом, содержит в ИК-спектре интенсивную полосу около 3600 $см^{-1}$, а спектр ПМР показывает, что он содержит 4 протона, резонансный сигнал которых лежит в области около 5,4 м.д. Кроме того, при каталитическом гидрировании происходит поглощение 2 молей водорода на 1 моль вещества. Продукт гидрирования при обработке хромовым ангидридом образует вещество, имеющее в ИК-спектре интенсивную полосу при 1700 $см^{-1}$ а в спектре ПМР обнаруживаются только 2 группы протонов с относительной интенсивностью 4:1. Напишите последовательность осуществленных реакций и идентифицируйте все продукты.

17. При связывании всего брома, содержащегося в смеси изомеров А массой 2,02 г. образовалось 3,74 г бромида серебра. Обработка такого же количества А спиртовым раствором щелочи привело к выделению 225 мл (н.у.) индивидуального продукта реакции типа Б. В определенных условиях газ Б может быть превращен в жидкую при обычной температуре смесь изомеров В с таким же количественным составом, что и Б. Бромирование одного из изомеров, содержащихся в смеси В на свету приводит к

образованию единственного монобромпроизводного. Окисление любого из изомеров В раствором $KMnO_4$ приводит к образованию изомеров Г, 1г. которых способен прореагировать с 14,25 мл I Н водного раствора NaOH. Какое строение имеют вещества А—Г? Какой из изомеров не мог содержаться в смеси А?

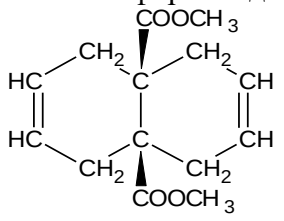
18. В промышленности для получения органического стекла используют метилметакрилат. Напишите 8 уравнений химических реакций, достаточно полно характеризующих химические свойства этого соединения. Укажите условия, в которых проходят эти реакции. Предложите и обоснуйте схему синтеза метилметакрилата на базе продуктов переработки нефти и неорганических веществ.

19. Какое соединение надо взять для конденсации с бензальдегидом, чтобы в результате последующих превращений получить 1-фенил-2-амино-пропандиол-1,3 - промежуточный продукт синтеза антибиотика хлоромицетина?

20. Медицинский препарат эфедрин $C_6H_5CH(OH)—CH(NHCH_3)CH_3$ используется как сосудосуживающее и бронхорасширяюшее средство. Предложите методику синтеза этого препарата из бензола, пропана и неорганических реагентов.

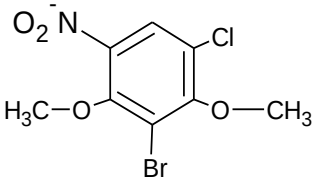
21. Из ацетилена и других необходимых реагентов получите 2-метилбутадиен-1,3. Напишите структурную формулу его аддукта с малеиновым ангидридом (отразив пространственное строение).

22. Исходя из бутадиена, ацетилена и формальдегида получите диен [А]



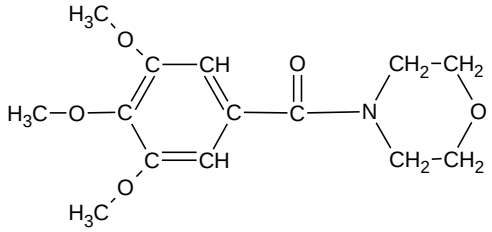
[А]

23. Из n-дихлорбензола и других необходимых реагентов получите соединение [Б]



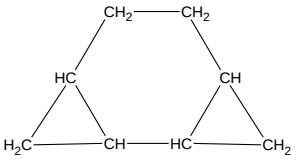
[Б]

24. Предложите способ синтеза триоксазина [В] (морфолид галловой кислоты, транквилизатор) исходя из гваякола (2-метоксифенол), морфолина и других необходимых реагентов:



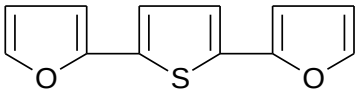
[В]

25. Исходя из циклогексена и других необходимых реагентов получите соединение [С]



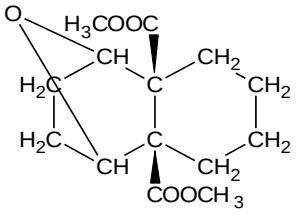
[С]

26. Исходя из фурана и ацетилена получите 2,5-бис(2-фурил)-тиофен [Д]



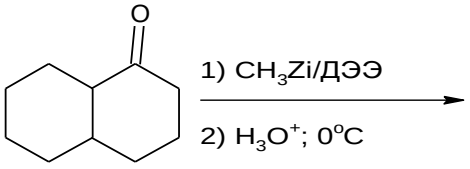
[Д]

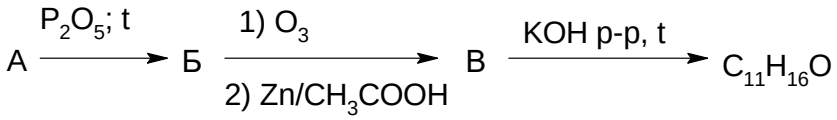
27. Исходя из фурана, ацетилена, формальдегида и бутадиена-1,3 получите соединение [Е]



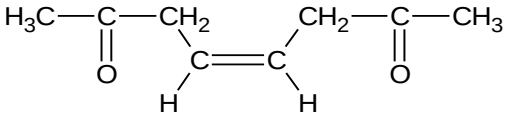
[Е]

28. Расшифруйте цепочку превращений:



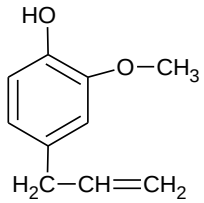


29. Из ацетилена, метилбромида и других необходимых реагентов получите соединение [К]

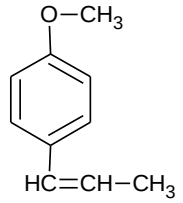


[К]

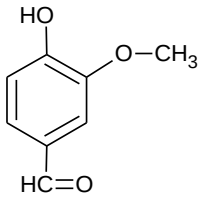
30. Запах многих природных продуктов обусловлен наличием фенолов и их производных. Напишите реакции их синтеза, исходя из любого монозамещенного производного бензола:



гвоздичное масло



анисовое масло



ванилин

Задачи для решения в аудитории

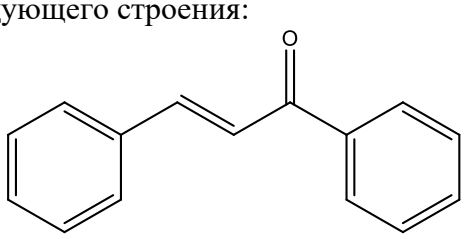
1. Получите из ацетона 2,2-диметилпропановую кислоту.
2. Получите из пропилена 5-кетокапроновую кислоту.

3. Получите из уксусной кислоты – малоновую, лимонную кислоты.
4. Получите из бензальдегида и пропионовой кислоты – 2-метил-3-фенилакриловую кислоту.
5. Получите из бензола и пропанола – скатол (3-метилиндол), 5-иод-8-оксихинолин.
6. Получите из толуола и этанола – γ-кетобутилбензол.
7. Получите из пропилового спирта – 2,5-диэтилфуран.
8. Получите из пропионовой кислоты – 3,4-диэтилгексадиен-2,4 и пинакон $(C_2H_5)_2C(OH)$-$C(OH)(C_2H_5)_2$.
9. Получите из п-ацетилэтилбензола: а) п-диацетилбензол; б) п-этилбензойную кислоту.
10. Получите из иодистого метила и циклопентанона (не прибегая к другим органическим реагентам) – γ-ацетилмасляную кислоту.
11. Получите этилвиниловый эфир из ацетилена и необходимых неорганических реагентов.
12. Получите бутил-втор-бутиловый эфир из бутанола-1 и соответствующих неорганических реагентов.
13. Получите из бутаналя: а) гексин-1-ол-3; б) 2-гидроксипентаннитрил.
14. Получите из п-нитроанилина фенацетин (N-(4-этоксифенил)ацетамид).
15. Получите из фенола салол (фенилсалицилат).
16. Получите из ацетилена, пропена и других необходимых реагентов октин-4-диол-1,2.
17. Получите из аллилового спирта и ацетона 3,4-диметилциклогексен-3-карбальдегид.
18. Получите из циклогексанола и этанола 2-этокси-1-этилциклогексанол.
19. Получите из 1,1-диметилциклопропана 3,3,4,4-тетраметил-2-нитрогексан.
20. Получите из метилциклопропана 3-бром-3,4-диметилгексан.

Контрольная работа 1

Вариант 1

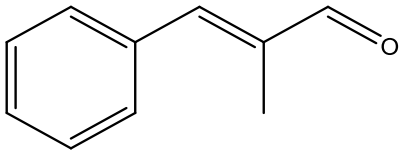
1). При помощи доступных металлоорганических реагентов получите из ацетонитрила трет-бутиламин.
2). Напишите структурные формулы двух продуктов, образующихся при взаимодействии этилмагнийбромида с акролеином. Какой из продуктов будет получен с большим выходом?
3). Изобразите в общем виде каталитический цикл реакции Хека.
4). Используя в качестве субстрата ацетоуксусный эфир, получите гептанон-2.
5). Исходя из каких субстратов реакцией альдольно-кротоновой конденсации можно получить соединение следующего строения:



Вариант 2

1). При помощи доступных металлоорганических реагентов получите из пропионитрила диэтилкетон.

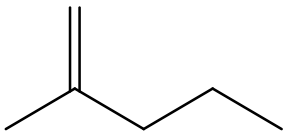
2). Напишите структурные формулы продуктов, образующихся при взаимодействии метилвинилкетона с а). метиллитием б). диэтилкупратом лития.
3). Изобразите в общем виде каталитический цикл реакции кросс-сочетания с использованием металлоорганических реагентов.
4). Используя в качестве субстрата малоновый эфир, получите 3-метилбутановую кислоту.
5). Исходя из каких субстратов реакцией альдольно-кротоновой конденсации можно получить соединение следующего строения:



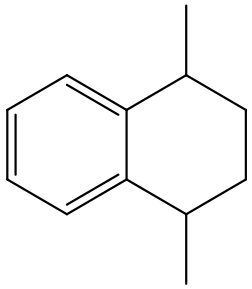
Контрольная работа 2

Вариант 1

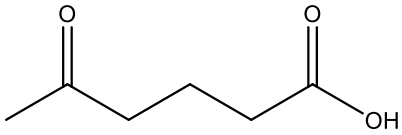
1). Приведите механизм реакции Виттига
2). Напишите продукт реакции циклогексенона с аллилтриметилсиланом в присутствии хлористого титана.
3). Исходя из ацетоуксуного эфира и любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:



4). Исходя из какого субстрата по реакции Фриделя-Крафтса можно получить соединение следующего строения:

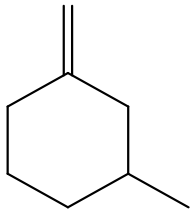


5). Исходя из малонового эфира и метилвинилкетона получите соединение следующего строения:

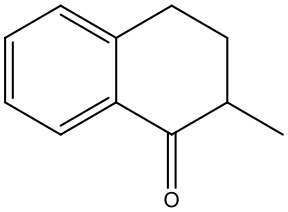


Вариант 2

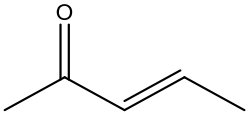
1). Приведите механизм реакции МакМурри
2). Напишите продукт реакции метилвинилкетона с ацетальдегидом в присутствии диазабициклооктана.
3). Исходя из циклогексенона с использованием любых доступных реагентов получите соединение следующего строения:



4). Исходя из какого субстрата по реакции Фриделя-Крафтса можно получить соединение следующего строения:



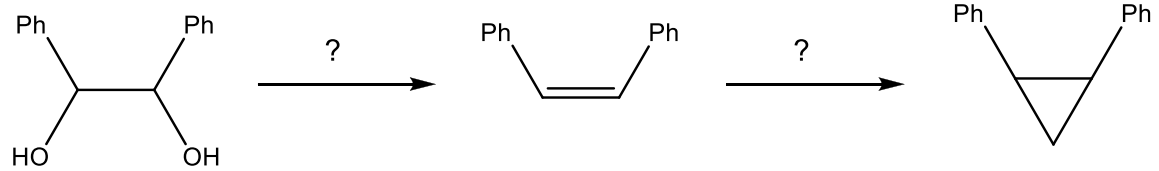
5). Исходя из ацетоуксусного эфира и ацетальдегида получите соединение следующего строения:



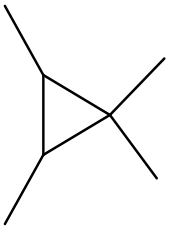
Контрольная работа 3

Вариант 1

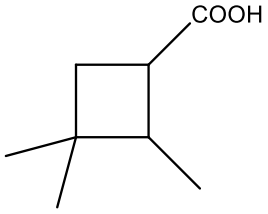
1). Приведите общий механизм реакций термического [2+2]-циклоприсоединения.
2). При помощи каких реагентов можно осуществить следующие превращения?



3). Исходя из бромоформа, 2-бутена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из малонового эфира, ацетальдегида и ацетона получить соединение следующего строения:

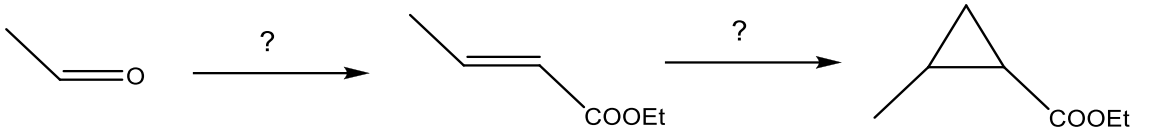


5). Напишите продукт реакции 1,1-дифенил 2-хлорэтилена с бутиллитием.

Вариант 2

1). Приведите общий механизм реакций фотохимического [2+2]-циклоприсоединения

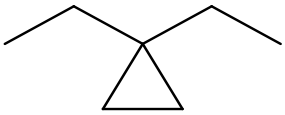
2). При помощи каких реагентов можно осуществить следующие превращения?



3). Исходя из хлорангидрида 2-метилпропановой кислоты, циклопентена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетоуксусного эфира, хлорметана и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

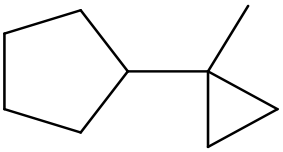


5). Напишите продукт реакции п-хлортолуола с 1-бутином в присутствии хлорида меди (I) и аммиака.

Контрольная работа 4

Вариант 1

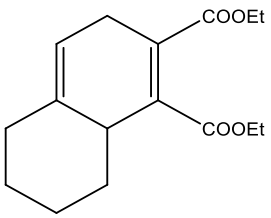
1). Приведите общий механизм реакции Дикмана.
2). Напишите основной и побочный продукты реакции Дильса-Альдера, протекающей между изопреном и акролеином.
3). Исходя из ацетоуксусного эфира, 1,4-дибромбутана, а также любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетальдегида, метилвинилкетона, 1,3-циклогексадиена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

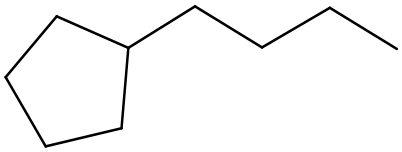


5). Исходя из каких субстратов реакцией Дильса-Альдера можно получить соединение следующего строения:



Вариант 2

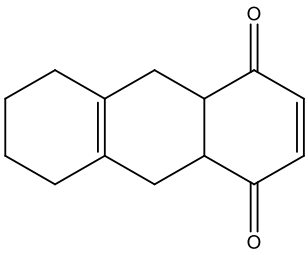
1). Приведите общий механизм реакции Торпа-Циглера.
2). Напишите основнойи побочный продукты реакции Дильса-Альдера, протекающей между 1,3-пентадиеном и метилакрилатом.
3). Исходя из малонового эфира, 1,4-дибромбутана, дибутилкупрата лития, а также любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Исходя из ацетилена, этилена, циклопентадиена и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



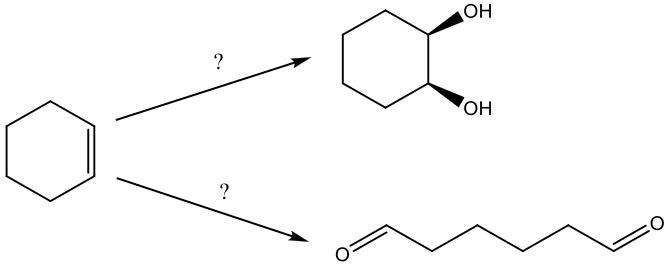
5). Исходя из каких субстратов реакцией Дильса-Альдера можно получить соединение следующего строения:



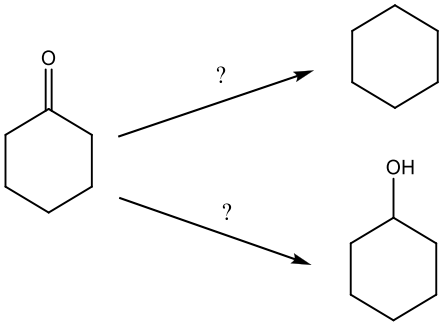
Контрольная работа 5

Вариант 1

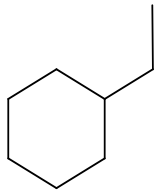
1). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



2). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



3). Исходя из бутадиена, акролеина и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

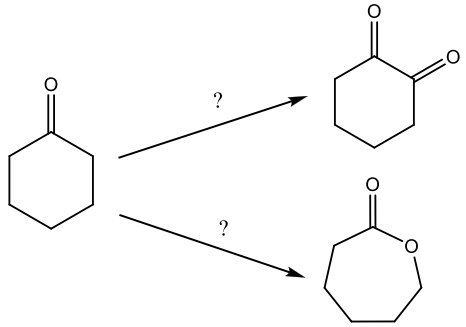


4). Приведите механизм реакции Бёрча на примере восстановления толуола.
5). Исходя из диэтилового эфира адипиновой кислоты ($EtOOC(CH_2)_4COOEt$) и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:

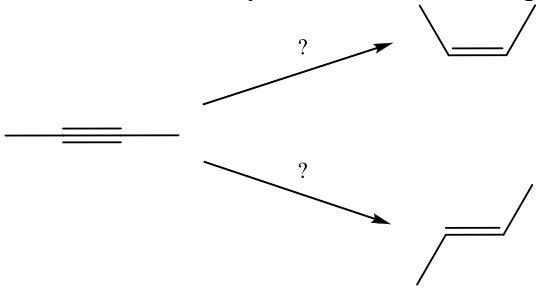


Вариант 2

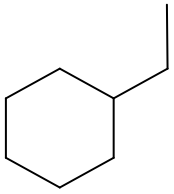
1). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



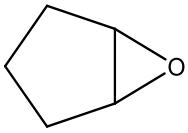
2). С помощью каких реагентов можно осуществить данные превращения:



3). Исходя из бутадиена, метилвинилкетона и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



4). Приведите механизм реакции Бёрча на примере восстановления бензойной кислоты.
5). Исходя из диэтилового эфира адипиновой кислоты ($EtOOC(CH_2)_4COOEt$) и любых доступных реагентов получить соединение следующего строения:



Контрольные вопросы к лабораторным работам

Лабораторная работа №1
1. Назовите основные препаративные способы дегидратации спиртов.

2. Приведите механизм образования циклогексилбензола.
3. Какие побочные продукты могут образовываться при синтезе циклогексилбензола?
4. Какие катализаторы можно использовать при алкилировании бензола по Фриделю-Крафтсу?
5. Каким образом рассчитывается теоретический и практический выход многостадийного синтеза? Какие существуют способы увеличения выхода целевого продукта многостадийного синтеза?

Лабораторная работа №2
1. Какие реагенты можно применять для препаративного окисления спиртов?
2. Каким образом осуществлялись выделение и очистка полученного продукта?
3. Какие осушители применяются для органических соединений? Укажите их основные достоинства и недостатки.
4. Приведите механизм образования бис(4-метоксибензилиден)ацетона.
5. В чем преимущества и недостатки классической альдольной реакции? Какие существуют современные варианты проведения данного процесса?

Лабораторная работа №3
1. Приведите механизм нитрования ацетанилида. Какой продукт будет получаться с большим выходом при осуществлении данного процесса?
2. Каким образом при выделении п-нитроацетанилида избавляются от примеси побочного продукта нитрования – о-нитроацетанилида?
3. При помощи каких физико-химических методов можно осуществлять контроль за ходом реакции гидролиза п-нитроацетанилида?
4. Какая элюентная система более оптимальна для контроля за ходом гидролиза п-нитроацетанилида методом ТСХ: этилацетат-бензол (2:1) или четыреххлористый углерод-бензол (1:1)?
5. Приведите механизм основных стадий синтеза п-нитроанилинового красного. Какое строение имеет катион диазония?

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Список вопросов для подготовки к экзамену

1. Цели, задачи и тенденции развития органического синтеза. Тяжёлый и тонкий органический синтез. Стратегия и тактика синтеза. Селективность и её виды. Общая стратегия синтеза. Ретросинтетический анализ.

2. Синтетическое планирование. Линейный и конвергентный подходы к осуществлению синтеза. Тандемные и домино-реакции.

3. Использование медьорганических соединений в синтезе углерод-углеродных связей: реакции с галогенпроизводными, α,β-непредельными карбонильными соединениями, алкинами (карбометаллирование).

4. Цинкорганические соединения в органическом синтезе, реакция Реформатского. Магний- и литийорганические соединения в органическом синтезе: реакции с карбонильными соединениями и с кратными связями углерод-азот.

5. Реакция Хека: механизм, каталитический цикл. Общая характеристика реакций кросс-сочетания с использованием металлоорганических соединений.

6. Кросс-сочетание с использованием металлоорганических соединений: реакции Стилле, Сузуки, Соногаширы.

7. Енолизация. Генерация енолят-анионов: кинетический и термодинамический контроль. Алкилирование ацетоуксусного и малонового эфиров.

8. Альдольная конденсация: кислотный и основный катализ. Реакция Мукаямы: использование силилированных енолятов, кислотный катализ, использование ацеталей. Сложноэфирная конденсация Кляйзена.

9. Реакция Михаэля: общая схема, кислотный и основный катализ. Варианты реакции Михаэля с анионами 1,3-дикарбонильных соединений, аллилсиланами (реакция Хосоми-Сакураи). Реакция Бейлиса-Хиллмана.

10. Введение углеродных заместителей в ароматическое ядро: реакции Фриделя-Крафтса (алкилирование, ацилирование), Гаттермана-Коха, Вильсмайера-Хаака.

11. Получение двойной углерод-углеродной связи олефинированием карбонильной группы. Реакции Виттига и Хорнера-Уодсворта-Эммонса.

12. Получение двойной углерод-углеродной связи олефинированием карбонильной группы. Реакции Петерсона и Теббе.

13. Реакции Мак-Мурри и Рамберга-Бэклунда. Конденсация Кнёвенагеля.

14. Элиминирование из монозамещённых систем: дегидратация (перегруппировка Вагнера-Меервейна), реакция Бэмфорда-Стивенса. Элиминирование из дизамещённых систем: реакции Куна-Винтерштайна, Кори-Уинтера, Боорда.

15. Получение тройной углерод-углеродной связи. Сочетание медьорганических соединений: реакции Глазера и Кадио-Ходкевича. Реакции элиминирования в синтезе тройной связи: дегидрогалогенирование (перегруппировка Фрича-Буттенберга-Вихелля).

16. Получение трёхчленных циклов: внутримолекулярное алкилирование, реакция Густавсона, анионная циклизация 1,3-дигалогенпроизводных.

17. Реакции циклоприсоединения в синтезе трёхчленных циклов: общая схема процесса, способы генерации карбенов из галогенпроизводных и диазосоединений. Реакция Симмонса-Смита.

18. Получение четырёхчленных циклов: внутримолекулярные реакции дегалогенирования и алкилирования, ацилоиновая конденсация эфиров дикарбоновых кислот.

19. Реакции циклоприсоединения в синтезе четырёхчленных циклов: термическое и фотохимическое циклоприсоединение.

20. Получение пятичленных циклов: внутримолекулярные реакции алкилирования енолятов, альдольной конденсации, циклопентааннелирования.

21. Реакции циклоприсоединения в синтезе пятичленных циклов: катализ комплексами железа, реакция Посона-Кханда. Электроциклическая реакция Назарова.

22. Внутримолекулярная циклизация в синтезе шестичленных циклов. Реакция Робинсона: эквиваленты метилвинилкетона, использование 1,3-дикетонов. Реакция Пшорра.

23. Реакция Дильса-Альдера: общая схема, часто используемые диены и диенофилы, влияние их строения на реакционноспособность.

24. Стерео- и региоселективность реакции Дильса-Альдера. Внутримолекулярные варианты реакции диенового синтеза.

25. Получение макроциклических соединений: ацилоиновая конденсация, реакции Дикмана и Торпа-Циглера.

26. Методы удаления углерод-углеродной связи. Реакции термического декарбоксилирования, Бородина-Хунсдиккера. Перегруппировки Гофмана и Курциуса.

27. Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины и арены.

28. Взаимопревращения функциональных групп: превращения галогенпроизводных, спиртов и нитросоединений.

29. Взаимопревращения функциональных групп: аминогруппы, а также карбоксильной и карбонильной групп.

30. Эпоксидирование алкенов. Реакции Прилежаева, Шарплесса, Якобсена-Катсуки.

31. Дигидроксилирование алкенов: реакции Криге, Вудворда, Прево. Гидролиз эпоксидов как общий метод получения вицинальных диолов.

32. Окислительное расщепление алкенов: реакция Лемье, озонолиз. Окисление боковых цепей в ароматических соединениях до альдегидов (реакция Этара) и карбоновых кислот.

33. Реакции окисления спиртов соединениями хрома (реактивы Джонса и Саретта). Окисление спиртов с использованием реактивов, содержащих в своём составе ДМСО: реакции Сверна и Пфицнера-Моффатта. Реакция Кори-Кима.

34. Окисление карбонильных соединений: реакции Толленса, Байера-Виллигера, Райли, окислительное расщепление циклических кетонов.

35. Восстановление ароматических соединений по Бёрчу: механизм, влияние типа заместителя на конфигурацию продукта восстановления. Восстановление алкинов щелочными металлами.

36. Восстановление алкинов комплексными гидридами. Каталитическое гидрирование алкинов и алкенов (гетерогенные и гомогенные катализаторы). Восстановление алкенов диимидом.

37. Восстановление карбонильной группы до метиленовой: реакции Клемменсена и Кижнера-Вольфа. Способы восстановления карбонильной группы до гидроксильной: восстановление комплексными гидридами, реакция Кори-Бакши-Шибата.

38. Восстановление карбоновых кислот и их производных: использование гидридных восстановителей, реакции Буво-Блана, Розенмунда и МакФэдена-Стивенса. Восстановительное раскрытие эпоксидов алюмогидридом лития.

39. Защита спиртовой группы в одноатомных спиртах при помощи образования тетрагидропирановых, трифенилметиловых, бензиловых и триметилсилиловых простых эфиров. Защита одноатомных спиртов реакцией этерификации.

40. Способы защиты 1,2- и 1,3-диолов. Защита карбоксильной группы: получение бензиловых и трихлорэтиловых сложных эфиров.

41. Общие методы защиты аминогруппы: бензилоксикарбонильная и трифенилметильная. Защита первичных и вторичных аминов реакциями ацетилирования и бензилирования, образованием фталоильных и сульфонильных производных, а также оснований Шиффа.

42. Защита карбонильной группы: образование ацеталей и кеталей, а также их моно- и дитиоаналогов. Образование семикарбазонов и оснований Шиффа.

2. Примеры билетов к экзамену

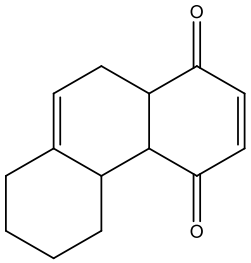
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра органической химии и технологий
Направление подготовки 04.03.01 - Химия
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Тонкий органический синтез»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1.

1. Магний- и литийорганические соединения в органическом синтезе. Региоселективность реакций различных металлоорганических реагентов.

2. Получение четырёхчленных циклов: внутримолекулярные реакции дегалогенирования. Реакции циклоприсоединения в синтезе четырёхчленных циклов: термическое и фотохимическое циклоприсоединение.

3. Исходя из циклогексанона, бензохинона и любых доступных соединений получить следующее соединение:



Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

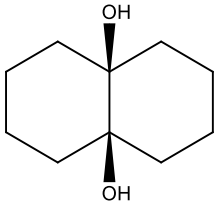
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра органической химии и технологий
Направление подготовки 04.03.01 - Химия
20__-20__ уч. год
Дисциплина «Тонкий органический синтез»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №2.

1. Общая характеристика реакций кросс-сочетания. Реакция Хека. Кросс-сочетание с использованием металлоорганических соединений.

2. Получение трёхчленных циклов: внутримолекулярное алкилирование, анионная циклизация. Реакции циклоприсоединения в синтезе трёхчленных циклов: общая схема процесса, способы генерации карбенов из галогенпроизводных и диазосоединений. Реакция Симмонса-Смита.

3. Исходя из циклогексанона, формальдегида и любых доступных реагентов получить следующее соединение:



Заведующий кафедрой
органической химии и технологий

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Студент свободно владеет теоретическим материалом (знает как основные, так и специфические синтетические методы, а также механизмы основных реакций) и способен самостоятельно решить экзаменационную задачу.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Студент хорошо

	владеет теоретическим материалом, знает базовые синтетические методы и имеет представление о механизмах основных синтетически важных реакций, способен справиться с экзаменационной задачей при незначительной помощи со стороны преподавателя.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Студент знает базовые синтетические методы, однако плохо разбирается в специфических методах и механизмах основных реакций, с трудом справляется с экзаменационной задачей при существенной помощи со стороны преподавателя.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Студент не способен решить экзаменационную задачу даже с помощью преподавателя и плохо владеет теоретическим материалом (наблюдаются существенные ошибки при обсуждении базовых синтетических методов).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза: учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - М.: Лаборатория знаний, 2015. - 753 с. - https://e.lanbook.com/book/66366#authors.
2. Реутов, О. А. Органическая химия: учебник: в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 570 с. - https://e.lanbook.com/book/94167#authors.
3. Реутов, О. А. Органическая химия: учебник: в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 626 с. - https://e.lanbook.com/book/94168#authors.
4. Реутов, О. А. Органическая химия: учебник: в 4 ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - М.: Лаборатория знаний, 2017. - 547 с. - https://e.lanbook.com/book/94166#authors.
5. Реутов, О. А. Органическая химия: учебник: в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 729 с. - https://e.lanbook.com/book/84139#authors.
6. Сборник задач по органической химии: учебное пособие / Денисов В. Я., Мурышкин Д. Л., Ткаченко Т. Б., Чуйкова Т. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 544 с. - https://e.lanbook.com/book/45971#authors.
7. Практикум по органической химии: учебное пособие / В. И. Теренин [и др.]. - М.: Лаборатория знаний, 2015. - 571 с. - https://e.lanbook.com/book/84123#authors.

5.2. Периодическая литература

1. Успехи химии - российский научный журнал, публикующий обзорные статьи по актуальным проблемам химии и смежных наук.

2. Журнал органической химии - российский научный журнал, публикующий статьи по теоретическим проблемам органической химии, механизмам реакций органических соединений, соотношениям между физическими свойствами, реакционной способностью и строением, по новым реакциям и методам получения органических соединений, по основным проблемам развития важнейших направлений органического синтеза.

3. Журнал общей химии – один из крупнейших российских научных журналов, отражающих основные направления развития химии, публикующий работы, посвящённые актуальным общим вопросам химии и проблемам, возникающим на стыке различных разделов химии, а также на границах химии и смежных с ней наук (металлоорганические соединения, элементоорганическая химия, органические и неорганические комплексы, механохимия, нанохимия и т. д.).

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» https://urait.ru/
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» https://www.book.ru
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» https://e.lanbook.com

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) http://webofscience.com/
2. Scopus http://www.scopus.com/
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley https://onlinelibrary.wiley.com/
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) http://www.elibrary.ru/

6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН http://archive.neicon.ru
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) https://rusneb.ru/
8. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action
9. Springer Journals https://link.springer.com/
10. Nature Journals https://www.nature.com/siteindex/index.html
11. Springer Nature Protocols and Methods https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols
12. Springer Materials http://materials.springer.com/
13. Springer eBooks: https://link.springer.com/

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных http://www.uspto.gov/patft/
2. Полные тексты канадских диссертаций http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/
3. КиберЛенинка (http://cyberleninka.ru/);
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ .

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения http://moodle.kubsu.ru
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций http://mschool.kubsu.ru/
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий http://mschool.kubsu.ru;
4. Электронный архив документов КубГУ http://docspace.kubsu.ru/

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Успешное изучение дисциплины «Тонкий органический синтез» требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, выполнения тестовых проверочных работ, выполнения и защиты лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

При подготовке к лекционному занятию студентам рекомендуется:

1) просмотреть записи предыдущей лекции и восстановить в памяти ранее изученный материал;

2) бегло просмотреть материал предстоящей лекции, с целью лучшего усвоения нового материала;

3) самостоятельно проработать отдельные фрагменты темы прошлой лекции, если это необходимо.

При конспектировании лекционного материала студентам нужно стремиться кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения и формулировки, не пытаясь записать весь преподаваемый материал слово в слово.

При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется:

1) внимательно изучить материал предстоящей работы и составить план ее выполнения;

2) уделить повышенное внимание экспериментальным особенностям предстоящей работы (используемым реактивам и оборудованию, а также технике работы с ними);

Выполнять лабораторную работу необходимо аккуратно и последовательно, отражая все ее основные этапы в лабораторном журнале. Для успешной защиты лабораторной работы необходимо тщательно изучить лекционный и, если это необходимо, дополнительный теоретический материал по теме работы, а также правильно заполнить лабораторный журнал, сделав все необходимые расчеты и сформулировав выводы по проделанной работе.

При подготовке к практическому занятию рекомендуется:

1) ознакомиться с темой и планом занятия, чтобы выяснить круг вопросов, которые будут обсуждаться на занятии;

2) поработать с конспектом лекции по теме занятия, а также ознакомиться с рекомендуемой литературой и (при необходимости) дополнительными источниками информации в виде периодических изданий и Интернет-ресурсов.

При выполнении практической работы студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя. Каждый студент должен стремиться активно работать на практических занятиях и успешно выполнять тестовые проверочные работы.

Самостоятельная работа наряду с аудиторной представляет одну из важнейших форм учебного процесса. Самостоятельная работа — это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа предназначена не только для овладения представленной дисциплиной, но и для формирования навыков работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать возникающие проблемы, находить правильные решения и т.д.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows; Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория органической химии (ауд. 414С)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: переносное мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор) Оборудование: специализированная лабораторная мебель (столы, стулья, шкафы для реактивов и оборудования, вытяжные шкафы), средства пожарной	Microsoft Windows; Microsoft Office

	безопасности и оказания первой медицинской помощи, химическая посуда и оборудование, весы лабораторные электронные A&D EK-410i, электроплитки – 10 шт., сушильный шкаф, мешалки механические – 8 шт., мешалки магнитные IKA HS 7 – 8 шт., ротационные испарители – 2 шт., рефрактометр ИРФ-454 Б2М, приборы для определения температуры плавления ПТП – 8 шт., химические реактивы.	
Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.	

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 401С)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Microsoft Windows; Microsoft Office