

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 28 » мая 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Б1.В.02 СТРАТЕГИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА**

Направление подготовки	04.06.01 Химические науки
Направленность (профиль)	02.00.03 Органическая химия
Форма обучения	очная
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель - Исследователь

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.02 «Стратегия органического синтеза» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль 02.00.03 Органическая химия.

Программу составили:

Д-р. хим. наук, профессор кафедры органической химии и технологий


_____ В.В.Доценко

док. хим. наук, профессор кафедры органической химии и технологий


_____ В.В.Доценко


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры органической химии и технологий
протокол №9 «17» мая 2021г.

И.о. заведующий кафедрой
канд.хим.наук., доцент


_____ С.Л. Кузнецова

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий
протокол № 7 «24» мая 2021г.

Председатель УМК ФХиВТ: канд.хим.наук.


_____ А.В. Беспалов

Рецензенты:

Дядюченко Л.В., к.х.н., ведущий научный сотрудник лаборатории регуляторов роста растений ФБГНУ ВНИИБЗР

Буков Н.Н., д.х.н., заведующий кафедрой общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины «Стратегия органического синтеза» является изучение современных методов и подходов органического синтеза, а также формирование у аспирантов знаний и умений, позволяющих самостоятельно планировать и осуществлять как простые, так и сложные многостадийные синтезы различных органических соединений, в т.ч. красителей, биологически активных веществ, фармацевтических препаратов и т.п.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи учебной дисциплины «Стратегия органического синтеза» состоят в освоении профессиональных знаний и получении профессиональных навыков в области химического синтеза сложных органических веществ.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Стратегия органического синтеза» относится к вариативной части Блока 1 дисциплин учебного плана и является обязательной дисциплиной.

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 профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2)

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	готовность использовать на практике основные принципы, теории и концепции современной органической химии	базовые и специальные методы органического синтеза; механизмы и особенности протекания важнейших синтетических реакций	осуществлять ретросинтетический анализ структуры органических соединений сложного строения и подбирать наиболее успешные пути синтеза целевой молекулы	методологией современной органической химии и органического синтеза; навыками ретросинтетического анализа и синтетического планирования
2.	ПК-2	готовность к научно-исследовательской деятельности и	Основные принципы организации	планировать и осуществлять сложные	навыками самостоятельной работы в

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		получению научных результатов, удовлетворяющих требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности «Органическая химия»	научных исследований	многостадийные синтезы органических соединений сложного строения, работая как индивидуально так и в составе группы	области тонкого органического синтеза

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Курсы	
		1	2
Аудиторные занятия (всего)	66	36	30
В том числе:			
Занятия лекционного типа	16	8	8
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	50	28	22
Контролируемая самостоятельная работа			
Самостоятельная работа (всего)	87	36	51
В том числе:			
Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите	20	12	8
Изучение теоретического материала	77	24	53
Контроль	27		27
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		зачет	экзамен
Общая трудоемкость	час	180	108
	зач. ед.	5	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые на 1-ом курсе

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Цели органического синтеза	4	2			2
2.	Новые синтетические подходы	6	2	2		2
3.	Планирование и общая стратегия синтеза	6	2	2		2
4.	Принципы образования одинарной углерод-углеродной связи	8		2		6
5.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	32	2		18	12
6.	Принципы образования двойной углерод-углеродной связи	8		2		6
7.	Принципы образования тройной углерод-углеродной связи	8		2		6
<i>Итого по дисциплине:</i>		72	8	10	18	36

Разделы дисциплины, изучаемые на 2-ом курсе

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
8.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	13	2	2		9
9.	Ацетилен и его производные в органическом синтезе	14	2		6	6
10.	Образование циклических соединений	18	2	2	6	8
11.	Реакции окисления в органическом синтезе	8		2		6
12.	Реакции восстановления в органическом синтезе	8		2		6
13.	Защитные группы в органическом синтезе	8		2		8
14.	Избранные синтезы	10	2			8
<i>Итого по дисциплине:</i>		81	8	10	12	51

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

1 курс:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Цели органического синтеза	Органический синтез как: -копирование изделий природы: природные красители (индиго и ализарин), витамины и лекарственные препараты (витамин С, таксол, метаболит FK-506), -поиск: история создания сульфаниламидных препаратов, -инструмент исследования: открытие свободных радикалов, синтезы перипланона В и тромбоксана А ₂ .	устный опрос
2.	Новые синтетические подходы	Темплатный и матричный синтезы, тандемные и домино-реакции. Селективная, региоселективная, стереоселективная и энантиоселективная реакции. Проведение химической реакции: подготовка исходных веществ и сборка аппаратуры; осуществление синтеза и контроль за его ходом; выделение продукта реакции; характеристика продукта реакции. Субстрат, реагент, катализатор, растворитель.	устный опрос
3.	Планирование и общая стратегия синтеза	Ретросинтетическое планирование: синтоны, синтетические эквиваленты, трансформации. Ретросинтетический анализ: трансформация расчленения, трансформация функциональной группы. Типичные синтоны и их синтетические эквиваленты. Алгоритм ретросинтетического подхода к планированию синтеза органических соединений: изучение структуры, особенностей углеродного скелета, взаимного расположения функциональных групп (ФГ); трансформация ФГ; выбор связей, наиболее подходящих для расчленения; анализ дерева синтеза. Синтезы: 3-гидрокси-3-фенилпентина-1, бензилмалонового эфира, α-гидроксibuтилбензола. Ассоциативный анализ. Синтетическое планирование: синтезы на основе ацетоуксусного эфира, метил-вторбутилкетона, изомасляной	устный опрос

		кислоты.	
4.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	Основные способы получения элементоорганических производных кремния, германия и олова. Применение элементоорганических соединений в тонком органическом синтезе.	защита лабораторных работ № 1,2,3

2 курс:

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
5.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины, в ароматические и гетероциклические соединения. Взаимопревращения функциональных групп: превращения гидроксильной, группы, аминогруппы, галогенопроизводных, нитросоединений, альдегидов и кетонов, кислот и их производных.	устный опрос
6.	Ацетилен и его производные в органическом синтезе	Гидрогалогенирование ацетилена, и его производных. Гомо- и гетерогенное каталитическое гидрохлорирование ацетилена, винилацетилена. Гидробромирование и гидрофторирование ацетилена. Гидратация, гидроцианирование, гидроацетоксилирование ацетилена и его производных. Винилирование гликолей, спиртов, фенолов. Область применения. Роль реакции винилирования в органическом синтезе. Присоединение серусодержащих органических соединений и сероводорода. Стереоселективность реакции, условия проведения, влияние заместителей в алкине на состав и строение конечных продуктов. Взаимодействие ацетилена с азотсодержащими соединениями. Реакции с аммиаком, аминами и др. азотсодержащими соединениями. Гидросилилирование ацетилена и его производных. Значение реакции, область применения. Реакции C-винилирования ароматических соединений, олефинов, алканов.	устный опрос, защита лабораторной работы № 4
7.	Образование циклических	Внутримолекулярная циклизация в результате электрофильно-	защита лабораторной

	соединений	нуклеофильного взаимодействия. Условия внутримолекулярного циклообразования. Правила Болдуина. Присоединение по Михаэлю в процессах циклизации; образование ароматических карбоциклических систем; образование гетероароматических циклов; образование средних и больших циклов: реакции Дикмана, Торпа-Циглера, ацилоиновая конденсация. Циклоприсоединение. Реакция Дильса-Альдера; 1,3-диполярное циклоприсоединение; присоединение карбенов и нитренов к алкенам. Реакция Симмонса-Смита. Электроциклическое циклообразование.	работы № 5
8.	Избранные синтезы	Синтез Z-Геникосен-6-она-11. Синтез Z-жасмона. Гелицены. Анулены. Синтезы стероидов. Полный синтез кортизона. Превращение растительных стероидов в стероидные гормоны. Синтез пептидов. Техника синтеза пептидов. Защитные группы. Реакции образования пептидной связи. Твердофазный синтез пептидов.	выполнение творческого задания

2.3.2 Занятия семинарского типа

1 курс

№	Наименование раздела	Наименование практических работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Новые синтетические подходы	Дискуссия на тему «Проблемы и перспективы развития органического синтеза».	устный опрос
2.	Планирование и общая стратегия синтеза	Индивидуальное решение задач базового уровня и коллективное решение заданий повышенной сложности.	решение задач
3.	Принципы образования одинарной углерод-углеродной связи	Семинар по теме «Основные методы создания одинарной углерод-углеродной связи».	устный опрос
4.	Принципы образования двойной углерод-углеродной связи	Семинар по теме «Основные методы создания двойной углерод-углеродной связи».	устный опрос
5.	Принципы образования	Семинар по теме «Основные методы создания тройной углерод-углеродной	устный опрос

	тройной углерод-углеродной связи	связи».	
--	----------------------------------	---------	--

2 курс

№	Наименование раздела	Наименование практических работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
6.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Семинар по теме «Введение и взаимопревращения функциональных групп».	устный опрос
7.	Образование циклических соединений	Семинар по теме «Методы синтеза циклических соединений».	устный опрос
8.	Реакции окисления в органическом синтезе. Реакции восстановления в органическом синтезе	Семинар по теме «Окислительно-восстановительные процессы в органическом синтезе».	устный опрос
9.	Защитные группы в органическом синтезе	Семинар по теме «Методы защиты функциональных групп в органическом синтезе».	устный опрос
10.	Избранные синтезы	Творческое задание по теме «Полный синтез органического соединения сложного строения».	выполнение творческого задания

2.3.3 Лабораторные занятия

1 курс

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
6.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	Синтезы германийорганических соединений.	защита лабораторной работы № 1
7.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	Синтезы кремнийорганических ацетиленовых соединений.	защита лабораторной работы № 2
8.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	Синтезы оловоорганических соединений.	защита лабораторной работы № 3

2 курс

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
4.	Ацетилен и его производные в органическом синтезе	Синтезы терминальных алкинов.	защита лабораторной работы № 4
5.	Образование циклических соединений	Синтезы кумаринов.	защита лабораторной работы № 5

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом

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

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Цели органического синтеза, Новые синтетические подходы. Планирование и общая стратегия синтеза	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. -</p>

		<p>(Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бинوم, 2011</p>
2.	<p>Принципы образования одинарной углерод-углеродной связи.</p> <p>Принципы образования двойной углерод-углеродной связи.</p> <p>Принципы образования тройной углерод-углеродной связи</p>	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>

		химия. М.: Бином, 2011
3.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>
4.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. -</p>

		<p>(Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>
5.	Ацетилен и его производные в органическом синтезе. Образование циклических соединений	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.</p>

		<p>Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>
6.	<p>Реакции окисления в органическом синтезе. Реакции восстановления в органическом синтезе. Защитные группы в органическом синтезе</p>	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. -</p>

		<p>(Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>
7.	Избранные синтезы	<p>1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.</p> <p>2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.</p> <p>4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :</p> <p>5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.</p> <p>6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50</p> <p>7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011</p>

3. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины «Стратегия органического синтеза» предполагает использование следующих образовательных технологий:

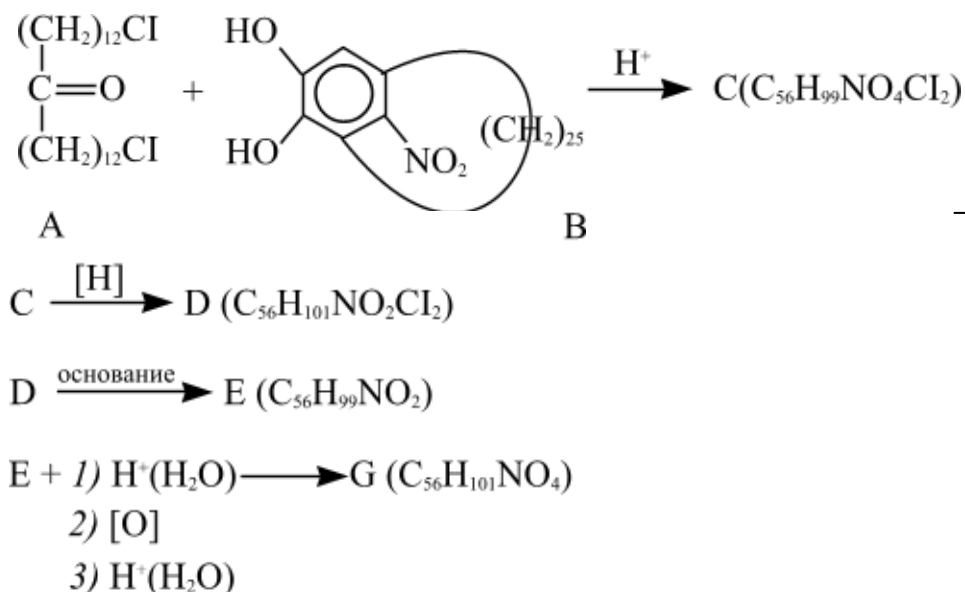
- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. Лекционные занятия: | 2. Практические занятия: |
| а) традиционная лекция | а) семинар |
| б) лекция-дискуссия | б) творческое задание |
| в) лекция-консультация | в) «мозговой штурм» |
| | г) кооперативное обучение |

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

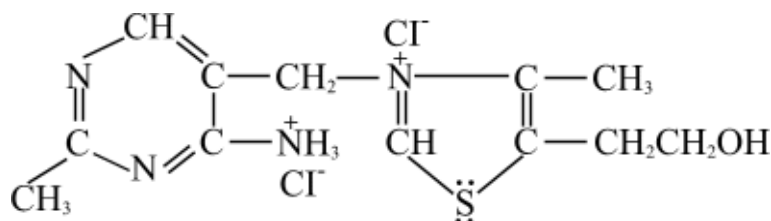
Примеры задач для самостоятельного решения

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

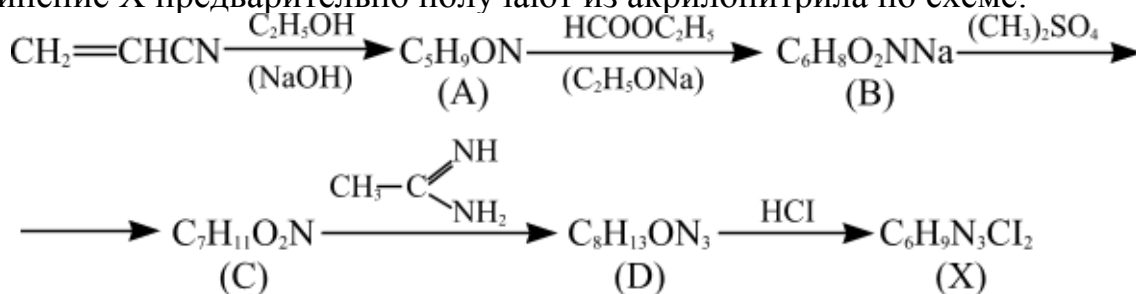


1. Приведите структурные формулы А—G.
2. В чем заключается необычность структуры G?
3. Какие еще виды химических соединений с аналогичным типом связей Вам известны? Приведите примеры и, если знаете, их названия.

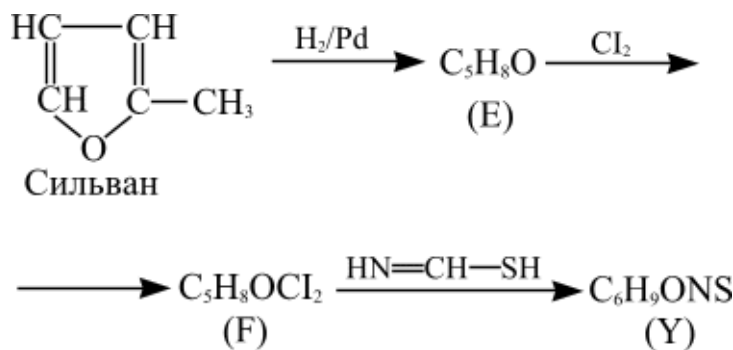
Задание 2. Витамин B₁, имеющий следующее строение:



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:

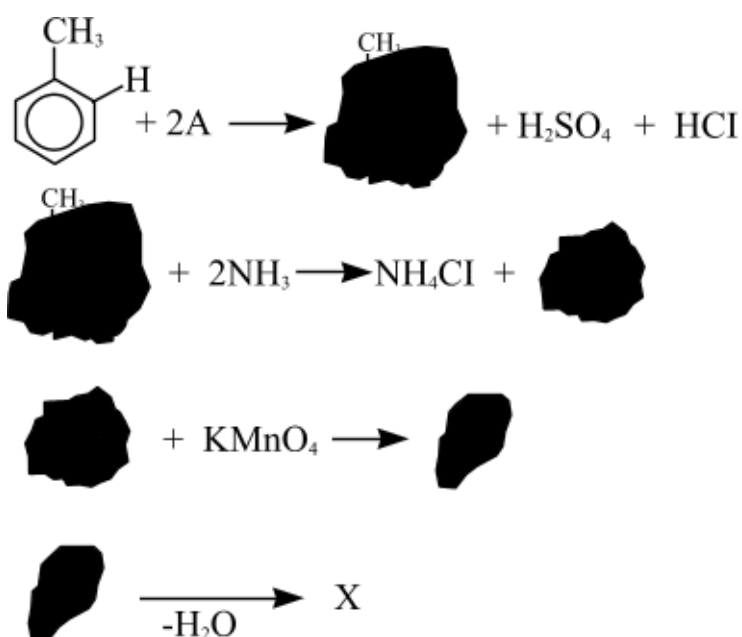


1. Напишите структурные формулы А, В, С, D, E, F, X и Y.
2. Объясните, почему в многостадийных синтезах лучше сначала получить несколько фрагментов целевого вещества по коротким цепочкам превращений, после чего соединить эти фрагменты на последних стадиях.

Задание 3. Фронталин (67,58% углерода, 9,92% водорода, 22,50% кислорода, $M_r=142,22$) - 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 $C(C_6H_{12}O)$. Обработывая С пара-толуолсульфонилхлоридом в пиридине, а затем цианидом натрия в ДМСО получают вещество Д ($C_7H_{11}N$). Реакция вещества Д с метилмагниийодидом с последующим гидролизом приводит к

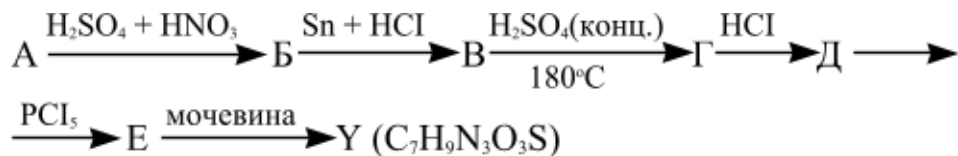
образованию вещества E ($C_8H_{14}O$). Вещество E в ИК-спектре имеет полосу при 1700 см^{-1} . Эпоксидирование вещества E надбензойной кислотой приводит к образованию вещества F($C_8H_{14}O_2$), которое при обработке разбавленной кислотой внутримолекулярно превращается в кеталь - Фронталин - вещество θ . Напишите уравнения реакций.

Задание 4. Среди "случайных" открытий числится синтез вещества X, 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.



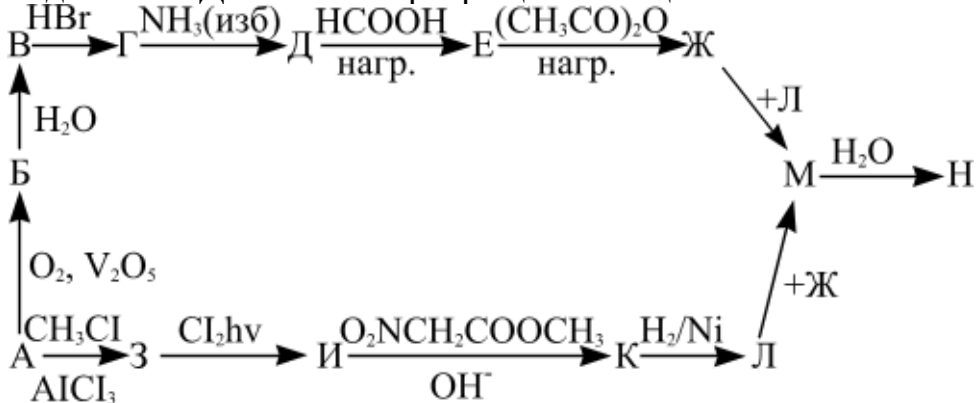
Для соединения A приведен элементный состав ($\omega_{\text{H}} - 0,86\%$; $\omega_{\text{S}} - 27,47\%$; $\omega_{\text{Cl}} - 30,47\%$; $\omega_{\text{O}} - 41,20\%$). В продажу поступает 3-х водный кристаллогидрат натриевой соли X. Определите формулу товарного продукта и назовите вещество X.

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



Соединение X ($\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_2$) 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.

Задание 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.

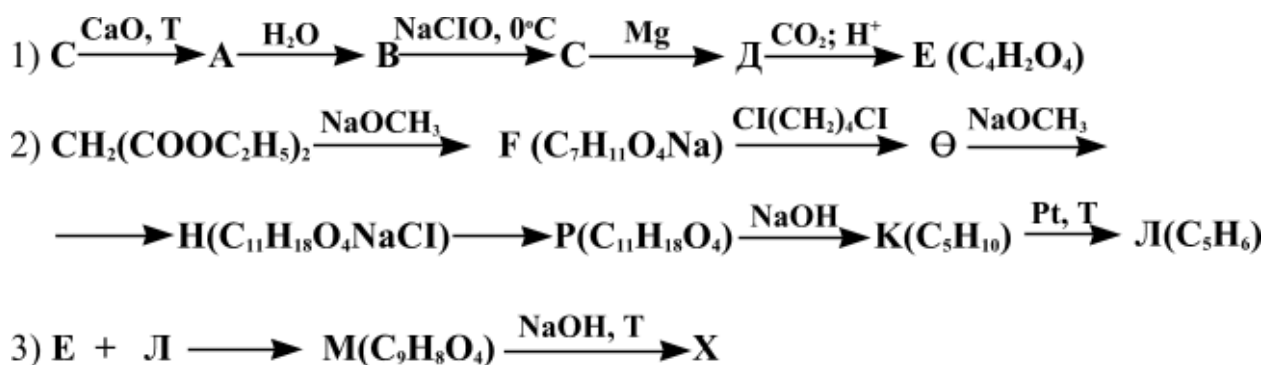
2. Какие из указанных веществ имеют асимметрические атомы углерода? Напишите одно из них в виде R- и S-изомеров.

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?

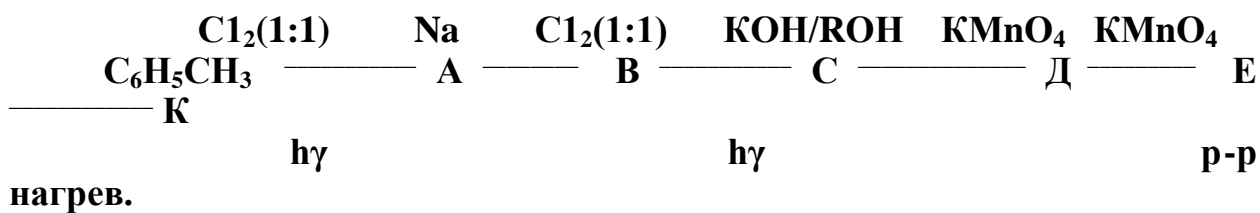
5. Взаимодействие веществ Ж и Л приводит к образованию двух продуктов. Какой из них образуется преимущественно?

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

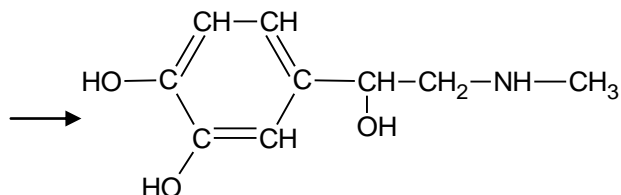
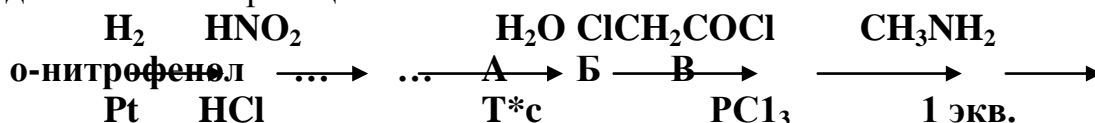


Определите строение веществ А—М и X. Напишите уравнения реакций.

Задание 8. Осуществите превращение:

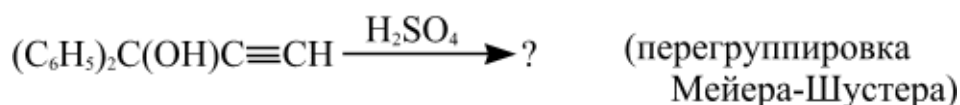


Задание 9. Адреналин можно синтезировать при помощи последовательности реакций:

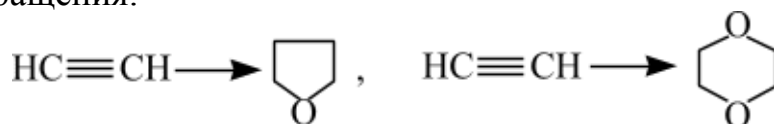


Назовите промежуточные соединения А, Б и В.

Задание 10. Приведите структуры продуктов следующих превращений:



Задание 11. Какие стадии необходимы, чтобы осуществить превращения:



Задание 12. Приведите методы, позволяющие осуществить превращения:



Задание 13. Превратите п-толуиловый альдегид в п-карбокситолуальдегид.

Задание 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.

Задание 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; моносодиевое производное малонового эфира; поташ, затем серная кислота; хлористый тионил, затем $AlCl_3$. 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.

Задание 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.

Задание 17. При связывании всего брома, содержащегося в смеси изомеров А массой 2,02 г. образовалось 3,74 г бромидов 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 1 Н водного раствора $NaOH$. Какое строение имеют вещества А—Г? Какой из изомеров не мог содержаться в смеси А?

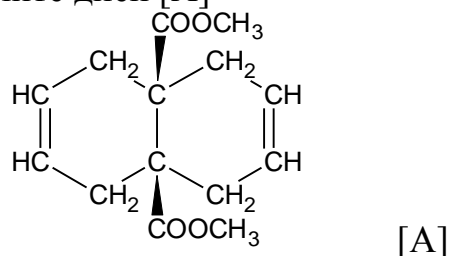
Задание 18. В промышленности для получения органического стекла используют метилметакрилат. Напишите 8 уравнений химических реакций, достаточно полно характеризующих химические свойства этого соединения. Укажите условия, в которых проходят эти реакции. Предложите и обоснуйте схему синтеза метилметакрилата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

Задание 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 хлормицетина?

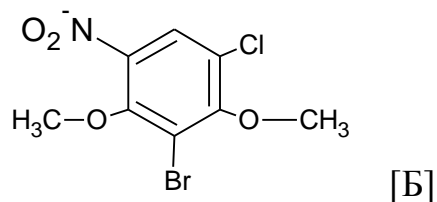
Задание 20. Медицинский препарат эфедрин $C_6H_5CH(OH)-CH(NHCH_3)CH_3$ используется как сосудосуживающее и бронхорасширяющее средство. Предложите методику синтеза этого препарата из бензола, пропана и неорганических реагентов.

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

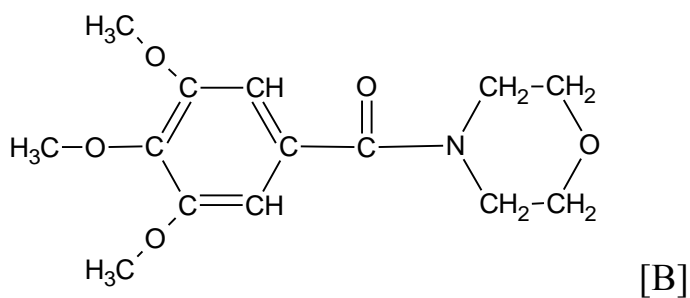
Задание 22. Исходя из бутадиена, ацетилен и формальдегида получите диен [А]



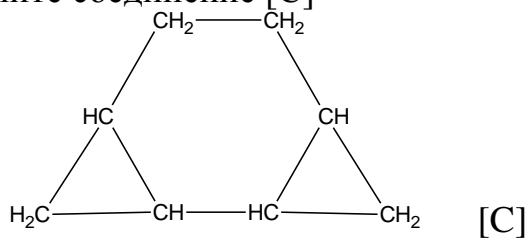
Задание 23. Из п-дихлорбензола и других необходимых реагентов получите соединение [Б]



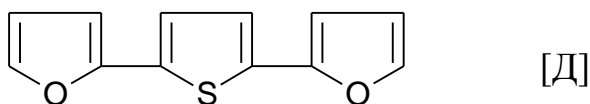
Задание 24. Предложите способ синтеза триоксазина [В] (морфолид галловой кислоты, транквилизатор) исходя из гваякола (2-метоксифенол), морфолина и других необходимых реагентов:



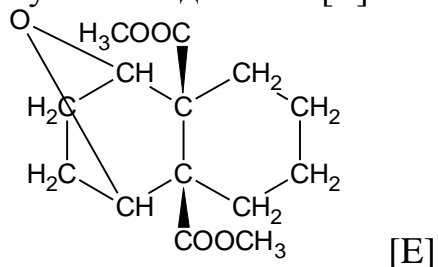
Задание 25. Исходя из циклогексена и других необходимых реагентов получите соединение [C]



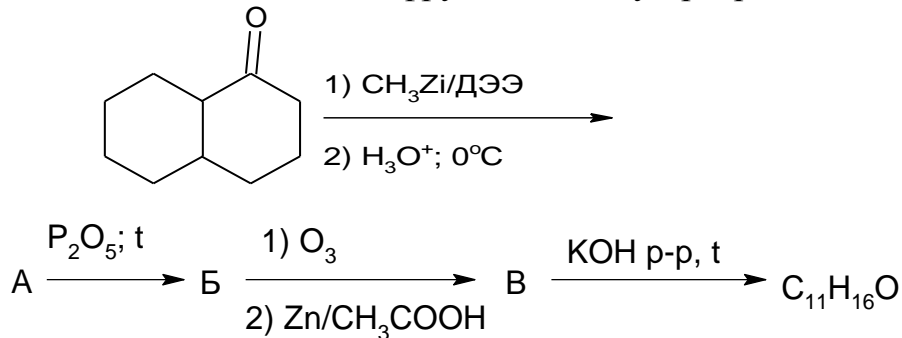
Задание 26. Исходя из фурана и ацетилена получите 2,5-бис(2-фурил)-тиофен [Д]



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



Задание 28. Расшифруйте цепочку превращений:



3. Дайте определение и приведите примеры: селективной, хемоселективной, региоселективной, стереоселективной и энантиоселективной реакций.
4. Требования к исходным веществам при проведении препаративного синтеза: реакционная способность; синтетические возможности; стадийность синтезов; выходы конечных продуктов.
5. Гомо- и гетерогенный катализ. Требования, предъявляемые к катализаторам.
6. Катализаторы гидрирования, дегидрирования, окисления, полимеризации.
7. Роль растворителя при проведении химической реакции.
8. Классификация органических растворителей по химическому строению, физическим и кислотно-основным свойствам.
9. Классификация органических растворителей в зависимости от их пожаро- и взрывоопасности, токсичности.
10. Какие факторы принимаются во внимание при планировании органического синтеза?
11. В чем суть ретросинтетического планирования?
12. Дайте определение понятиям: синтоны, синтетические эквиваленты, трансформации.
13. Какие задачи решает ретросинтетический анализ?
14. Нуклеофильные синтоны и их синтетические эквиваленты.
15. Электрофильные синтоны и их синтетические эквиваленты.
16. Образование С-С связи с участием металлоорганических соединений.
17. Образование С-С связи с участием стабилизированных карбанионов: а) карбанионы, стабилизированные двумя (-M) группами; б) карбанионы, стабилизированные одной (-M) группой.
18. Образование С-С связи реакциями, в которых нуклеофил – нейтральная молекула.
19. Элиминирование в системах $\text{H-C}_\beta\text{-C}_\alpha\text{-X}$.
20. Элиминирование в системах $\text{Y-C}_\beta\text{-C}_\alpha\text{-X}$.
21. Реакции фрагментации γ -разветвленных спиртов и галогенидов; γ -амино- γ -гидроксигалогенидов; 1,3-диолов.
22. Частичное восстановление алкинов в цис- и транс- алкены.
23. Примеры построения углеродного скелета с одновременным введением двойной связи.
24. Примеры реакций элиминирования, приводящие к новым представлениям о синтезе ацетиленов.
25. Алкилирование ацетиленидов металлов и реактивов Гриньяра; ограничение реакций.
26. Расщепление металлоорганических соединений ацетиленом.
27. Введение функциональных групп в алканы, алкены, алкины, арены, простые гетероциклические соединения.

28. Взаимопревращения спиртов, аминов, галогенопроизводных, нитросоединений, альдегидов и кетонов, кислот и их производных.
29. Гомо- и гетерогенное каталитическое гидрохлорирование и гидратация ацетилена.
30. Гидроацетоксилирование ацетилена в синтезе винилацетата, винилпропионата и винилстеарата-ингибиторов биологических процессов и пластификаторов в реакциях сополимеризации.
31. Винилирование спиртов: зависимость скорости реакции от строения спирта.
32. Гидросилилирование ацетилена и его производных в синтезе ценных мономеров – винилорганохлорсиланов.
33. Примеры реакций С-винилирования по Реппе.
34. Взаимодействие ацетилена с азот- и серусодержащими соединениями.
35. Условия внутримолекулярного циклообразования. Правила Болдуина.
36. Реакции Михаэля, Пшорра, Дикмана, Торпа-Циглера, ацилоиновая конденсация и аннелирование по Робинсону в синтезе малых, средних и больших циклов.
37. Межмолекулярные процессы циклообразования: реакция Дильса-Альдера; правила циклоприсоединения.
38. Примеры реакций электроциклического циклообразования.
39. Реакция Бартонна в селективном окислении стероидов.
40. Примеры бензильного окисления.
41. Реакция гидроксирования: образование цис- и транс аддуктов.
42. Озонирование алкенов: продукты окислительной и восстановительной обработки озонидов.
43. Окисление вторичных спиртов в кетоны.
44. Условия окисления первичных спиртов в альдегиды.
45. Окисление с переносом гидрид- иона: по Оппенгауэру, реакция Соммле.
46. Окисление альдегидов и кетонов в карбоновые кислоты.
47. Условия каталитического гидрирования, восстановления гидридами металлов и растворяющимися металлами.
48. Восстановление алкенов и алкинов.
49. Восстановление альдегидов и кетонов. Реакция Меервейна-Понндорфа-Верлея.
50. Восстановление карбоновых кислот и их производных: реакции Буво-Блана и МакФэдена-Стивенса.
51. Восстановительное раскрытие цикла в эпоксидах в присутствии палладия и скелетного никеля.
52. Восстановление ароматических соединений по Бёрчу.
53. Какими необходимыми качествами должна обладать защитная группа?
54. Защита спиртов: образование простых и сложных эфиров.

55. Ацетальная и кетальная защита диолов.
56. Защита карбоновых кислот.
57. Ацетальная, кетальная и моноиокетальная защита карбонильных групп.
58. Применение защитных групп в синтезе пептидов.
59. Дайте определение понятиям: линейный синтез; конвергентный синтез; их достоинства и недостатки.
60. Обсудите возможные пути синтеза феромона Z-Геникосен-6-она-11.
61. Предложите получение хиральной молекулы гексагелицена с ангулярно связанными бензольными кольцами.
62. Получение и строение реактивов Гриньяра и литийорганических соединений.
63. Реактивы Гриньяра и литийорганические соединения в реакциях: а) с O-H, N-H, S-H и C-H кислотными соединениями, б) алкилирования, в) с карбонильными соединениями, г) с карбоновыми кислотами и их производными, д) с оксиранами и оксетанами.
64. Синтезы алкилкупратов, литийдиалкилкупратов и гетерокупратов.
65. Реакции купратов с алкинами, насыщенными и α, β -непредельными альдегидами и кетонами, эпоксидами, оксетанами, алкилгалогенидами и тозилатами.
66. Получение диметилтитандихлорида.
67. Особенности реакций диметилтитандихлорида с карбонильными соединениями, α, β -непредельными карбонильными соединениями и хлорангидридами карбоновых кислот.
68. Использование комплексов титана в энантиоселективном варианте реакции Дильса-Альдера.
69. Реакции хлорсиланов со спиртами, алкоксидами, аммиаком, металлоорганическими соединениями.
70. Взаимодействие аminosиланов с кислотами, спиртами, тиоспиртами, силанолами, многоатомными фенолами и алкинами.
71. Реакции с участием винил- и аллилсиланов.
72. Реакции с участием силильных эфиров енолов.
73. Получение карбофункциональных оловоорганических соединений.
74. Реакции оловоорганических гидридов.
75. Реакции станниламинов.
76. Реакции оловоорганических алкоксидов и станноксанов.
77. Синтезы тетраалкилгерманов, гексаалкилдигерманов, германийорганических галогенидов и гермиламинов.
78. Германийорганические соединения в реакциях по связи германий-углерод.
79. Реакции германийорганических галогенидов.
80. Реакции гермиламинов.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. М.: Бином, 2009.
2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 567 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746136. - ISBN 9785947746112 : 207.00.
3. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 623 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785947746419. - ISBN 9785947746112 : 207.00.
4. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. В 4-х ч. Ч. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 544 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - ISBN 9785996302611. - ISBN 9785947746112 :
5. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. учебник для студентов вузов : в 4 ч. Ч. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин ; МГУ им. М. В. Ломоносова. - 2-е изд., испр. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 726 с. : ил. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 721-723. - ISBN 9785996304615. - ISBN 9785947746112 : 287.50.5.
6. Титце, Лутц Ф. Domino-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике ; пер. с англ. Л. И. Беленького и др. ; под ред. Л. И. Беленького. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 671 с. - (Химия). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 9785996302277 : 632.50
7. Эльшенбройх К. Металлоорганическая химия. М.: Бином, 2011

5.2 Дополнительная литература:

1. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура [Текст] : углубленный курс для университетов и химических вузов : в 4-х т. Т. 1 / Дж. Марч ; пер. с англ. З. Е Самойловой ; под ред. И. П. Белецкой . - Москва : Мир, 1987. - 381 с. : ил.
2. Органическая химия. Реакции, механизмы и структура [Текст] : углубленный курс для университетов и химических вузов : в 4-х т. Т. 2 / Дж. Марч ; пер. с англ. М. А. Родкина, З. Е Самойловой ; под ред. И. П. Белецкой. - Москва : Мир, 1987. - 504 с. : ил.
3. Агрономов А.Е. Избранные главы органической химии. М.: Химия, 1990.
4. Смит В.А., Бочков А.Ф., Кейпл Р. Органический синтез. М.: Мир, 2001.
5. Кери, Ф. Углубленный курс органической химии : в 2 кн. Кн. 1 : Структура и механизмы / Ф. Кери, Р. Сандберг ; пер. с англ. Г. В. Гришиной, В.

М. Демьянович, В. В. Дуниной ; под ред. В. М. Потапова. - М. : Химия, 1981. - 519 с. - Библиогр. : с. 502-509.

6. Кери, Ф. Углубленный курс органической химии [Текст] : в 2 кн. Кн. 2 : Реакции и синтезы / Ф. Кери, Р. Сандберг ; пер. с англ. Г. В. Гришиной, В. М. Демьянович, В. В. Дуниной ; под ред. В. М. Потапова. - М. : Химия, 1981. - 455 с. - Библиогр. : с. 433-442.

5.3. Периодические издания:

1. Успехи химии.
2. Журнал органической химии.
3. Журнал общей химии.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://journal.issep.rssi.ru/> - Соросовский образовательный журнал;

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

По разделам дисциплины запланирована самостоятельная работа аспирантов. Форма организации предполагает выдачу аспирантам задания на усвоение определенного объема материала, с последующим контролем усвоения посредством контрольной работы.

Успешное освоение дисциплины требует от студентов регулярного посещения лекций, а также активной работы на практических занятиях, ознакомления с основной и дополнительной рекомендуемой литературой.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

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 практическому занятию рекомендуется:

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

При проработке лекционного материала студентам необходимо отмечать те вопросы и разделы, которые вызывают у них затруднения. с целью последующей консультации у преподавателя.

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.

Самостоятельная работа студентов связана с проработкой и повторением лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, изучением самостоятельно некоторых разделов курса, подготовкой к устным опросам, написанием реферата, подготовкой к текущему контролю и промежуточной аттестации.

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.

Самостоятельная работа аспирантов на 1-ом курсе

№	Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	2	3	4
1.	Цели органического синтеза	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала.	устный опрос
2.	Новые синтетические подходы	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала.	устный опрос
3.	Планирование и общая стратегия синтеза	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Решение задач.	устный опрос
4.	Принципы образования одинарной углерод-углеродной связи	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос

5.	Принципы образования связей C-Si, C-Ge, C-Sn	Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите.	защита лабораторных работ № 1,2,3
6.	Принципы образования двойной углерод-углеродной связи	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос
7.	Принципы образования тройной углерод-углеродной связи	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос

Самостоятельная работа аспирантов на 2-ом курсе

№	Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	2	3	4
8.	Введение и взаимопревращения функциональных групп	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала.	устный опрос
9.	Ацетилен и его производные в органическом синтезе	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите.	защита лабораторной работы № 4
10.	Образование циклических соединений	Изучение лекционного и дополнительного теоретического материала. Оформление лабораторных работ и подготовка к их защите.	защита лабораторной работы № 5
11.	Реакции окисления в органическом синтезе	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос
12.	Реакции восстановления в органическом синтезе	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос
13.	Защитные группы в органическом синтезе	Самостоятельное изучение отдельных разделов курса.	устный опрос
14.	Избранные синтезы	Изучение лекционного материала. Выполнение творческих заданий.	выполнение творческого задания

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

1. Использование электронных презентаций при проведении лекционных и практических занятий.
2. Консультирование посредством электронной почты или прочих средств электронной коммуникации.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Программа для демонстрации и создания презентаций («Microsoft PowerPoint»).
2. Программа для рисования химических формул и молекулярных моделей используется свободное программное обеспечение из пакета ACDLabs (ChemSketch).

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Научная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com>).
3. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>).
4. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (<http://cyberleninka.ru>).
5. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (www.biblioclub.ru).
6. Реферативная база данных (<https://www.scopus.com>)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для проведения занятий по дисциплине «Стратегия органического синтеза», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- лекционная аудитория, оснащенная экраным проектором и маркерной доской для демонстрации лекционного материала;
- учебная лаборатория (15 рабочих мест), оснащенная необходимым оборудованием для синтеза и исследования химических свойств различных органических и элементоорганических соединений;
- специализированная учебно-исследовательская лаборатория, оснащенная приборами для идентификации и исследования строения органических веществ (УФ-спектрофотометр Leki SS2109UV, ИК-

спектрометр ИнфраЛЮМ ФТ-02, хромато-масс-спектрометр Shimadzu GCMS QR2010S), а также 7 персональными компьютерами с необходимым программным обеспечением.