

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

_____ А. Г. Тырков

04 апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ХМ

_____ Л. А. Джигола

04 апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Составитель(и)	Великородов А. В., профессор, доктор химических наук, профессор;
Согласовано с работодателями:	Ежова И. Н., генеральный директор ООО НПП «Вулкан»; Орлова О. В., главный технолог ФГУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Астраханской области»;
Направление подготовки / специальность	04.03.01 ХИМИЯ
Направленность (профиль) / специализация ОПОП	Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность
Квалификация (степень)	бакалавр
Форма обучения	очная
Год приёма	2024
Курс	3
Семестр(ы)	5–6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целями освоения дисциплины (модуля) «Органическая химия» являются: формирование у обучающихся компетенций, связанных с пониманием теоретических основ фундаментальных разделов органической химии; приобретение навыков химического эксперимента с привлечением информационных баз данных для последующего применения в профессиональной сфере деятельности – производственной, научно-исследовательской, образовательной.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

выработка умений прогнозировать свойства соединений, опираясь на теоретические концепции органической химии, овладение методами органического синтеза и знание областей практического применения органических веществ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Органическая химия» относится к обязательной части и осваивается в 5,6 семестрах.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями):

- неорганическая химия
- строение вещества;
- физика;
- введение в информационные технологии;
- математика;
- введение в информационные технологии;
- квантовая механика и квантовая химия;
- аналитическая химия.

Знания: основы теории фундаментальных разделов химии

Умения: способность применять основные законы химии на практике и при обсуждении результатов.

Навыки и (или) опыт деятельности: владение навыками химического эксперимента; владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, владение методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов.

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):

- высокомолекулярные соединения;
- физическая химия;
- биорганическая химия;
- практики;
- выпускная квалификационная работа.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующей(их) компетенции(ий) в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

б) *обще*профессиональной(ых) (ОПК):

общепрофессиональных (ОПК):

ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ОПК-1	ОПК-1.1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений.	-теоретические представления органической химии о составе, строении и свойствах органических соединений, биологически активных веществ.	- предлагать интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии;	- навыками обобщения результатов анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности;
ОПК-2	ОПК-2.1. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	- правила работы с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; - способы получения и свойства основных классов органических соединений (углеводороды, спирты, органические кислоты, альдегиды, аминосоединения, гетероциклически е соединения).	- работать с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; - проводить синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик; - использовать теоретические знания свойств органических соединений для безопасного обращения с ними,	- навыками проведения исследования; - навыками безопасного обращения с органическими и неорганическими веществами с учетом их физических и химических свойств, способностью проводить оценку возможных рисков.

Код компетенции	Код и наименование индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
			прогнозировать возможные риски, связанные с их использованием.	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 22 зачетные единицы (792 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	22
Объем дисциплины в академических часах	792
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	497
- занятия лекционного типа, в том числе:	152
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	340
- практическая подготовка (если предусмотрена)	-
- в ходе подготовки и защиты курсовой работы	2
- консультация (предэкзаменационная)	3
- промежуточная аттестация по дисциплине	-
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	295
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 5 семестр; экзамен – 6 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 5.										
Тема 1. Введение в органическую химию	4		4					4	12	Опрос, тестирование
Тема 2. Алканы	2		2		4			4	12	Отчет по лабораторной работе «Углеводороды» Контрольная работа 1. «Сравнительная характеристика углеводов». Тестирование
Тема 3. Алкены	2		2		4			4	12	
Тема 4. Алкадиены	2		2		4			4	12	
Тема 5. Алкины	2		2		4			4	12	
Тема 6. Арены	4		4		8			4	20	
Тема 7. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводов	4		4		4			8	20	Отчет по лабораторной работе «Галогенпроизводные углеводов», Тестирование
Тема 8. Спирты	4		4		8			6	22	Отчет по лабораторной работе «Спирты. Простые эфиры» Разбор конкретных ситуаций
Тема 9. Простые эфиры	4		4		4			4	16	
Тема 10. Фенолы. Хиноны	4		4		8			6	22	Отчет по лабораторной работе «Фенолы. Хиноны» Разбор конкретных ситуаций
Тема 11. Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования	4		4		8			6	22	Контрольная работа 2 «Галогенпроизводные. Спирты. Нуклеофильное замещение. Элиминирование» Коллоквиум «Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Прямое нуклеофильное

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										замещение атома водорода. Викариозное нуклеофильное замещение» Отчет по лабораторной работе «Синтез этилбромид»
Тема 12. Электрофильное замещение в ароматическом ряду	4		4		4			6	18	Коллоквиум «Ароматические, неароматические и антиароматические соединения. Реакции электрофильного замещения» Отчет по лабораторной работе «Синтез пикриновой кислоты» Тестирование.
Тема 13. Альдегиды и кетоны	4		4		8			6	22	Отчет по лабораторной работе «Альдегиды и кетоны» Разбор конкретных ситуаций Тестирование.
Тема 14. Реакции окисления	4		4		8			6	22	Разбор конкретных ситуаций.
Тема 15. Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные	8		8		8			8	32	Синтез бензойной кислоты, адипиновой кислоты Отчет по лаб. работам
Тема 16. Реакции конденсации	4		4		8			8	24	«Монокарбоновые кислоты и их производные»,
Тема 17. Углеводы	4		4		8			6	22	Синтез этилацетата и ацетанилида», «Синтез бензальанилина,

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП				
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП					
										фенолфталеина» Коллоквиум «Реакции карбонильных производных» Отчет по лаб. работе «Углеводы» Тестирование	
Тема 18. Реакции восстановления	4		4		4			6,5	18,5	Разбор конкретных ситуаций Отчет по лаб. работам «Синтез анилина, фенилгидроксиламина»	
Тема 19. Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия.	4		4		4			6	18	Отчет по лабораторной работе «Бифункциональные карбоновые кислоты» Контрольная работа 3 «Кислородсодержащие соединения. Углеводы» Тестирование	
Консультации									1,5		
Контроль промежуточной аттестации											Экзамен
ИТОГО за семестр:	72		72		108			106,5	360		
Семестр 6.											
Тема 20. Ацетоуксусный и малоновый эфиры и их применение в органическом синтезе.	8		4		10			18	40	Отчет по лабораторной работе «Синтез дибензальацетона» Разбор конкретных ситуаций»	
Тема 21. Перегруппировки в органическом синтезе.	4		2		6			18	30	Отчет по лабораторной работе «Синтез этиламина» Разбор конкретных ситуаций	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Тема 22. Алифатические и ароматические нитросоединения	4		3		10			18	35	Синтез пикриновой кислоты, <i>p</i> - и <i>o</i> -нитрофенолов. Разбор конкретных ситуаций Отчет по лаб. работе «Амины» Отчет по лабораторной работе «Синтез анилинового красного, метилоранжа, 5-(4-бромфенил)фурфурола» Контрольная работа 4 «Азотсодержащие соединения»
Тема 23. Алифатические и ароматические amino-, диазо- и азосоединения	10		4		18			18	50	
Тема 24. Аминокислоты и белки	4		2		10			18	34	
Тема 25. Аренсульфоновые кислоты	4		2		10			20	36	
Тема 26. Полиядерные ароматические соединения	8		4		16			20	48	Разбор конкретных ситуаций, тестирование. Отчеты по лабораторным работам «Нафталин. Антрацен», «Трифенилметановые красители»
Тема 27. Пятичленные гетероциклы	16		8		16			20	60	Разбор конкретных ситуаций Отчет по лабораторным работам «Синтез бензимидазола», «Синтез фурфурола»,
Тема 28. Шестичленные гетероциклы	16		8		16			20	60	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации [по семестрам]
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
										«Синтез кислоты Мельдрума» Разбор конкретных ситуаций. Контрольная работа 5 «Ароматические и гетероциклические соединения»
Тема 29. Основы ретросинтетического анализа	6		3		8			18,5	35,5	Отчет по лабораторной работе «Теоретический органический синтез» Круглый стол
Курсовая							2		2	
Консультации									1,5	
Контроль промежуточной аттестации										Экзамен
ИТОГО за семестр:	80		40		120			188,5	432	
Итого за весь период	152		112		228		2	295	792	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-2...	
Тема 1. Введение в органическую химию	12	+	+	2
Тема 2. Алканы	12	+	+	2
Тема 3. Алкены	12	+	+	2
Тема 4. Алкадиены	12	+	+	2
Тема 5. Алкины	12	+	+	2
Тема 6. Арены	20	+	+	2
Тема 7. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов	20		+	2
Тема 8. Спирты	22	+	+	2

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции		Общее количество компетенций
		ОПК-1	ОПК-2...	
Тема 9. Простые эфиры	16	+	+	2
Тема 10. Фенолы. Хиноны	22	+	+	2
Тема 11. Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования	22	+	+	2
Тема 12. Электрофильное замещение в ароматическом ряду	18	+	+	2
Тема 13. Альдегиды и кетоны	22	+	+	2
Тема 14. Реакции окисления	22	+	+	2
Тема 15. Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные	32	+	+	2
Тема 16. Реакции конденсации	24	+	+	2
Тема 17. Углеводы	22	+	+	2
Тема 18. Реакции восстановления	18,5	+	+	2
Тема 19. Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия.	18	+	+	2
Тема 20. Ацетоуксусный и малоновый эфиры и их применение в органическом синтезе.	40	+	+	2
Тема 21. Перегруппировки в органическом синтезе.	30	+	+	2
Тема 22. Алифатические и ароматические нитросоединения	35	+	+	2
Тема 23. Алифатические и ароматические амино-, диазо- и азосоединения	50	+	+	2
Тема 24. Аминокислоты и белки	34	+	+	2
Тема 25. Аренсульфоновые кислоты	36	+	+	2
Тема 26. Полиядерные ароматические соединения	48	+	+	2
Тема 27. Пятичленные гетероциклы	60	+	+	2
Тема 28. Шестичленные гетероциклы	60	+	+	2
Тема 29. Основы ретросинтетического анализа	35,5	+	+	2
Курсовая работа	2	+	+	2
Итого	789			

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в органическую химию. Предмет органической химии. Причины выделения ее в самостоятельную науку. Роль и значение современных достижений органического синтеза. Методы выделения и очистки органических соединений. Качественный и количественный анализ органических соединений. Теория строения органических соединений Бутлерова. Физические методы в исследовании органических соединений (спектроскопические

методы, инфракрасные спектры поглощения, ядерный магнитный резонанс, хромато-масс-спектрометрия). Типы химической связи: ковалентная, ионная, семиполярная, координационная, водородная. Гибридные состояния атомов углерода. Строение σ - и π -связей. Двойная и тройная связи. Электронные эффекты в органических соединениях. Классификация органических соединений.

Тема 2. Алканы. Гомологический ряд предельных углеводородов. Изомерия. Номенклатура. Природные источники парафинов. Промышленные способы получения. Получение парафинов восстановлением окиси и двуокиси углерода. Гидрирование непредельных соединений. Получение парафинов из спиртов, галоидных алкилов. Синтез Вюрца. Анодный синтез Кольбе. Декарбокислирование карбоновых кислот и их солей. Общая характеристика ковалентных связей в молекуле алканов. Понятие о свободном вращении вокруг С-С связи. Заторможенная и заслоненная конформации. Формулы Ньюмена. Физические свойства парафинов. Химические свойства предельных углеводородов. Гомолитическое и гетеролитическое расщепление ковалентных связей. Радикальные реакции замещения: галоидирование, нитрование, сульфохлорирование, окисление. Дегидрирование. Техническое применение данных реакций, Использование нитросоединений и продуктов окисления. Понятие о цепном механизме реакции. Способы инициирования цепных реакций. Понятие о переходном состоянии и энергии активации. Изомеризация алканов. Устойчивость карбокатионов. Пиролиз алканов. Использование предельных углеводородов в органическом синтезе. Состав нефти и пути ее переработка. Спектральный анализ алканов.

Тема 3. Алкены. Способы образования двойной углерод-углеродной связи: крекинг и дегидрирование алканов, дегидратация спиртов и дегидрогалогенирование галогеноалканов (правило Зайцева), частичное гидрирование алкинов. Описание электронного строения алкенов в рамках представлений о локализованных молекулярных орбиталях и sp^2 -гибридизации атомных орбиталей углеродного атома. Орбиталь- π -связи. Энергия, полярность и поляризуемость π -связи. Геометрическая изомерия в ряду алкенов как разновидность стереоизомерии. *Z,E*-номенклатура геометрических изомеров. Методы определения конфигурации. Реакции присоединения как основной тип реакций алкенов. Каталитическое гидрирование алкенов (гетерогенное, гомогенное), роль катализатора, теплота гидрирования. Реакции электрофильного присоединения к алкенам галогенов, галогеноводородов, воды, серной кислоты. Механизм реакций. Промежуточные продукты реакций (π -комплексы, карбокатионы, галогенониевые ионы). Влияние заместителей на стабильность карбокатионов. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Региоселективность электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Антимарковниковское присоединение к несимметричным алкенам. Обобщенное правило электрофильного присоединения. Стереоспецифичность и стереоселективность реакций. Стереоспецифичное присоединение брома к алкенам. Сопряженное присоединение к связи С=C (хлора в воде, брома в метаноле). Присоединение, сопровождающееся перегруппировкой. Присоединение формальдегида к алкенам в присутствии серной кислоты (реакция Принса). Свободнорадикальное присоединение к алкенам бромистоводородной кислоты. Пероксидный эффект. Присоединение к алкенам тетрахлорметана и других галогенометанов в присутствии пероксидов. Теломеризация. Реакции циклоприсоединения по связи С=C: присоединение карбенов, озона, непредельных соединений. Ступенчатое и согласованное циклоприсоединение. Окислительные превращения алкенов: вакер-процесс, гидроксирование по Вагнеру, окисление по Прилежаеву, озонлиз алкенов (восстановительное и окислительное расщепление озонидов, определение структуры методом озонлиза), окислительное расщепление связи С=C под

действием перманганата калия. Полимеризация алкенов и способы ее осуществления. Механизмы. Свободнорадикальная, катионная, анионная и координационная полимеризация. Реакции алкенов с сохранением двойной связи C=C. Галогенирование в аллильное положение. Аллильный радикал, причины его стабильности. Высокотемпературное хлорирование этилена. Окисление и окислительный аммонолиз по аллильному положению.

Тема 4. Алкадиены. Номенклатура диеновых углеводородов. Получение диенов алленового типа. Химические свойства алленов. Stereoизомерия. Кумулены. Получение углеводородов с сопряженной системой двойных связей. Характеристика связей в бутадиене-1,3 длина связей, энергия сопряжения. Физические свойства. Химические свойства диеновых углеводородов с сопряженными связями. Механизм электрофильного присоединения к сопряженным диенам. Основные закономерности диенового синтеза. Правило Вудворда-Гофмана. Понятие о терпенах, терпеноидах. Природные источники терпенов. Полимеризация олефинов и диенов. Каучуки.

Тема 5. Алкины. Изомерия и номенклатура алкинов. Получение алкинов из карбидов металлов, галогенпроизводных, алкилирование ацетиленов. Общая характеристика связей в молекуле ацетиленов. Физические свойства ацетиленовых углеводородов. Химические свойства. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения. Механизм этих реакций. Гидрирование и восстановление натрием в жидком аммиаке. Циклизация и димеризация ацетиленов. Причины подвижности атома водорода у углерода при тройной связи. Реакции замещения: образование ацетиленидов, магнийорганические соединения ацетиленов. Конденсация ацетиленов с карбонильными соединениями. Изомеризация моноалкилацетиленов в диалкилацетилены. Промышленные синтезы на основе ацетиленов. Спектральный анализ непредельных углеводородов.

Тема 6. Арены. Aроматическое состояние. Определение энергии сопряжения. Понятие об использовании метода молекулярных орбиталей. Качественные и количественные критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические соединения. Гомологический ряд бензола. Номенклатура и изомерия. Синтез бензола и его гомологов. Физические свойства. Химические свойства. Общие закономерности реакции электрофильного замещения в ароматическом ряду. Типы промежуточных соединений: σ - и π -комплексы. Ориентация при электрофильном замещении. Электронное влияние заместителей на ход реакции. Согласованная и несогласованная ориентация. Нуклеофильное замещение в бензольном кольце. Реакции с участием боковых цепей алкилбензолов. Легкость гомолиза бензильных C-H связей и ее причины. Получение фенола и ацетона из кумола. Методы получения дифенила и его производных. Атропизомерия в ряду дифенила. Сравнение поведения бензола и дифенила в реакциях электрофильного замещения. Методы синтеза соединений ряда трифенилметана. Причины особых свойств C-H связи в метиновой группе трифенилметана. Трифенилхлорметан. Основной характер трифенилкарбинола. Красители ряда трифенилметана, строение и цветность этих красителей. Трифенилметил-радикал. Устойчивые радикалы, их получение и свойства. Устойчивые карбокатионы и карбоанионы.

Тема 7. Галогенпроизводные алифатических и ароматических углеводородов. Способы образования связи углерод-галоген в ряду ациклических соединений: галогенирование углеводородов, реакция Финкельштейна, получение галогенопроизводных из спиртов, простых эфиров, карбонильных соединений, солей карбоновых кислот, синтез фторпроизводных. Моногалогеноалканы. Характеристика связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения галогенов на гидроксо-, алкокси-, ацетокси-, аминогруппу и другие группы. Реакции галогеноалканов с металлами. Реакция Вюрца. Образование

металлоорганических соединений. Алкилмагнийгалогениды (реактивы Гриньяра), их получение и применение. Алкиллитий, диалкилртуть, тетраэтилсвинец. Ди- и полигалогеноалканы. Винальные и геминальныедигалогениды. Особенности свойств геминальныхдигалогенидов. Дегалогенирование 1,2- и 1,3-дигалогеноалканов под действием магния. Трихлор- и тетрахлорметаны. Взаимодействие трихлорметана с гидроксидом натрия, этилатом натрия, трет-бутилатом калия. Дихлоркарбен. Получение и применение полифторированных углеводородов. Фреоны. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Винилхлорид, хлоропрен. Причина инертности атома галогена при двойной связи в реакциях нуклеофильного замещения. р,д-Сопряжение. Соединения с атомом галогена в аллильном положении. Поведение их в реакциях нуклеофильного замещения. Аллильный катион. Получение и применение тетрафторэтилена.

Тема 8. Спирты. Классификация, номенклатура, изомерия предельных одноатомных спиртов. Способы получения спиртов: гидролизом галогеналкилов; действием металлоорганических соединений на альдегиды, кетоны и сложные эфиры: гидратацией непредельных соединений; восстановлением карбонильных соединений и сложных эфиров, карбоновых кислот (каталитическим и комплексными гидридами металлов). Характеристика связи С-О и О-Н в спиртах. Водородная связь. Химические свойства спиртов. Кислотность. Ассоциация. Основность и нуклеофильность спиртов и алконолятов. Нуклеофильное замещение гидроксила на галоген. Получение простых и сложных эфиров, реакция с галоидными соединениями фосфора). Ненасыщенные спирты. Их получение, свойства. Многоатомные спирты. Гликоли. Глицерин, его получение и применение. Общая характеристика многоатомных спиртов.

Тема 9. Простые эфиры. Строение, изомерия, номенклатура. Получение действием водоотнимающих средств на спирты и действием галогенпроизводных на алконоляты. Способы получения простых эфиров, содержащих третичный радикал. Свойства простых эфиров получение оксониевых соединений, комплексообразование, расщепление, окисление в гидроперекиси. Циклические простые эфиры. Получение α -окисей. Превращение окиси этилена под действием электрофильных (изомеризация, реакция с галогенводородами, водой, спиртами и этиленгликолем) и нуклеофильных (аммиак, амины, магнийорганические соединения) реагентов. Тетрагидрофуран и диоксан. Применение окиси этилена в промышленном органическом синтезе. Понятие об органических перекисях и гидроперекисях. Использование органических перекисей в органическом синтезе. Спектральный анализ простых эфиров.

Тема 10. Фенолы. Хиноны. Изомерия и номенклатура фенолов. Получение фенолов из галогенпроизводных, сульфокислот, аминов, кумола. Характеристика связи С-О и О-Н в фенолах. Водородная связь. Химические свойства фенолов. Кислотность. Ассоциация. Основность и нуклеофильность. Сопоставление свойств гидроксила в спиртах и фенолах (кислые свойства, получение простых и сложных эфиров, реакция с галоидными соединениями фосфора). Реакция замещения в ядре фенола. Нитрование, сульфирование, галогенирование фенола. Действие щелочи на нитрофенолы. Перегруппировка Фриса. Карбоксилирование фенолята, азосочетание. Общая характеристика двух- и трехатомных фенолов. Получение гидрохинона, применение его в качестве восстановителя. Получение и свойства пирогаллола и флороглуцина. Спектральный анализ фенолов.Получение о- и п-бензохинонов. Свойства п-бензохинона: получение моно- и диоксимов, присоединение хлористого водорода, анилина, метилового спирта, уксусного ангидрида, реакции с сопряженными диенами. Окислительно-восстановительный потенциал хинонов. Использование хинона в качестве окислителя (хлоранил). Семихинон как свободный радикал. Антиокислительное действие гидрохинона. Бензохиноидная таутомерия. Антрахинон. Способы получения: окисление антрацена, синтез из

производных бензола. Свойства: расщепление щелочью, взаимодействие с гидроксиламином, восстановление в антрон и антрагидрохинон, сульфирование. Синтез ализарина из антрахинон-2-сульфо кислоты (механизм реакции). Спектроскопический анализ альдегидов и кетонов.

Тема 11. Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования. Основные нуклеофильные реагенты. Основность и нуклеофильность. Ряды основности и нуклеофильности, причины их несовпадения. Принцип жестких – мягких кислот оснований Пирсона. Амбидентные нуклеофилы. Правило Корнблума. Протонные и апротонные растворители. Кинетические и стереохимические доказательства реализации механизмов S_N1 , S_N2 . Влияние природы субстрата, уходящих групп, растворителей, агрессивности нуклеофилов на механизм реакции. Нуклеофильное замещение в аренгалогенидах, в аллильных, бензильных субстратах, в галогенацетиленовых соединениях. Реакции β -элиминирования. Механизмы E1 и E2. Конкуренция реакций замещения и элиминирования. Методы получения галогеналкенов и галогенаренов. Причина инертности атома галогена при двойной связи в реакциях нуклеофильного замещения. Соединения с атомом галогена в аллильном положении. Причина их повышенной реакционной способности по отношению к нуклеофильным реагентам. Аллильная перегруппировка. Особенности нуклеофильного замещения галогена в ароматическом ядре, его механизм. Активирующее влияние электроноакцепторных групп, механизм. Получение магнийорганических соединений. Механизм элиминирования-присоединения при нуклеофильном замещении в ароматическом ряду. Дегидробензол. Прямое нуклеофильное замещение атома водорода. Способы ароматизации σ^H аддуктов (редокс-процесс, аутоароматизация). Викариозное нуклеофильное замещение. Правила Зайцева и Гофмана. Стереохимия элиминирования.

Тема 12. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Основные электрофильные реагенты и способы их генерирования. Факторы, влияющие на агрессивность электрофильного реагента. σ - и π -Комплексы как интермедиаты реакций электрофильного замещения. Нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование аренов. Катализаторы реакций. Классический механизм электрофильного ароматического замещения. Одноэлектронный перенос (SET-механизм).

Тема 13. Альдегиды и кетоны. Строение, изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Получение: из парафинов из олефинов (оксосинтез), из ацетиленов по реакции Кучерова и через виниловые эфиры, из дигалогенпроизводных, из спиртов: окислением и дегидрогалогенированием, из карбоновых кислот сухой перегонкой кальциевых солей и каталитически, из производных кислот при помощи металлоорганических соединений и восстановлением по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Реакции Фриделя-Крафтса и Гаттермана. Получение оксикетонов по Фрису. Промышленные методы синтеза формальдегида, ацетальдегида и ацетона. Характеристика связей в карбонильной группе, Полярность и поляризуемость. Физические свойства альдегидов и кетонов. Енолизация карбонильных соединений. Масс-спектры карбонильных соединений. Реакции, обусловленные полярностью карбонильной группы получение бисульфитных производных, циангидринов, гидратов, взаимодействие с магнийорганическими соединениями, аминами, гидразинами, аммиаком, реакция с пятихлористым фосфором, присоединение спиртов, меркаптанов, галогенводородных кислот, получение α -галоидэфиров. Кислотный катализ реакций присоединения и замещения. Окисление альдегидов и кетонов. Реакции альдегидов и кетонов, протекающие через стадию енолизации. Механизм енолизации в кислой и щелочной средах. Галогенирование и галоформная реакция, нитрозирование и окисление кетонов. Альдольно-кратоновая конденсация. Конденсация с фенолами. Реакция Манниха. Непредельные альдегиды и кетоны. Винилология. Присоединение нуклеофильных реагентов к α, β -непредельным

альдегидам и кетонам. Восстановление и окисление карбонильной группы с сохранением двойной связи. Присоединение галогенводородов и спиртов в кислой среде. Кетены, их получение, димеризация и использование в качестве ацилирующих агентов. Особенности свойств 1,2-, 1,3-, 1,4- диальдегидов и кетонов. Бензиловая перегруппировка. Кетоенольчатая таутомерия. Применение диальдегидов и кетонов в синтезах гетероциклических соединений. Анализ карбонильных соединений.

Тема 14. Реакции окисления. Окисление посредством отрыва пары электронов, одного электрона, окисление путем первичной нуклеофильной атаки с введением кислородного остатка, содержащего группу, связанную с атомом кислорода и способную к анионидному отрыву. Факторы, влияющие на легкость окисления. Окисление вторичных спиртов хромовой смесью. Расщепление гликолей тетраацетатом свинца в неводной среде и иодной кислотой в водной среде. Окисление фенолов хромовой кислотой до гидрохинона. Реакция Вагнера. Синтез *цис*-гликолей. Окисление олефинов надкислотами в циклические окиси. Синтез *транс*-диолюв. Озонолиз алкенов. Окисление первичных и вторичных спиртов спиртов в кислой и щелочной средах. Окисление по методу Оппенауэра. Окисление тозилатов диметилсульфоксидом. Окисление бензальдегида перманганатом калия до бензойной кислоты. Окисление гидрохинонов феррицианид-ионом в семихинон. Анодное окисление солей карбоновых кислот (реакция Кольбе). Окисление фенола радикалом Фреми. Окисление аренов реактивом Фентона. Аутоокисление углеводов кислородом воздуха. Окисление спиртов персульфатами. Жидкофазное и газофазное окисление алкильных групп при ароматическом ядре. Синтез карбоновых кислот. Окисление ароматических аминов до арилгидроксиламинов, нитрозоаренов и нитросоединений. Кислота Каро. Пероксидисерная кислота. Окисление тиолов до дисульфидов, сульфиновых кислот и сульфокислот

Тема 15. Реакции конденсации. Альдольно-кетоновые конденсации. Кислотный и основной катализ. Конденсация ацетона в присутствии гидроксида бария с образованием диацетонового спирта. Влияние строения карбонильного соединения на характер образующихся продуктов. Особенности альдольно-кетоновых конденсаций с участием ароматических альдегидов и кетонов. Конденсация Манниха. Конденсация Кневенагеля. Реакция Перкина. Бензоиновая конденсация. Конденсации сложных эфиров. Катализаторы. Реакция Дикмана. Конденсация альдегидов и кетонов со сложными эфирами. Ацилоиновая конденсация.

Тема 16. Карбоновые кислоты и их функциональные производные. Изомерия и номенклатура предельных и ароматических одноосновных кислот. Получение: окислением парафинов, спиртов, альдегидов, гидролизом сложных эфиров, нитрилов, галогенпроизводных, металлоорганическим синтезом, на основе окиси углерода, малонового и ацетоуксусного эфиров. Методы получения замещенных в ядре бензойных кислот. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Характеристика связей, межатомные расстояния. Водородные связи и димерное строение карбоновых кислот. Кислотность и ее причины. Полярные влияния и сила кислот. Влияние природы и положения заместителей на силу ароматических кислот. Применение для синтезов фосгена, хлоругольных эфиров, эфиров угольной и ортоугольной кислот. Сероуглерод, тиоугольные кислоты, ксантогеновая кислота. Синтез и применение мочевины. Гуанидин, его сильные основные свойства. Получение функциональных производных: галоидангидридов, ангидридов, сложных эфиров. Превращение сложных эфиров в амиды, гидразиды и гидроксамовые кислоты. Гидролиз производных карбоновых кислот в кислой и щелочной среде. Механизм этих реакций. Взаимодействие сложных эфиров с магниорганическими соединениями, с литийалюминийгидридом. Получение, строение и свойства амидов. Получение, свойства нитрилов.

Тема 17. Углеводы. Классификация и номенклатура. Моносахариды как основная структурная единица углеводов: альдозы и кетозы (триозы, тетрозы, пентозы, гексозы). D и L-ряды. Принцип вывода стереоизомерных формул альдоз D-ряда. Циклические формулы. Фуранозы и пиранозы. Мутаротация, α - и β -стереоизомерия. Конформации моносахаридов. Химические свойства: восстановление, окисление, взаимодействие с кислотами, алкилирование, ацилирование, образование арилгидразонов и озаонов. Гликозиды, их распространение в природе. Особенности гликозидного гидроксила. Дисахариды и их распространение в природе. Типы связей в них. Доказательства строения тростникового сахара и мальтозы. Особенности синтезов дисахаридов из моноз. Полисахариды, их нахождение в природе и значение. Представление о строении крахмала и целлюлозы. Химические свойства крахмала и целлюлозы, их получение из природного сырья и использование.

Тема 18. Реакции восстановления. Каталитическое гидрирование и восстановление по Клеменсену. Превращения альдегидов и кетонов, связанные с гидридными переходами (реакции с криптооснованиями): восстановление по Мейервейну-Понндорфу-Верлею, окисление по Опенауэру, реакция Канниццаро, восстановление комплексными гидридами, реакция Тищенко. Восстановительное аминирование кетонов (каталитическое и по Лейкарту). Восстановление карбонильной группы в метиленовую (реакция Кижнера). Восстановление сложных эфиров по методу Буво-Блана. Восстановление карбонильных и карбоксильных производных комплексными гидридами металлов и электрофильными гидридами. Восстановление солями металлов. Восстановление путем связывания молекулярного водорода. Гомогенный и гетерогенный катализ. Восстановление азотсодержащих и серусодержащих соединений.

Тема 19. Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия. Номенклатура и методы синтеза двухосновных предельных кислот. Физические свойства. Химические особенности щавелевой, малоновой, янтарной и адипиновой кислот. Использование в синтетической практике диэтилоксалата, янтарного ангидрида, адипиновой кислоты, ее диэтилового эфира, малоновой кислоты, этилового эфира малоновой кислоты, конденсация Дикмана, конденсация малонowego эфира с альдегидами, ацилоиновая конденсация. Получение фталевой кислоты. Получение, химические свойства и использование в органическом синтезе фталего ангидрида, фталимида, фталида. Синтез Габриэля. Общая характеристика непредельных кислот. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения в ряду непредельных кислот. Получение, свойства и применение акрилонитрила. Общая характеристика fumarовой и малеиновой кислот. Применение малеинового ангидрида в диеновом синтезе. Спектральный анализ карбоновых кислот и их производных; устойчивость ацилиевого катиона. Классификация, номенклатура и получение. Физические свойства. Зависимость химических свойств галогензамещенных кислот от взаимного расположения галогена и карбоксильной группы. Особенности α -, β -, γ -оксикислот. Реакции с участием только одной или обеих функциональных групп. Лактиды. Лактоны. Вальденовское обращение. Классификация и номенклатура α -, β -, γ -кетокислот. Таутомерия, выделение таутомерных форм. Таутомерное равновесие. Примеры прототропной таутомерии. Граница между таутомерией и изомерией. Механизмы и типы таутомерных превращений. Катализ кислотами и основаниями. Причина двойственной способности. Алкилирование и ацилирование солей кетенолов. Асимметрия молекулы и асимметрический атом углерода как причина возникновения оптической изомерии. Антиподы, рацематы, их свойства и отличия. Стереоизомерия соединений с двумя асимметрическими атомами. Диастереомеры. Мезоформы. Проекционные формулы Фишера и правила их применения. Стереохимия веществ со многими асимметрическими углерод-ными атомами. Число стереоизомеров. Конфигурация и знак

вращения. D-ряды, L-ряды. Методы разделения рацемических соединений на оптически активные компоненты. Механизм асимметрических синтезов. Правило Крама. Эритро- и треоформы. Определение пространственной конфигурации. Рацемизация, вальденовское обращение. Понятие о дисперсии оптического вращения. Стереоизомерия алленов, кумуленов, спиранов. Атропизомерия.

Тема 20. Ацетоуксусный и малоновый эфиры и их применение в органическом синтезе. Синтез β -оксокислот конденсацией Кляйзена. Ацетоуксусная кислота и ее эфир. CН -кислотность и таутомерия ацетоуксусного эфира, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность. Реакции натрийацетоуксусного эфира как амбидентногонуклеофила. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира. Применение ацетоуксусного эфира для синтеза кетонов и карбоновых кислот. Кислотное и кетонное расщепление. Способность натрийацетоуксусного эфира подвергаться вторичной ионизации. Малоновый эфир и синтезы на его основе: образование и превращения натриймалонового эфира и использование его в синтезе карбоновых кислот: конденсация с карбонильными соединениями и синтез непредельных кислот; присоединение к α, β -непредельным карбонильным соединениям (реакция Михаэля).

Тема 21. Перегруппировки в органическом синтезе. Электрофильные, нуклеофильные и радикальные перегруппировки. Секстетные перегруппировки у атома углерода, азота и кислорода: пинаколиновая, Вагнера-Меервейна, деструкция производных кислот по Гофману, Курциусу, Шмидту, перегруппировка оксимов по Бекману, синтез фенолов кумольным способом. Перегруппировки промежуточных продуктов восстановления нитробензолов: фенилгидроксиламинов - синтез аминифенолов, перегруппировка Валлаха, бензидиновая, семидиновая, дифенилиновая перегруппировки. Электрофильные перегруппировки: перегруппировка сложных эфиров фенолов по Фрису, перегруппировка Фишера-Хеппа, перегруппировка О-аллилфенолов по Клайзену.

Тема 22. Алифатические и ароматические нитросоединения. Строение нитрогруппы. Номенклатура, изомерия и классификация нитросоединений. Методы получения: нитрованием углеводородов по Коновалову, из галогенпроизводных, нитрованием ароматических соединений, нитрование через стадию нитрозосоединений. Физические свойства. Химические свойства. Восстановление - каталитическое и химическое - в амины. Общая схема восстановления ароматических соединений в кислот, нейтральной и щелочной средах. Частичное восстановление динитробензолов. Конденсация о-нитротолуола с альдегидами. Отличие свойств нитросоединений от эфиров азотистой кислоты. Действие щелочей на первичные и вторичные нитросоединения Таутомерия фенилнитрометана. Гидролиз нитросоединений. Взаимодействие с азотистой кислотой. Конденсация с альдегидами. Взрывоопасность нитросоединений. Нитрование аренов и их производных. Нитрующие реагенты, механизм реакции, ориентация, представление об *ипсо*-атаке и *ипсо*-замещении в реакции нитрования. Получение нитроаренов окислением ароматических аминов, синтезом через арендиазониевые соли, замещением атома галогена на нитрогруппу. Электронное строение нитрогруппы и характер ее влияния на ароматическое кольцо. Свойства нитроаренов. Реакции электрофильного замещения, влияние нитрогруппы на скорость и ориентацию замещения. Восстановление нитросоединений в кислот, нейтральной и щелочной средах. Полинитроароматические соединения: парциальное восстановление нитрогрупп, реакции нуклеофильного замещения, образование комплексов с основаниями (комплексы Мейзенгеймера, комплексы с переносом заряда). Нитропроизводные толуола: соединения с нитрогруппой в ароматическом кольце и в боковой цепи. Продукты неполного восстановления

нитроаренов. Нитрозосоединения. Фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировки.

Тема 23. Алифатические и ароматические amino-, диазо- и азосоединения. Строение, номенклатура, классификация, изомерия. Получение из галогенпроизводных по Гофману, по Габриэлю, из спиртов с аммиаком, восстановительным алкилированием карбонильных соединений по Лейкарту, восстановлением азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот. Механизм реакций Гофмана и Курциуса. Получение из нитросоединений восстановлением каталитическим и химическим. Геометрия молекулы аммиака и аминов. Физические свойства. Сравнение основности ароматических и алифатических аминов. Химические свойства. Алкилирование и образование четвертичных солей, их строение и свойства. Ацилирование аминов и применение этого процесса для защиты аминогруппы и разделения смесей первичных, вторичных и третичных аминов. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра. Влияние заместителей на основность анилинов. Сульфаниламидные препараты. Спектральный анализ аминов и замещенных амидов. Реакция диазотирования, механизм и условия ее проведения. Строение солей диазония. Различные формы диазосоединений. Схема Ганча. Реакции диазосоединений с выделением азота: нуклеофильное замещение и радикальные реакции. Азосочетание как реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. Диазо- и азосоставляющие, их реакционная способность в зависимости от заместителей в ароматическом ядре. Условия сочетания с аминами и фенолами, Получение аминокзосоединений (триазенов), их таутомерия и превращение в соли диазония. Азокрасители. Индикаторные переходы. Строение и способы получения алифатических диазосоединений. Применение диазометана в качестве метилирующего агента, его реакция с карбонильными соединениями, диазометан как источник карбенов. Получение и устойчивость диазоуксусного эфира, его взаимодействие с алкенами.

Тема 24. Аминокислоты. Белки. Амфотерный характер аминокислот. Изоэлектрическая точка. Понятие о биполярном ионе. Бетаины. Реакции, отличающие α -, β -, γ -аминокислоты. Лактамы. Важнейшие типы α -аминокислот - компонентов белков. Синтез пептидов. Способы защиты аминогруппы и активация карбоксильной группы аминокислот. Определение структуры пептидов.

Тема 25. Аресульфоновые кислоты. Сульфирование аренов. Сульфирующие реагенты и особенности реакции сульфирования. Кинетический изотопный эффект. Влияние заместителей в ароматическом кольце на протекание реакции сульфирования. Кинетический и термодинамический контроль в реакции сульфирования. Важнейшие аресульфоновые кислоты, их свойства. Нуклеофильное и электрофильное замещение сульфогруппы, ее элиминирование. Синтетическое использование этих реакций. Получение и свойства функциональных производных аресульфоновых кислот. Сульфонилхлориды, сульфонамиды, эфиры, сульфоны.

Тема 26. Полиядерные ароматические соединения. Строение нафталина, антрацена и фенантрена. Энергия сопряжения этих соединений. Распределение электронной плотности в нафталине, антраcene, фенантрене. Их физические свойства. Химические свойства нафталина, антрацена и фенантрена: окисление, нитрование, галогенирование, ацилирование, сульфирование. Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения. Реакции антрацена с диенофилами. Антрахинон. Применение, получение, свойства. Спектральный анализ бензоидных ароматических соединений.

Тема 27. Пятичленные гетероциклы. Определение. Классификация. Пятичленное кольцо с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Общие методы получения из

ациклических соединений. Взаимные превращения по Юрьеву. Ароматичность гетероциклов и ее причины. Влияние гетероатома на свойства пятичленных гетероциклов - их ароматичность и непредельность. Реакции электрофильного замещения в ряду фурана, тиофена и пиррола. Реакции гидрирования и окисления. Фуран в диеновом синтезе. Получение и свойства пирролкалия и пирролмагнийгалогенидов. Сопоставление со свойствами фенолятов. Конденсация α -метилпиррола с формальдегидом. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла и гемоглобина. Пятичленные циклы с двумя гетероатомами. Проблема ароматичности. Электрофильные и нуклеофильные реакции (общая характеристика на примере пиразола и имидазола). Методы синтеза индолов. Химические свойства индолов. Восстановление водородом в момент выделения. Протонная подвижность водорода в NH-группе и ее причины. Индолилмагний бромид и индолилнатрий и их реакции. Реакции электрофильного замещения в ядре индола.

Тема 28. Шестичленные гетероциклы. Номенклатура и синтез простейших производных пиридина. Распределение электронной плотности в его ядре. Основность атома азота, сравнение с пирролом. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина. N-окись пиридина и ее нитрование. Использование N-окиси нитропиридина для получения amino- и хлорпиридинов. Реакции пиридина с амидом натрия (Чичибабин), едким кали, фениллитием. Нуклеофильный характер реакций. Таутомерия α - и γ -оксипиридина. Конденсация метилпиридина с альдегидами. Расщепление пиридинового кольца. Изомерия, номенклатура и синтез (по Краупу и Дебнеру-Миллеру) простейших производных хинолина. Окисление хинолина и восстановление его водородом в момент выделения. Нитрование и сульфирование хинолина. Синтез 8-оксихинолина. Использование его в аналитической химии. Алкалоиды ряда пиридина.

Тема 29. Основы ретросинтетического анализа. Основные понятия. Основные трансформы. Дисконнекции. Изменение функциональной группы, введение функциональной группы. Электрофильные и нуклеофильные синтоны. Синтетические эквиваленты. Ретроны. Основные типы ретронов. «Мощные» реакции. Основные правила ретросинтетического анализа.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные, семинарские и лабораторные занятия проводятся по расписанию. На практических (семинарских) занятиях рассматриваются наиболее важные теоретические проблемы органической химии. Промежуточный контроль знаний предусматривает опрос, тестирование, отчет по лабораторной работе, коллоквиумы, контрольные работы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине:

а) основная литература:

1. Реутов О. А. Органическая химия : учебник : в 4 ч. / О. А. Реутов. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2004 – 2005.
2. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия. 1994. Т. 1,2.

3. Химия ароматических, гетероциклических и природных соединений (НИОХ СО РАН 1958 – 2008 гг.) / отв. ред. В.Н. Парман. – Новосибирск: Офсет, 2009. – 872 с.

б) дополнительная литература:

1. Великородов А.В. Реакции, методы синтеза и идентификации в практикуме по органической химии. Монография. Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. 318 с.

2. Великородов А.В. Органический синтез Учебное пособие (гриф УМО РАЕ). – Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2014, 349 с.

2. Великородов А.В., Бакова О.В. Органическая химия: тестовые задания. – Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2007, 49 с.

2. Терентьев А.О. Окисление. Синтез и свойства геминальныхбиспероксидных соединений: учебное пособие. – Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2014, 90 с.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
1. Методы выделения и очистки органических соединений. Качественный и количественный анализ органических соединений. Теория строения органических соединений Бутлерова.	4	Опрос, тестирование
2. Изомеризация алканов. Устойчивость карбокатионов. Пиролиз алканов. Использование предельных углеводородов в органическом синтезе. Состав нефти и пути ее переработка. Спектральный анализ алканов.	4	тестирование
3. Присоединение к алкенамтетрахлорметана и других галогенометанов в присутствии пероксидов. Теломеризация. Реакции циклоприсоединения по связи С=C: присоединение карбенов, озона, непредельных соединений. Ступенчатое и согласованное циклоприсоединение. Окислительные превращения алкенов: вакер-процесс, гидроксирование по Вагнеру, окисление по Прилежаеву, озонлизалкенов (восстановительное и окислительное расщепление озонидов, определение структуры методом озонлиза), окислительное расщепление связи С=C под действием перманганата калия. Полимеризация алкенов и способы ее осуществления. Механизмы. Свободнорадикальная, катионная, анионная и координационная полимеризация. Понятие о терпенах, терпеноидах. Природные источники терпенов. Полимеризация олефинов.	4	тестирование
4. Полимеризация диенов. Каучуки.	4	тестирование
5. Изомеризация моноалкилацетиленов в диалкилацетилены. Промышленные синтезы на основе ацетилена. Спектральный анализ непредельных углеводородов.	4	тестирование
6. Атропизомерия в ряду дифенила. Сравнение поведения бензола и дифенила в реакциях электрофильного замещения. Методы синтеза соединений ряда трифенилметана. Причины особых свойств С-Н связи в	4	тестирование

метиновой группе трифенилметана. Трифенилхлорметан. Основной характер трифенилкарбинола. Красители ряда трифенилметана, строение и цветность этих красителей. Трифенилметил-радикал. Устойчивые радикалы, их получение и свойства. Устойчивые карбокатионы и карбоанионы.		
7. Алкиллитий, диалкилртуть, тетраэтилсвинец. Ди- и полигалогеноалканы. Вицинальные и геминальныедигалогениды. Особенности свойств геминальныхдигалогенидов. Дегалогенирование 1,2- и 1,3-дигалогеноалканов под действием магния. Трихлор- и тетрахлорметаны. Взаимодействие трихлорметана с гидроксидом натрия, этилатом натрия, трет-бутилатом калия. Дихлоркарбен. Получение и применение полифторированных углеводов. Фреоны. Галогенопроизводные непредельных углеводов. Винилхлорид, хлоропрен. Ттрафторэтилен, получение и применение.	8	тестирование
8. Ненасыщенные спирты. Их получение, свойства. Многоатомные спирты. Гликоли. Глицерин, его получение и применение. Общая характеристика многоатомных спиртов.	6	Разбор конкретных ситуаций
9. Применение окиси этилена в промышленном органическом синтезе. Понятие об органических перекисях и гидроперекисях. Использование органических перекисей в органическом синтезе. Спектральный анализ простых эфиров.	4	Разбор конкретных ситуаций
10. Окислительно-восстановительный потенциал хинонов. Использование хинона в качестве окислителя (хлоранил). Семихинон как свободный радикал. Антиокислительное действие гидрохинона. Бензохиноидная таутомерия. Антрахинон. Способы получения: окисление антрацена, синтез из производных бензола. Свойства: расщепление щелочью, взаимодействие с гидросиламином, восстановление в антрон и антрагидрохинон, сульфирование. Синтез ализарина из антрахинон-2-сульфокислоты (механизм реакции). Спектроскопический анализ альдегидов и кетонов.	6	Разбор конкретных ситуаций
11. Прямое нуклеофильное замещение атома водорода. Способы ароматизации σ Наддуктов (редокс-процесс, аутоароматизация). Викариозное нуклеофильное замещение.	6	коллоквиум
12. Одноэлектронный перенос (SET механизм) в ряду аренов.	6	коллоквиум
13. Кетены, их получение, димеризация и использование в качестве ацилирующих агентов. Особенности свойств 1,2-, 1,3-, 1,4- диальдегидов и кетонов. Бензиловая перегруппировка. Кетенолькая таутомерия. Применение диальдегидов и кетонов в синтезах гетероциклических соединений. Анализ карбонильных соединений.	6	разбор конкретных ситуаций, тестирование
14. Окисление ароматических аминов до	6	разбор конкретных

арилгидроксиламинов, нитрозоаренов и нитросоединений. Кислота Каро. Пероксидсерная кислота. Окисление тиолов до дисульфидов, сульфоновых кислот и сульфокислот		ситуаций
15. Применение для синтезов фосгена, хлоругольных эфиров, эфиров угольной и ортоугольной кислот. Сероуглерод, тиоугольные кислоты, ксантогеновая кислота. Синтез и применение мочевины. Гуанидин, его сильные основные свойства.	8	коллоквиум
16. Конденсация альдегидов и кетонов со сложными эфирами. Ацилоиновая конденсация.	8	разбор конкретных ситуаций, коллоквиум
17. Доказательства строения тростникового сахара и мальтозы. Особенности синтезов дисахаридов из моноз. Полисахариды, их нахождение в природе и значение.	6	тестирование
18. Восстановление солями металлов. Восстановление путем связывания молекулярного водорода. Гомогенный и гетерогенный катализ.	6,5	Разбор конкретных ситуаций
19. Получение, свойства и применение акрилонитрила. Общая характеристика фумаровой и малеиновой кислот. Применение малеинового ангидрида в диеновом синтезе. Спектральный анализ карбоновых кислот и их производных; устойчивость ацилиевого катиона. Получение, химические свойства и использование в органическом синтезе фталевого ангидрида, фталимида, фталида. Синтез Габриэля.	6	Контрольная работа, тестирование
20. Конденсация малонового эфира с карбонильными соединениями и синтез непредельных кислот; присоединение к α, β -непредельным карбонильным соединениям (реакция Михаэля).	18	разбор конкретных ситуаций
21. Электрофильные перегруппировки: перегруппировка сложных эфиров фенолов по Фрису, перегруппировка Фишера-Хеппа, перегруппировка О-аллилфенолов по Клайзену.	18	разбор конкретных ситуаций
22. Нитропроизводные толуола: соединения с нитрогруппой в ароматическом кольце и в боковой цепи. Продукты неполного восстановления нитроаренов. Нитрозосоединения. Фенилгидроксиламин, азоксибензол и их перегруппировки. Гидразобензол, бензидиновая и семидиновая перегруппировки.	18	разбор конкретных ситуаций, контрольная работа
23. Индикаторные переходы. Строение и способы получения алифатических диазосоединений. Применение диазометана в качестве метилирующего агента, его реакция с карбонильными соединениями. Диазометан как источник карбенов. Получение и устойчивость диазоуксусного эфира, его взаимодействие с алкенами.	18	разбор конкретных ситуаций, контрольная работа
24. Способы защиты аминогруппы и активация карбоксильной группы аминокислот. Определение структуры пептидов.	18	разбор конкретных ситуаций, контрольная работа
25. Получение и свойства функциональных производных аренсульфоновых кислот. Сульфонилхлориды, сульфонамиды, эфиры, сульфоны.	20	разбор конкретных ситуаций

26. Реакции антрацена с диенофилами. Антрахинон. Применение, получение, свойства. Спектральный анализ бензоидных ароматических соединений.	20	разбор конкретных ситуаций
27. Понятие о строении и биохимической роли хлорофилла и гемоглобина.	20	разбор конкретных ситуаций
28. Синтез 8-оксихинолина. Использование его в аналитической химии. Алкалоиды ряда пиридина.	20	Контрольная работа
29. «Мощные» реакции.	18,5	Круглый стол

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно: контрольная работа, написание курсовой работы.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбора конкретных ситуаций, круглых столов и пр.) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

Лабораторные занятия и подбор выполняемых экспериментальных работ направлены на формирование у обучающихся умения и навыков в области органической химии. Формированию профессиональных компетенций выпускников способствует выполнение отдельных экспериментальных работ по научной тематике кафедры.

В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Введение в органическую химию	Обзорная лекция	Фронтальный опрос	Не предусмотрено
Алканы	Лекция-диалог	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Алкены	Лекция-презентация	выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Алкадиены	Лекция-презентация	тематические дискуссии	Лабораторная работа
Алкины	Лекция-презентация	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Арены	Лекция-презентация	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов	Обзорная лекция	Тематические дискуссии	Лабораторная работа

Спирты	Лекция-презентация	выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Простые эфиры	Лекция-диалог	Фронтальный опрос	Лабораторная работа
Фенолы. Хиноны	Лекция-презентация	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования	Обзорная лекция	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Электрофильное замещение в ароматическом ряду	Обзорная лекция		Лабораторная работа
Альдегиды и кетоны	Лекция-презентация	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Реакции окисления	Обзорная лекция	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные	Лекция-презентация	анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Реакции конденсации	Обзорная лекция	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Углеводы	Лекция-презентация	анализ конкретных ситуаций; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Реакции восстановления	Обзорная лекция	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия.	Лекция-презентация	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Ацетоуксусный и малоновый эфиры и их применение в	Лекция-презентация	Тематические дискуссии;	Лабораторная работа

органическом синтезе.		выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	
Перегруппировки в органическом синтезе.	Обзорная лекция	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Алифатические и ароматические нитросоединения	Лекция-диалог	Тематические дискуссии	Лабораторная работа
Алифатические и ароматические amino-, диазо- и азосоединения	Лекция-презентация	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Аминокислоты и белки	Лекция-презентация	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Аренсульфоновые кислоты	Лекция-диалог	Тематические дискуссии; выполнение практических заданий	Лабораторная работа
Полиядерные ароматические соединения	Лекция-презентация	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Пятичленные гетероциклы	Лекция-презентация	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Шестичленные гетероциклы	Лекция-презентация	выполнение практических заданий; анализ конкретных ситуаций	Лабораторная работа
Основы ретросинтетического анализа	Лекция-диалог	Тематические дискуссии	Лабораторная работа

Учебные занятия по дисциплине (модулю) могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах online и (или) offline в формах видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференции, собеседования в режиме форума, чата, выполнения виртуальных практических и (или) лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т.д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т.д.);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 10 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Paint .NET	Растровый графический редактор
Scilab	Пакет прикладных математических программ
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа:	Программы для информационной безопасности

Наименование программного обеспечения	Назначение
http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>
<p>Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС»</p> <p>http://dlib.eastview.com</p> <p>Имя пользователя: AstrGU Пароль: AstrGU</p>
<p>Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов</p> <p>www.polpred.com</p>
<p>Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»</p> <p>https://library.asu.edu.ru/catalog/</p>
<p>Электронный каталог «Научные журналы АГУ»</p> <p>https://journal.asu.edu.ru/</p>
<p>Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек.</p> <p>http://mars.arbicon.ru</p>
<p>Справочная правовая система КонсультантПлюс.</p> <p>Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных</p>

*Наименование современных профессиональных баз данных,
информационных справочных систем*

правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила.

<http://www.consultant.ru>

Перечень электронно-библиотечных систем (ЭБС)

на 2024–2025 учебный год

Наименование ЭБС

Цифровой образовательный ресурс IPRsmart:

- ЭОР № 1 – программа для ЭВМ «Автоматизированная система управления цифровой библиотекой IPRsmart»;

- ЭОР № 2 – электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов «**РУССКИЙ КАК ИНОСТРАННЫЙ**»

www.iprbookshop.ru

Электронно-библиотечная система BOOK.ru

<https://book.ru>

Образовательная платформа ЮРАЙТ,

<https://urait.ru/>

Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»

<https://biblio.asu.edu.ru>

Учётная запись образовательного портала АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий.

www.studentlibrary.ru

Регистрация с компьютеров АГУ

Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента»

Для кафедры восточных языков факультета иностранных языков. Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретённым на основании прямых договоров с правообладателями по направлению «Восточные языки»

www.studentlibrary.ru

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Органическая химия» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины (модуля), результатов обучения по дисциплине (модулю) и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Введение в органическую химию	ОПК-1, ОПК-2	Опрос, тестирование
Алканы	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Углеводороды» Контрольная работа 1. «Сравнительная характеристика углеводородов». Тестирование
Алкены	ОПК-1, ОПК-2	
Алкадиены	ОПК-1, ОПК-2	
Алкины	ОПК-1, ОПК-2	
Арены	ОПК-1, ОПК-2	
Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Галогенпроизводные углеводородов». Синтез этилбромиды. Тестирование
Спирты	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Спирты. Простые эфиры
Простые эфиры	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Фенолы»
Фенолы. Хиноны	ОПК-1, ОПК-2	
Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования	ОПК-1, ОПК-2	Контрольная работа 2 «Галогенпроизводные. Спирты. Нуклеофильное замещение. Элиминирование» Коллоквиум «Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Прямое нуклеофильное замещение атома водорода. Викариозное нуклеофильное замещение»
Электрофильное замещение в ароматическом ряду	ОПК-1, ОПК-2	Коллоквиум «Ароматические, неароматические и антиароматические соединения. Реакции

Контролируемый раздел, тема дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
		электрофильного замещения» Тестирование.
Альдегиды и кетоны	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Альдегиды и кетоны» Тестирование.
Реакции окисления	ОПК-1, ОПК-2	Индивидуальное собеседование.
Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные	ОПК-1, ОПК-2	Синтез бензойной кислоты, адипиновой кислоты. Синтез бензальанилина, фенолфталеина.
Реакции конденсации	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лаб. Работе «Монокарбоновые кислоты и их производные». Синтез этилацетата.
Углеводы	ОПК-1, ОПК-2	Коллоквиум «Реакции карбонильных производных». Отчет по лаб. Работе «Углеводы». Тестирование
Реакции восстановления	ОПК-1, ОПК-2	Индивидуальное собеседование. Синтез анилина, пинакон-гидрата
Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия.	ОПК-1, ОПК-2	Отчет по лабораторной работе «Бифункциональные карбоновые кислоты». Контрольная работа 3 «Кислородсодержащие соединения. Углеводы». Тестирование
Ацетоуксусный и малоновый эфиры и их применение в органическом синтезе.	ОПК-1, ОПК-2	Коллоквиум «Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров»
Перегруппировки в органическом синтезе.	ОПК-1, ОПК-2	Опрос
Алифатические и ароматические нитросоединения	ОПК-1, ОПК-2	Синтез пикриновой кислоты, р-и о-нитрофенолов. Отчет по лабораторной работе «Амины». Синтез анилинового красного, метилоранжа, 5-(4-бромфенил)фурфуrolа, синтез ацетанилида. Контрольная работа 4 «Азотсодержащие соединения».
Алифатические и ароматические аминок-, диазо- и азосоединения	ОПК-1, ОПК-2	
Аминокислоты и белки	ОПК-1, ОПК-2	
Аренсульфоновые кислоты	ОПК-1, ОПК-2	Индивидуальное собеседование, тестирование. Синтез р-толуолсульфоkислоты, сульфаниловой кислоты.
Полиядерные ароматические соединения	ОПК-1, ОПК-2	Опрос, тестирование
Пятичленные гетероциклы	ОПК-1, ОПК-2	Опрос. Контрольная работа 5 «Ароматические и гетероциклические соединения». Тестирование
Шестичленные гетероциклы	ОПК-1, ОПК-2	
Основы ретросинтетического анализа	ОПК-1, ОПК-2	Круглый стол
Курсовая работа	ОПК-1, ОПК-2	Защита курсовой работы

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1

Тема 1. Введение в органическую химию

Вопросы для опроса:

1. Понятие о химической связи и ее электростатическое происхождение. Три типа одорческой связи: ковалентная, ионная, металлическая. Условность такой классификации.

2. Электроотрицательность как функция энергии ионизации и сродства атома к электрону. Шкала электроотрицательности Полинга.

3. Природа ковалентной связи и механизмы ее образования: обменный, донорно-акцепторный и дативный. Способы перекрытия атомных орбиталей.

4. Характерные особенности ковалентной связи: направленность, насыщаемость и целочисленность связей.

5. σ , π , δ - Связи Кратность связи. Основные характеристики ковалентной связи: длина, энергия, валентные углы, полярность и поляризуемость. Дипольный момент связи и молекулы.

6. Валентность и степень окисления (пояснить на примере CO, HNO₃, [BH₄]). Возбужденное состояние. Гибридизация. Метод валентных связей и его ограничения. Структура ковалентных молекул на конкретных примерах.

7. Основные положения метода молекулярных орбиталей. Диамагнитные и парамагнитные молекулы.

8. Электронные эффекты в органической химии: индуктивный, мезомерный, эффект поля, эффект гиперконъюгации.

9. Характеристика электрофильных, нуклеофильных и радикальных реагентов.

10. Типы реакций в органической химии.

Темы 2-6. Углеводороды

Отчет по лабораторной работе 1 «Углеводороды. Алканы. Алкены. Алкадиены»

Отчет по лабораторной работе 2. «Углеводороды. Алкины и Арены»

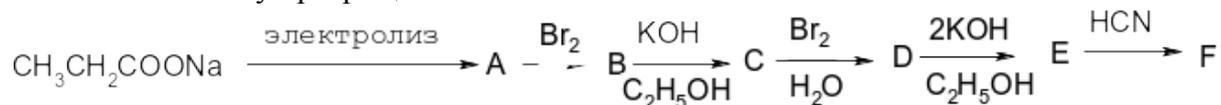
Контрольная работа 1

«Сравнительная характеристика углеводородов»

Вариант 1

1. С какими из приведенных соединений реагирует бутен-1? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ Br₂ в CCl₄; 2/ HOCl, 20 °С; 3/ HBr, H₂O₂, 20°С; 4/ NaCl +H₂SO₄; 5/ HgSO₄ конц., 20°С; 6/ KmnO₄, H₂O; 7/ Br₂ + AlCl₃; 8/ C₃H₈, 20°С; 9/Na, 20°С.

2. Заполните схему превращений:



3. Превратите 1-пентен в пропилацетилен, 3-метил-1-бутен в 3-метил-1-бутин.

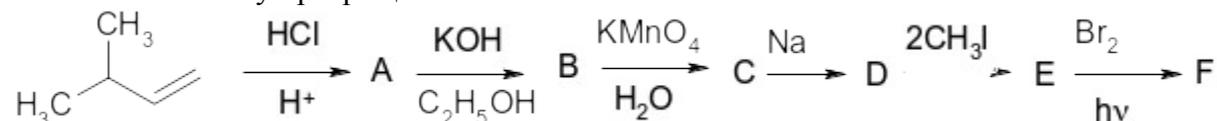
4. В чем сходство и различие действия HI на бутен-1, бутин-1, бутадиен-1,3 и толуол? Дайте обоснованный ответ.

5. Некоторое количество углеводорода состава C_nH_{2n-2} дает с избытком хлора 21,0 г тетрахлорида. То же количество углеводорода с избытком брома дает 38,8 г тетрабромиды. Определите формулу соединения и напишите его структурные изомеры.

Вариант 2

1. С какими из приведенных соединений реагирует бутадиен-1,3? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ Br₂ в CCl₄, 20 °С; 2/ HBr, 20 °С; 3/ H₂ избыток, Pt; 4/ O₃ избыток; 5/KMnO₄, H₂O; 6/ Br₂ + AlCl₃; 7/C₂H₄, катализатор; 8/HOCl, H⁺; 9/ C₃H₈, 20 °С.

2. Заполните схему превращений:



3. Из пропилового спирта получить пропин и бутин-2.

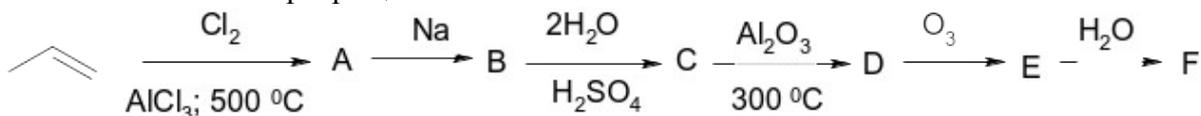
4. В чем сходство и различие действия KmnO₄ на пентан, пентен-1, пентин-1, толуол? Какие необходимо создать условия?

5. При бромировании неизвестного углеводорода получено только одно бромпроизводное с плотностью по воздуху 5,207. Выведите структурную формулу углеводорода.

Вариант 3

1. С какими из приведенных соединений реагирует бутин-1? Напишите уравнения реакций и укажите их механизмы: 1/ H_2 , 1 моль, Pt; 2/ Br_2 , 2 моль; 3/ HI, 2 моль; 4/ $NaNH_2$, NH_3 ; 5/ CH_3COOH , H^+ ; 6/ H_2O , $HgSO_4$; 7/ $KMnO_4$, H_2SO_4 ; 8/ $[Ag[(NH_3)_2]OH]$; 9/ CH_3MgI .

2. Заполните схемы превращений:



3. Из бензола получите *n*-(вторбутил)толуол, *n*-бромбензойную кислоту.

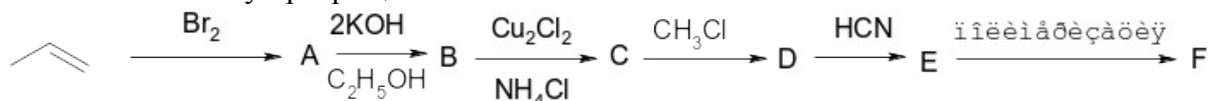
4. В чем сходство и различие действия азотной кислоты на бутан, бутен-2, бензол и толуол? Какие требуются условия?

5. 4,2 г смеси двух изомерных углеводородов неразветвленного строения с общей формулой C_nH_{2n} (соотношение в молях 1:1) подвергли гидрированию. После приведения смеси к нормальным условиям масса образовавшейся жидкости составила 4,25 г. Какие углеводороды входят в состав исходной смеси?

Вариант 4

1. Напишите уравнения реакций стирола со следующими реагентами и покажите их механизмы: 1/ Br_2, CCl_4 ; 2/ Br_2, Fe ; 3/ HBr ; 4/ $KMnO_4, H_2O, 20^\circ C$; 5/ $KMnO_4, H_2O, 150^\circ C$; 6/ $H_2, Ni, 20^\circ C$; 7/ $H_2, Ni, 200^\circ C$; 8/ HNO_3 конц., H_2SO_4 конц.; 9/ $CH_3Cl, AlCl_3$.

2. Заполните схему превращений:



3. Из 3-метил-1-пентена получите 3-метил-2-пентен и 3-метил-2-пентанон.

4. В чем сходство и различие действия брома при освещении и в присутствии катализатора на бутен-2, бутан, бутадиен-1,3 и толуол?

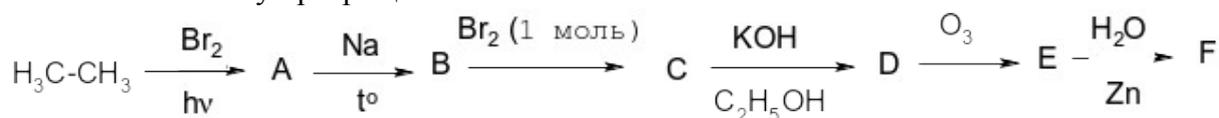
5. Дихлорид, полученный присоединением 6,72 л хлора к углеводороду C_nH_{2n} , при гидролизе водным раствором щелочи превратился в предельный двухатомный спирт массой 22,8 г. Какова формула исходного соединения?

Вариант 5

1. С какими из приведенных соединений реагирует *n*-бутан при заданных условиях? Напишите эти реакции и приведите их механизмы:

1/ H_2SO_4 конц., $20^\circ C$; 2/ HNO_3 конц., $20^\circ C$; 3/ Na, $20^\circ C$; 4/ Br_2 в темноте, $20^\circ C$; 5/ Br_2 при освещении, $20^\circ C$; 6/ $KMnO_4, H_2SO_4, 150^\circ C$; 7/ HNO_3 разб., $140^\circ C$; 8/ O_2 , пламя; 9/ HBr ; 10/ $SO_2 + Cl_2$ при освещении.

2. Заполните схему превращений:



3. Получите из 1-бром-4-метилпентана 4-метилпентин-1 и 4-метил-пентен-2.

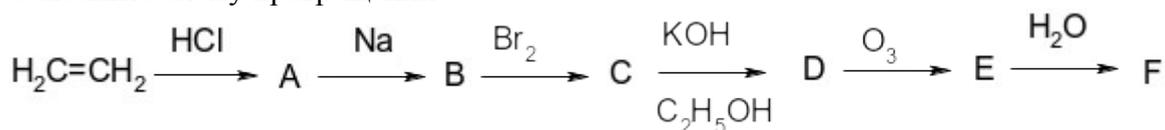
4. В чем сходство и различие действия металлического натрия и амида натрия $NaNH_2$ на пропан, пропен, пропин, фенилацетилен и 1-хлорпропан?

5. Образец газообразного углеводорода объемом 10 мл смешали с 70 мл кислорода и смесь подожгли. После реакции и конденсации воды объем смеси составил 65 мл. После пропускания полученной газовой смеси в раствор гидроксида калия ее объем уменьшился до 45 мл. Установите химическую формулу соединения.

Вариант 6

1. С какими из приведенных соединений реагирует толуол? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ 3H_2 , Ni, 200 °C; 2/ KMnO_4 , H_2O ; 3/ Cl_2 , свет; 4/ HNO_3 конц., H_2SO_4 конц.; 5/ Cl_2 , Fe, 100 °C; 6/ HNO_3 разб.; 7/ CH_3Cl , AlCl_3 ; 8/ O_2 , V_2O_5 , 450 °C; 9/ H_2SO_4 конц., 100 °C.

2. Заполните схему превращений:



3. Из ацетилену получите изопрен и 2-бутанон.

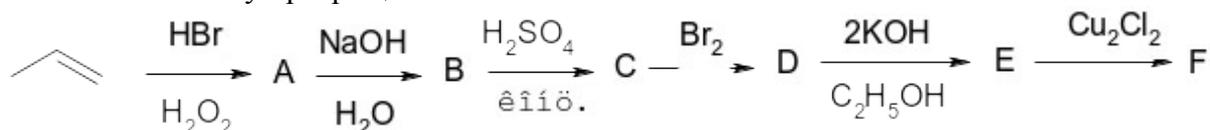
4. В чем сходство и различие действия воды на пентен-1, пентин-1, пентадиен-1,3 и бензол? Какие требуются условия?

5. При сгорании 1 г углеводорода выделяется 1,06 г воды. Плотность углеводорода по водороду 34. Определите формулу и строение соединения, если известно, что при гидратации в присутствии катализатора образуется кетон. Какие у него могут быть изомеры?

Вариант 7

1. С какими из приведенных соединений реагирует пропен? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ Br_2 в CCl_4 ; 2/ H_2O , H_2SO_4 ; 3/ $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; 4/ O_3 , H_2O ; 5/ $\text{Br}_2 + \text{AlCl}_3$; 6/ Br_2 , H_2O ; 7/ $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$; 8/ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; 9/ HOCl .

2. Заполните схему превращений:



3. Превратите бензол в *n*-нитробензойную кислоту и метасульфолуол.

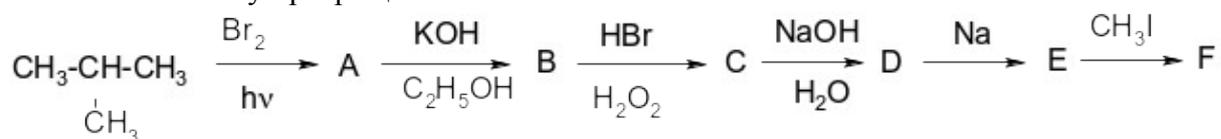
4. В чем сходство и различие действия концентрированной серной кислоты на пропан, пропен, пропин и толуол? Дайте обоснованный ответ.

5. При сгорании алкана массой 3,6 г образуется оксид углерода(IV) объемом 5,6 л /н.у./ . Определите формулу соединения.

Вариант 8

1. С какими из приведенных соединений реагирует изопрен? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ HBr , 20 °C; 2/ O_3 , H_2O ; 3/ H_2O , H_2SO_4 ; 4/ $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_4\text{OH}$; 5/ $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, H_3PO_4 ; 6/ $\text{Br}_2 + \text{AlCl}_3$; 7/ Br_2 в CCl_4 ; 8/ HOCl ; 9/ $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.

2. Заполните схему превращений:



3. Бензол превратите в хлористый бензил и *m*-сульфобензойную кислоту.

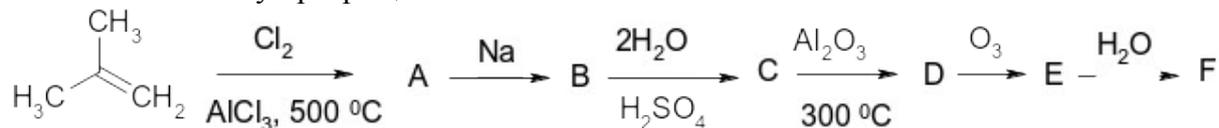
4. В чем сходство и различие действия бромной воды и молекулярного брома на бутен, бутин, бензол и толуол?

5. Продуктами горения предельного углеводорода массой 14,2 г является оксид углерода (IV) и вода массой 19,8 г. Какой объем кислорода был затрачен на горение?

Вариант 9

1. С какими из приведенных соединений реагирует пропин? Напишите уравнения реакций и покажите их механизмы: 1/ H_2O , HgSO_4 ; 2/ $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$; 3/ 1 моль H_2 ; 4/ HOCl ; 5/ HCN ; 6/ CH_3COOH ; 7/ AgNO_3 ; 8/ $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; 9/ 2 моль HI .

2. Заполните схему превращений:



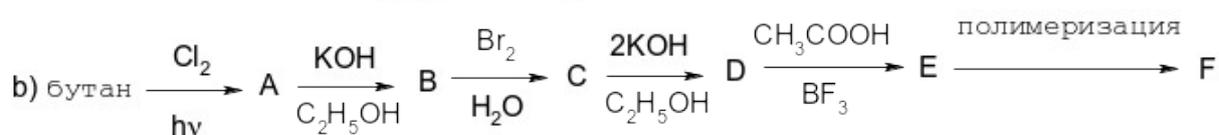
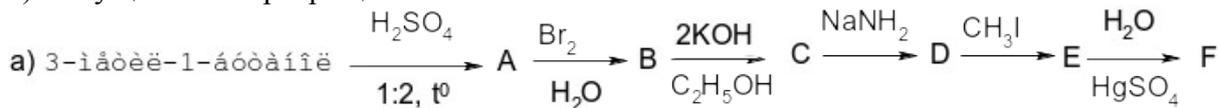
3. Из бензола получите бензиловый спирт, стирол.

4. В чем сходство и различие σ , π - и ароматической связи, докажете на конкретных примерах.

5. Гомолог бензола массой 5,3 г сожгли, получив 8,96 л /н.у./ диоксида углерода. Определите формулу углеводорода, если горение проводили в токе кислорода.

Вариант 10

а) Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из ацетилена хлористый изопропилиден; б/ из пропина бутанол-1; в/ из ацетилена полихлорэтан?

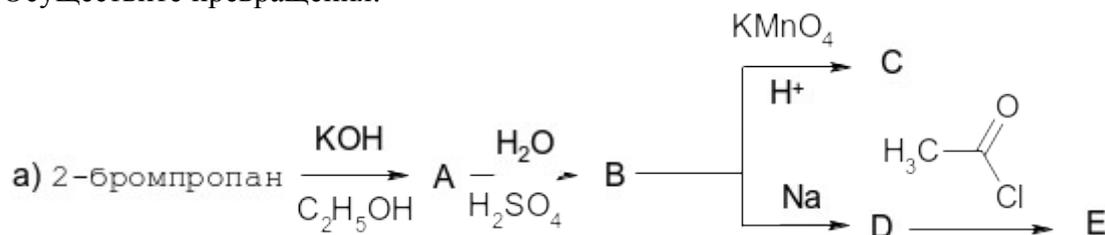
3. Как можно химическими методами выделить бутadiен-1,3 из его смеси с бутином-1 и этином?

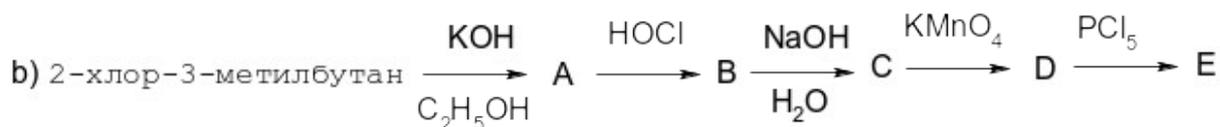
4. Установите строение соединения состава $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$, если оно реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, при окислении дает кетон состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, а при дегидратации образует 2-метил-2-бутен.

5. При нитровании изобутана азотной кислотой в газовой фазе (450°C) образуется 65 % первичного и 7 % третичного нитросоединений (остальное – продукты распада). Каковы относительные скорости замещения водорода у первичного и третичного углеродных атомов? Объясните полученные результаты.

Вариант 11

а) Осуществите превращения:





2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из пропилена пентан; б/ из карбида кальция диэтиловый эфир; в/ из пентена-1 пентин-2?

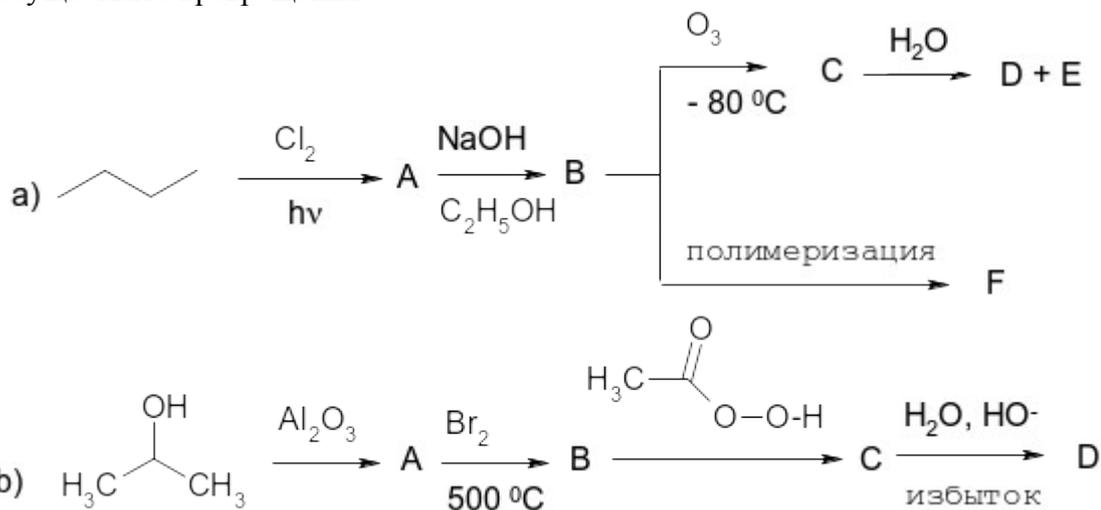
3. В четырех пробирках находятся следующие вещества: гексан, 2-метилпентен-1, пентин-2, пентин-1. При помощи каких химических реакций можно различить эти вещества?

4. Установите строение соединения $\text{C}_7\text{H}_{16}\text{O}$, если при нагревании его с Al_2O_3 образуется соединение C_7H_{14} , озонлизом которого получают метилэтилкетон и пропановая кислота.

5. При хлорировании кипящего толуола была получена смесь хлористого бензила и хлористого бензилидена с относительной плотностью 1,13. Каков состав смеси, если относительные плотности хлористого бензила и хлористого бензилидена равны 1,09 и 1,25 соответственно. Напишите уравнения протекающих при хлорировании толуола реакций.

Вариант 12

a) Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из метана изобутилхлорид; б/ из 1-пентена 2,2-дибромпентан; в/ из 1-пентена 3-бром-1-пентен?

3. Разделите смесь этена, пропана и этина и выделите каждый из компонентов в чистом виде.

4. Установите строение соединения C_5H_8 , если оно обесцвечивает бромную воду и окисляется в уксусную и пропионовую кислоты.

5. Рассчитайте, на каком минимальном расстоянии друг от друга находятся центры C-атомов, расположенных в алкановой цепи в 1,3-положениях. Длина связи C-C равна 0,154 нм.

Вариант 13

a) Осуществите превращения:

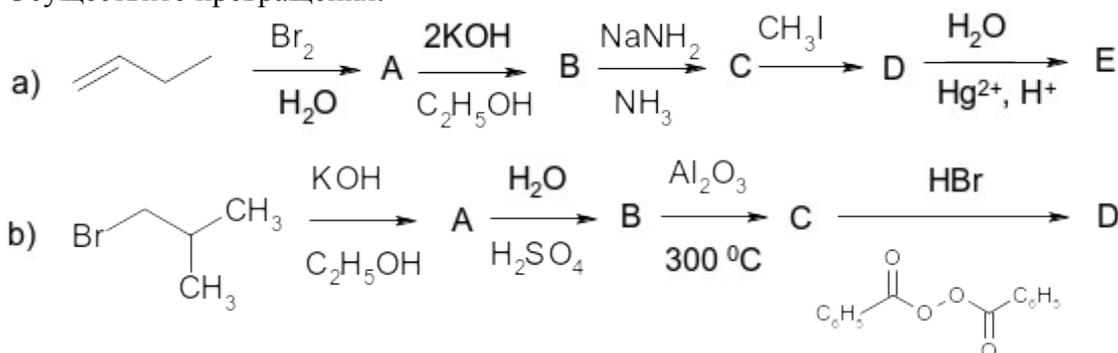
3. Как можно различить бензол, циклогексен, циклогексан и толуол? Напишите уравнения соответствующих реакций и укажите условия их протекания.

4. Установите строение углеводорода C_6H_{10} , присоединяющего четыре атома брома, не реагирующего с аммиачным раствором хлорида меди (I). При гидратации по Кучерову образуется смесь метилизобутилкетона и этилизопропилкетона.

5. Рассчитайте изомерный состав смесей, образующихся при бромировании в газовой фазе при $127^\circ C$: а) бутана и б) изобутана. Относительные реакционные способности первичной, вторичной и третичной С-Н связей выражаются соответственно числами 1 : 32 : 1600. Объясните, почему бромирование алканов является более избирательной реакцией, чем хлорирование.

Вариант 15

а) Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из метана толуол; б/ из 1,2-дихлорэтана поливинилхлорид; в/ из 2-йодбутана 3,4-диметилгексан?

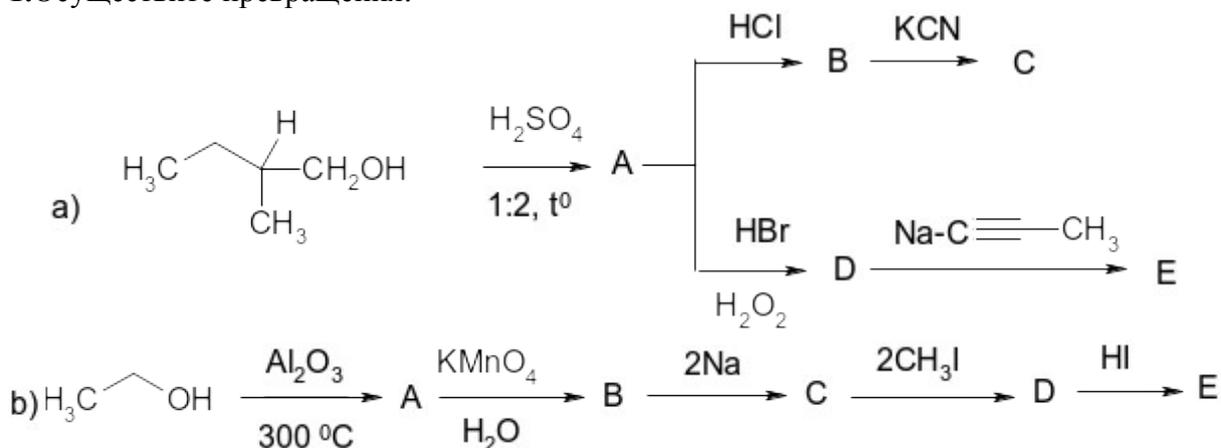
3. При помощи каких реакций можно различить 1,1-дихлорэтан и 1,2-дихлорэтан?

4. При озонлизе алкена получена смесь ацетона и пропионового альдегида CH_3CH_2CHO . Напишите схему реакции озонлиза, назовите исходный углеводород.

5. Напишите формулы изомерных монохлорпроизводных, образующихся при хлорировании 2,2,4-триметилпентана. Каким может быть относительное содержание изомеров (в %), если соотношение скоростей реакции замещения водорода у первичного, вторичного и третичного углеродных атомов составляет 1 : 3,3 : 4,4?

Вариант 16

1. Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из метана 2,5-дибром-гексан; б/ из изопропилэтилена триметилэтилен; в/ из изопентана изопрен?

3. Какими реакциями можно различить изомерные соединения 2-метил-бутадиен-1,3 и 3-метилбутин-1?

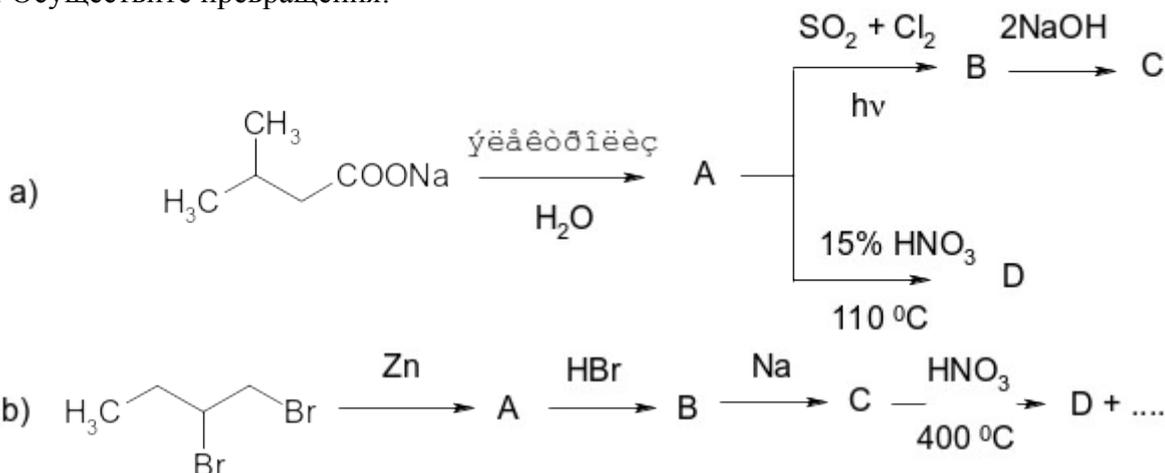
4. Установите строение соединения C_6H_{10} , если при его восстановлении металлическим натрием в спирте образуется углеводород, при озоноллизе которого получается смесь уксусного и изомаляного $(CH_3)_2CH-CHO$ альдегидов.

5. Энергия разрыва связи C-H 414,81 кДж/моль, а связи C-C 339,39 кДж/моль. Почему, тем не менее, взаимодействие хлора с этаном протекает только по схеме 1?



Вариант 17

1. Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из изобутилена изооктан; б/ из 3-метилбутена-1 2-метилбутен-2; в/ из 4-метилпентена-1 метилизопропилацетилен?

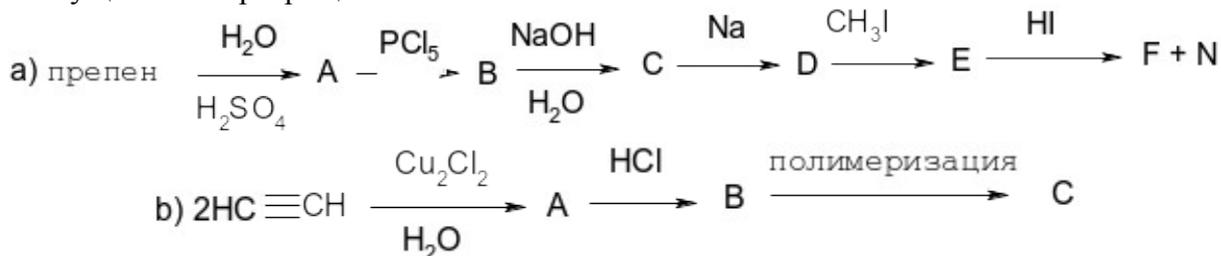
3. Как с помощью химических реакций различить: а/дифенилацетилен и дифенилэтан; б/ бутин-1 и бутин-2?

4. Углеводород $C_{11}H_{20}$ при окислении образует следующие продукты: метилэтилкетон, пропионовую кислоту и янтарную кислоту $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$. Какова структура углеводорода?

5. При фотохимическом монохлорировании изопентана получается смесь, содержащая 50 % первичного, 28 % вторичного и 22 % третичного хлорпроизводного. Каковы относительные реакционные способности первичной, вторичной и третичной C-H связей в реакции хлорирования?

Вариант 18

1. Осуществите превращения:



2. С помощью каких реакций можно получить: а/ из бутана 2,2,3,3-тетра-бромбутан; б/ из 2-бутена *транс*-2,3-дибромбутен-2; в/ из 1,2-дихлорпропана 2,2-диодпропан?

3. При помощи каких реакций можно различить следующие соединения: а/ бутин-2 и бутан; б/ бутин-1 и бутадиен-1,3?

4. Углеводород состава C_6H_{12} обесцвечивает раствор брома, растворяется в концентрированной серной кислоте, при гидрировании дает н-гексан, а при окислении в жестких условиях – смесь двух кислот с неразветвленными углеродными скелетами. Какова структура углеводорода?

5. Объясните, почему наблюдаемая теплота гидрирования 1,4-пентадиена (254,56 кДж/моль) вдвое больше теплоты гидрирования 1-бутена (126,86 кДж/моль), а у 1,3-бутадиена она составляет лишь 239,07 кДж/моль.

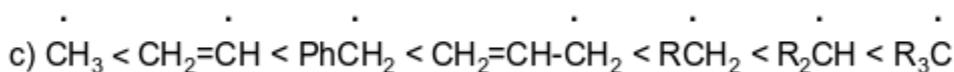
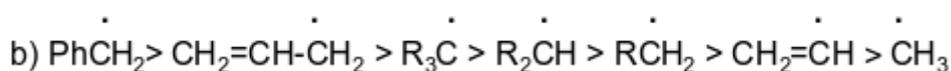
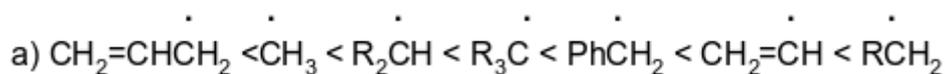
Тестовые задания по темам 1-6

1. Сколько алкилгалидов может быть получено при монохлорировании 2,2,4-триметилпентана? Образованием стереоизомеров пренебречь.

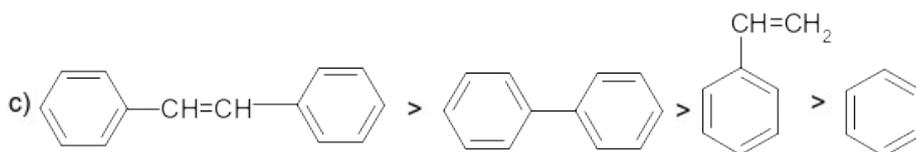
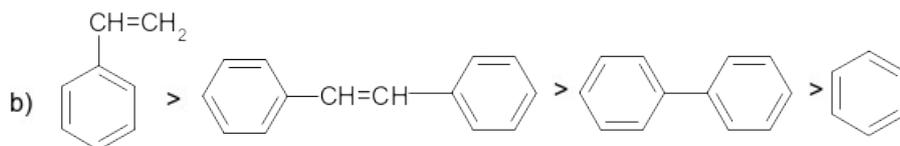
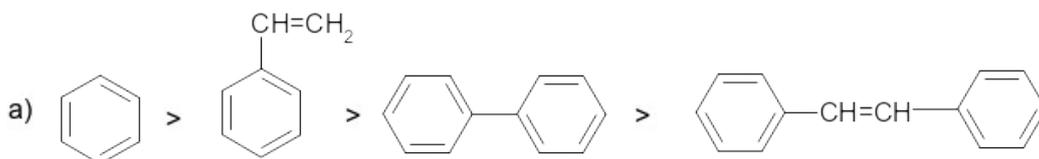
а) 2; б) 3; в) 4; г) 5; д) 6

2. Выполните вычисления, которые бы позволили предсказать, что при бромировании бутана бромом 2-бромбутан будет получаться с выходом 98%. Относительные скорости образования радикалов при бромировании при 125 °С равны первичного (1), вторичного (82) и третичного (1600).

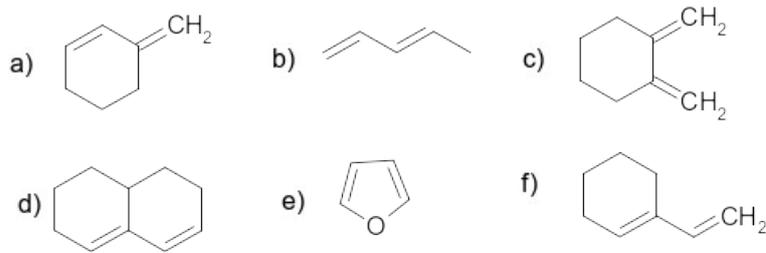
3. Устойчивость радикалов изменяется в ряду:



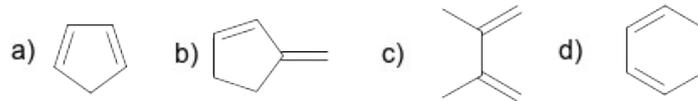
4. Расположите следующие соединения в порядке возрастания λ_{\max} :



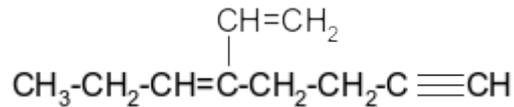
5. Какие из приведенных ниже сопряженных диенов не могут реагировать с диенофилами в реакции Дильса-Альдера:



6. Расположите следующие диены в порядке увеличения реакционной способности в реакции Дильса-Альдера:

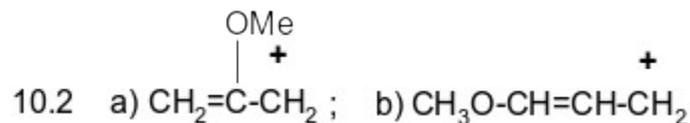
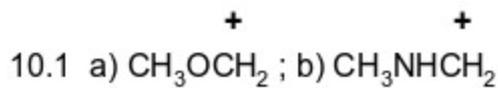


- a) Назовите основной продукт реакции 2-метил-1,5-гексадиена с 1 моль хлороводорода:
 a) 5-метил-5-хлоро-1-гексен; b) 2-метил-5-хлоро-1-гексен; c) 5-метил-6-хлоро-1-гексен;
 d) 6-хлоро-2-метил-1-гексен.
 a) Дайте систематическое название соединению:

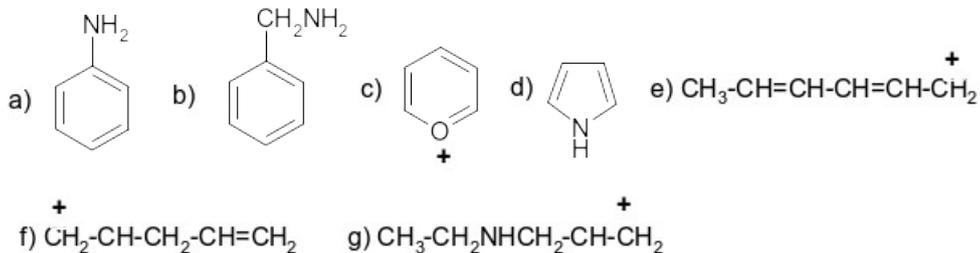


- a) 5-винил-5-октен-1-ин; b) 3-октен-7-ин; c) 1-октин-5-ен; d) 5-пропил-6-гексен-1-ин.

9. Какой карбокатион является наиболее устойчивым:

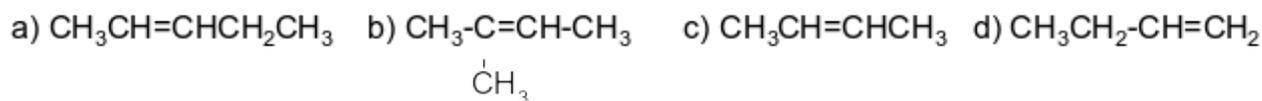


a) Какие из приведенных соединений имеют делокализованные электроны?

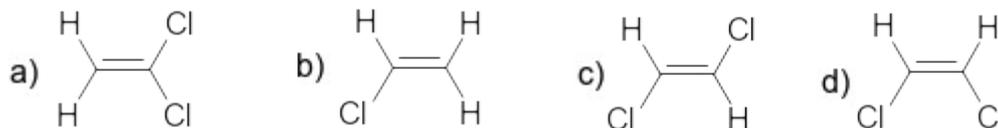


11. Этилен и гексен-1 являются

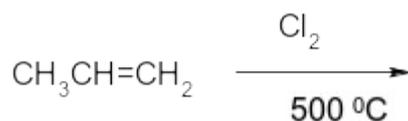
- a) структурными изомерами; b) стереоизомерами; c) гомологами; d) геометрическими изомерами.



19. Какие из приведенных соединений имеют дипольный момент равный нулю:



20. Какой основной продукт образуется в результате реакции:



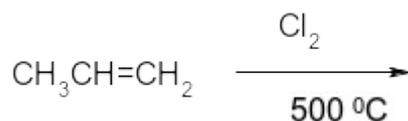
a) 1,2-дихлорпропен; b) 2-хлорпропен; c) 3-хлорпропен; d) 1-хлорпропен

21. Дайте систематическое название алкена, при озонлизе которого получены уксусный альдегид и ацетон.

22. Расположите следующие соединения в порядке легкости окисления:

a) метан; b) этен; c) этин; d) бензол

23. Какой основной продукт образуется в результате реакции:

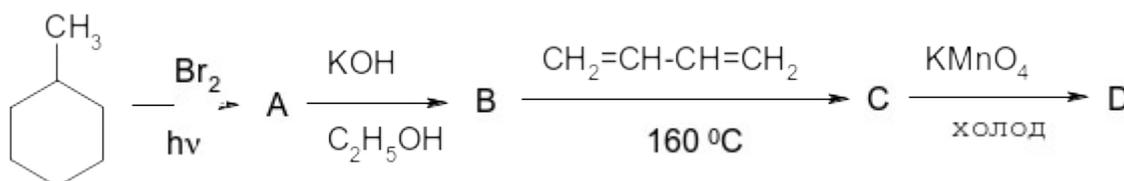


a) 3-хлорпропен; b) 1,2-дихлорпропен; c) 2-хлорпропен; d) 1-хлорпропен

24. Дайте систематическое название алкена, при озонлизе которого получены уксусный альдегид и ацетон.

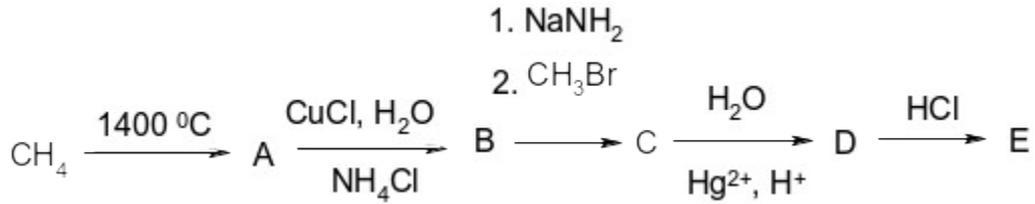
a) 2-метил-2-бутен; b) 2,2-диметил-1-бутен; c) 2,3-диметилпентен-1; d) 2,4-диметилпентен-1

25. Дать систематическое название конечного продукта превращений с учетом его стереохимии:



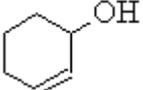
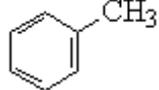
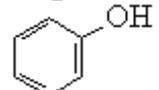
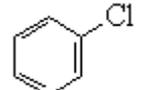
- a) (1S,2R)-4a-метилдекагидро-1,2-нафталиндиол; b) (2S,3S)-4a-метилдекагидро-2,3-нафталиндиол; c) (2S,3R)-4a-метилдекагидро-2,3-нафталиндиол; d) (2R,3S)-4a-метилдекагидро-2,3-нафталиндиол;

26. Дать систематическое название конечного продукта превращений:

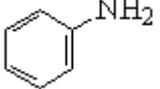
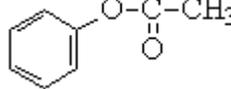
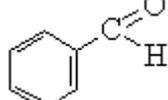


- a) 4-хлорпентан; b) 3-хлорпентан; c) 4-хлорпентаналь; d) 3-хлорпентен-2.

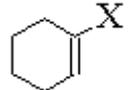
27. Заместитель проявляет только индуктивный эффект в соединениях:

- a) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$
 b) 
 c) 
 d) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$
 e) 
 f) 

28. Отрицательный индуктивный эффект и положительный эффект сопряжения заместителя по отношению к углеводородному фрагменту проявляются в соединениях:

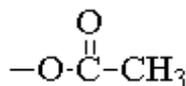
- a) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OCH}_3$ c) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$
 b)  d) 
 e) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ f) 

29. Установите соответствие между заместителем и характером его электронного эффекта

в соединениях типа 

- A: $-\text{NO}_2$ E: +I
 B: $-\text{CF}_3$ F: -I, -M
 C: $-\text{CH}_3$ G: -I, -M

D: H: - I, + M



K: - I

N: + I, + M

301. Если циклопентан реагирует с более чем одним эквивалентом хлора при высокой температуре, то сколько дихлорциклопентанов может образоваться в этом случае?

a) 2; b) 3; c) 4; d) 6; e) 7; f) 8

Тема 7. Галогенопроизводные алифатических и ароматических углеводородов

Отчет по лабораторной работе 3 «Галогенпроизводные углеводородов»

Синтетический практикум. Синтез этилбромида

Тестовые задания по теме 7:

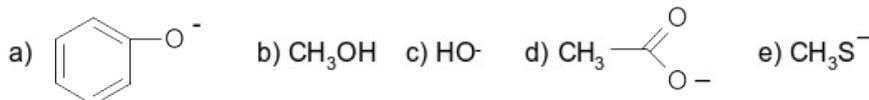
1. ΔG° конверсии аксиального фторциклогексана в экваториальный фторциклогексан при 25 °С равна – 0,25 ккал/моль (или 1,05 кДж/моль). Вычислите процент молекул фторциклогексана, которые имеют заместитель F в экваториальном положении (подтвердить расчетом)

a) 20 %; b) 50 %; c) 60 %; d) 80 %

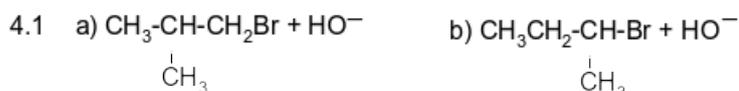
2. Расположите следующие алкилбромиды в порядке увеличения реакционной способности в реакции S_N2 :

a) 1-бром-2-метилбутан; b) 1-бром-3-метилбутан; c) 2-бром-2-метилбутан; d) 1-бромпентан.

3. Расположите следующие молекулы и анионы в порядке возрастания нуклеофильности в водном растворе:



4. В каком случае S_N2 реакция протекает быстрее:



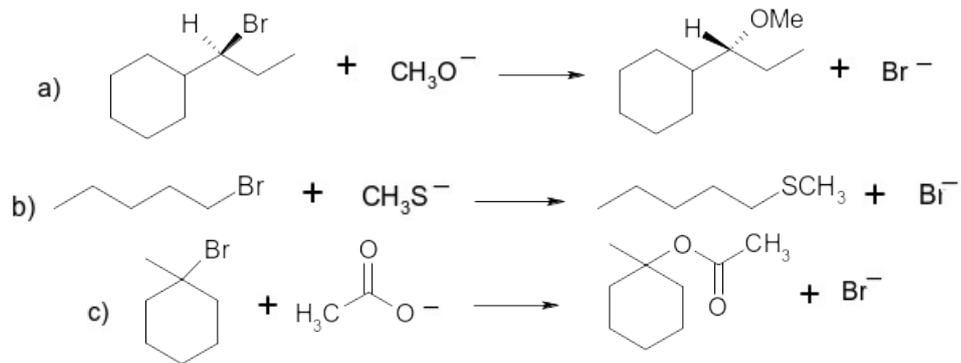
5. Расположите следующие алкилбромиды в порядке увеличения реакционной способности в реакции S_N1 :

a) изопропилбромид; b) пропилбромид; c) *трет*-бутилбромид; d) метилбромид

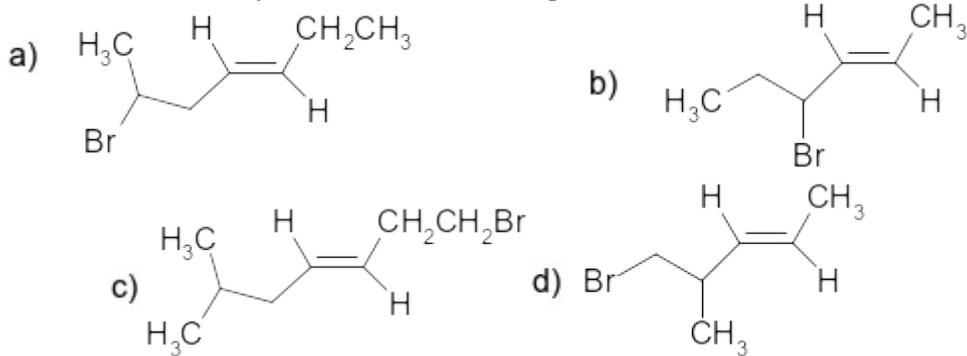
6. Расположите следующие алкилгалогениды в порядке увеличения реакционной способности в S_N1 реакциях:

a) 2-бромпентан; b) 2-хлорпентан; c) 1-хлорпентан; d) 3-бром-3-метилпентан.

7. Какие из приведенных реакций будут протекать быстрее при увеличении концентрации нуклеофила:



a) Какой алкилгалогенид будет более активен в реакции сольволиза:



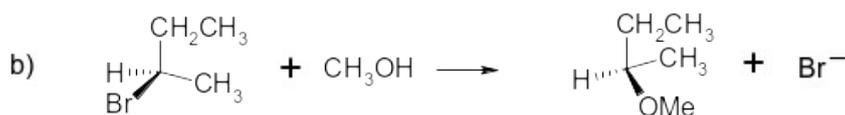
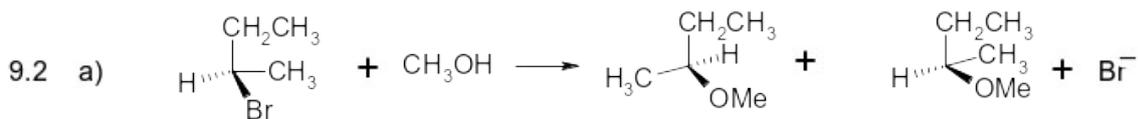
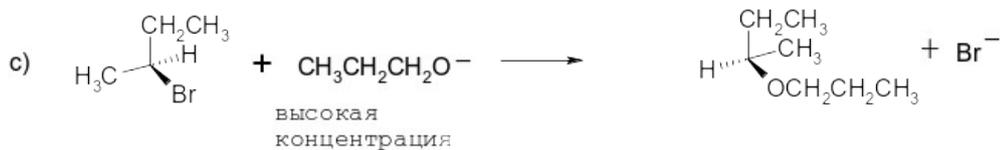
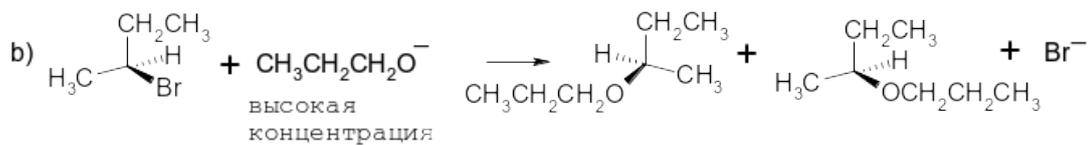
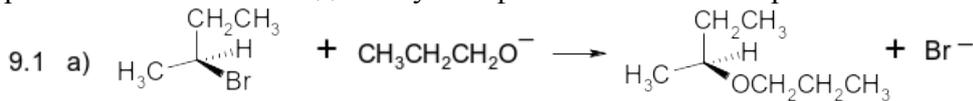
8. Скорость реакции замещения 2-бромбутана с гидроксид-ионом (75 % водный этанол) при 30 °С описывается кинетическим уравнением:

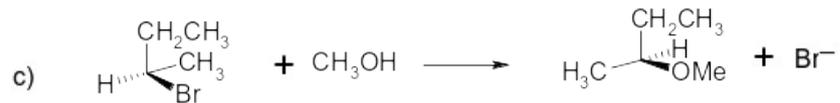
$$v = 3,20 \times 10^{-5} [2\text{-бромбутан}] [\text{HO}^-] + 1,5 \times 10^{-6} [2\text{-бромбутан}]$$

Какая часть 2-бромбутана прореагирует по механизму S_N2 в этих условиях, если [HO⁻] = 1,00 М.

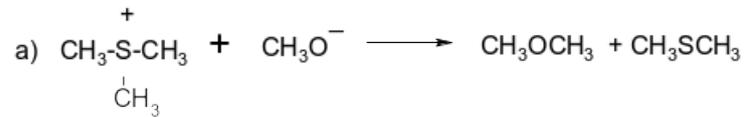
a) 42 %; b) 50 %; c) 96%; d) 100 %

9. В каких случаях конфигурация (конфигурации) продукта (продуктов) замещения вторичных алкилгалогенидов с нуклеофилами показаны верно:

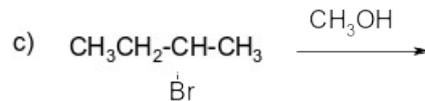
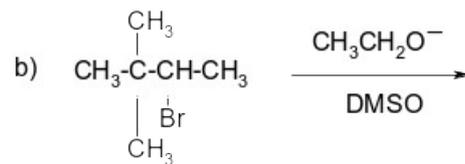
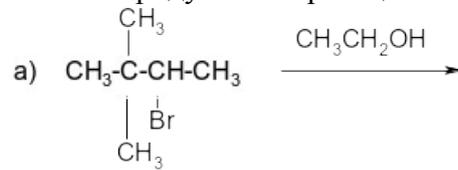




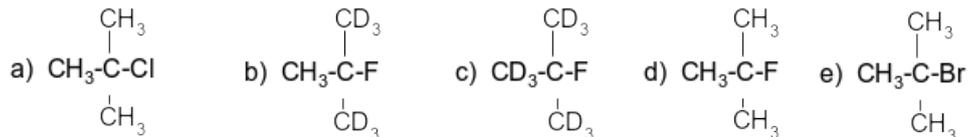
10. В каком случае скорость S_N2 реакции уменьшится при возрастании полярности протонного полярного растворителя:



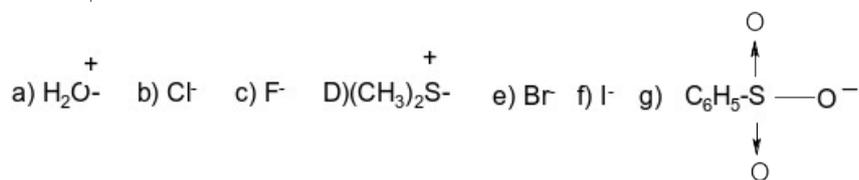
11. Какая из ниже приведенных реакций будет протекать по механизму $E2$ элиминирования и назовите основной продукт этой реакции:



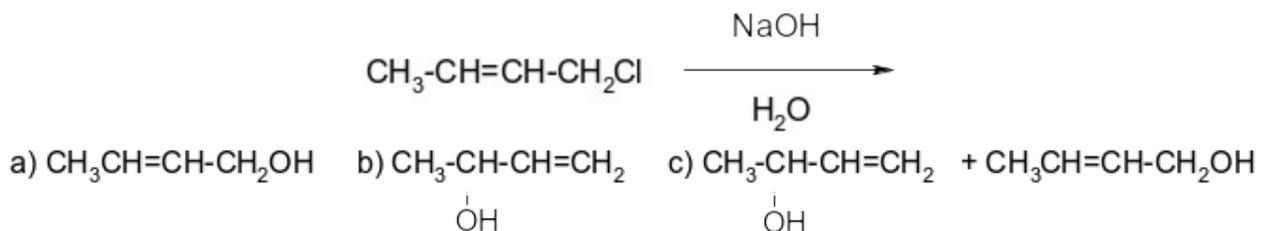
12. Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в $E2$ реакции:

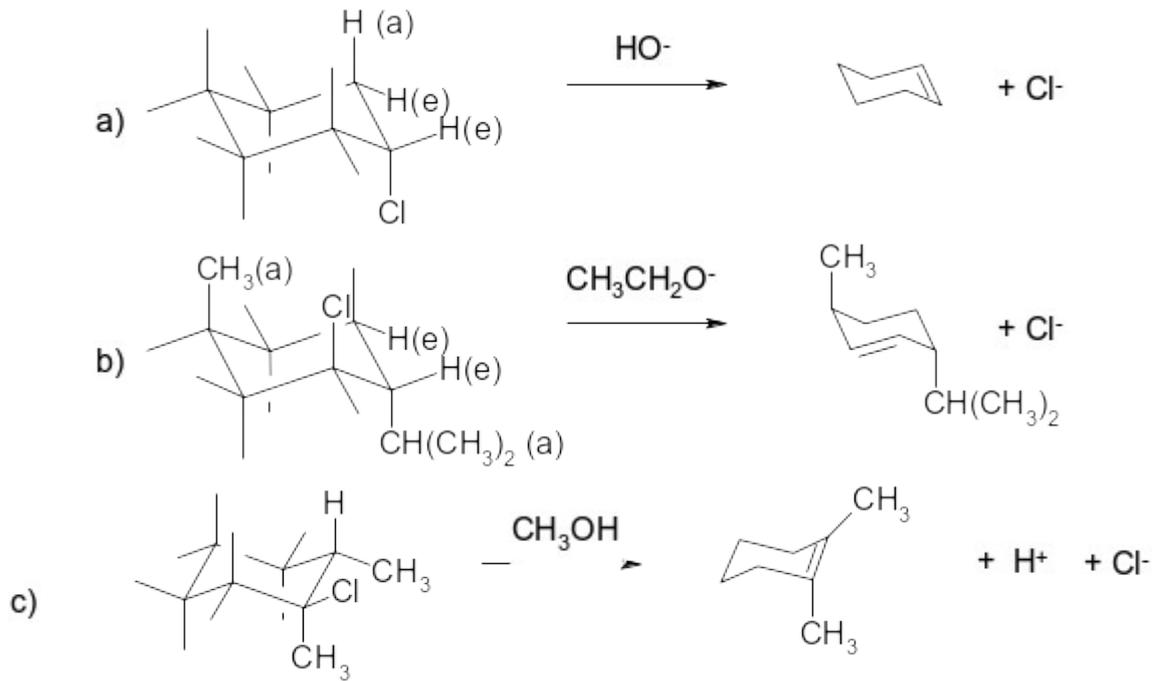


13. Расположите в порядке увеличения способности быть уходящей группой в реакциях нуклеофильного замещения:

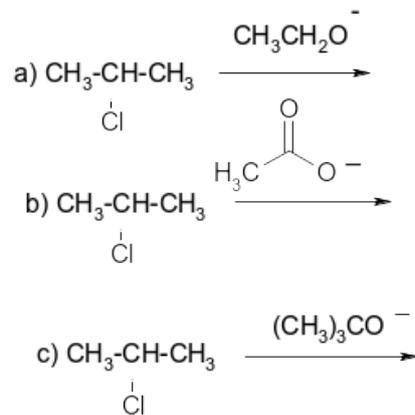


14. Какой (какие) продукты образуются в следующей реакции:

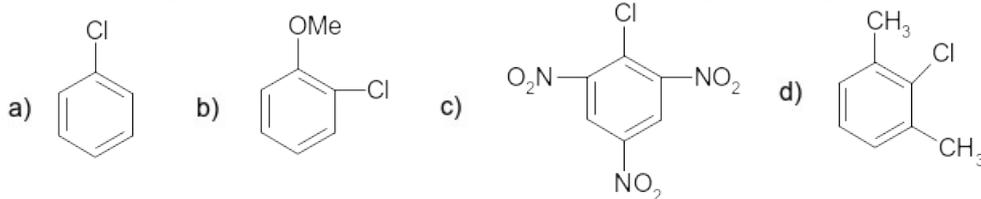




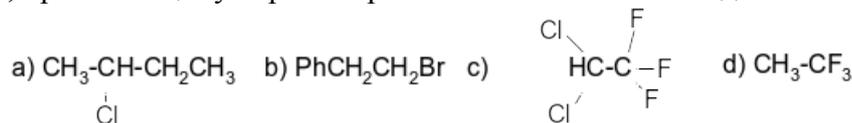
21. В каком случае нуклеофильное замещение является доминирующим одородсом:



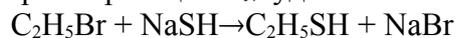
22. Какие из приведенных ниже галогенаренов подвергаются реакции S_N аром.:



23. Какое из приведенных ниже галогенпроизводных способно подвергаться элиминированию, протекающему через сопряженное основание исходного вещества:



24. В каком случае скорость реакции S_N будет больше:



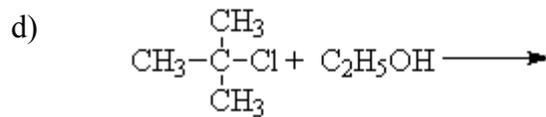
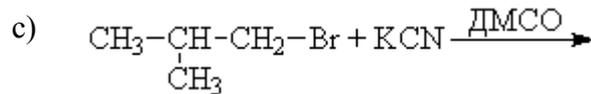
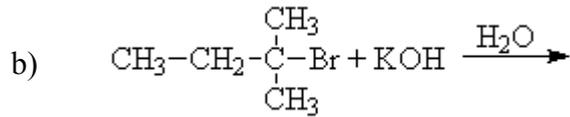
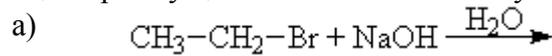
a) H_2O ; b) диметилформамид; c) диоксан

25. Расположите RCl в порядке увеличения реакционной способности в следующей реакции:

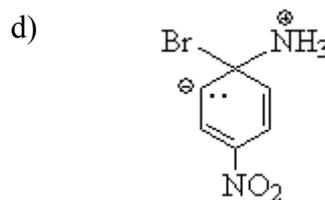
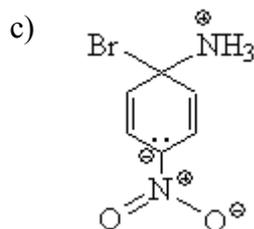
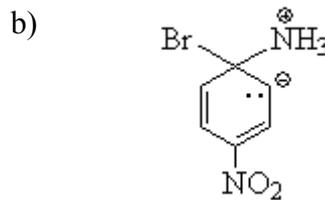
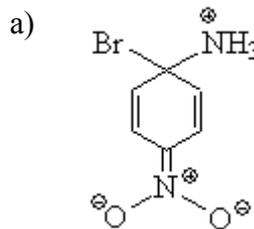
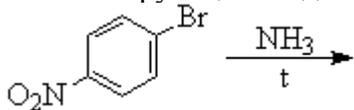


- a) R=н-C₃H₇; b) втор-C₄H₉; c) изо-C₄H₉; d) CH₃; e) PhCH₂; f) CH₂=CH; g) CH₃(CO)-CH₂; h) CH₂=CH-CH₂

26. Реакции, протекающие преимущественно по механизму S_N2



27. Резонансные структуры, определяющие стабильность аниона, образующегося на скорости лимитирующей стадии реакции:



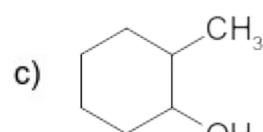
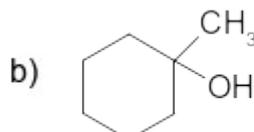
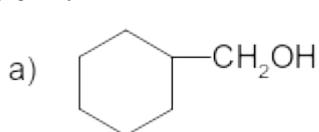
Темы 8,9 . Спирты. Простые эфиры

Отчет по лабораторной работе 4 «Спирты. Простые эфиры»

Разбор конкретных ситуаций:

1. Назовите основной продукт реакции 3-метил-2-бутанола с HBr:
a) 2-бromo-3-метилбутан; b) 2-бromo-2-метилбутан; c) 2-метил-2-бутен.

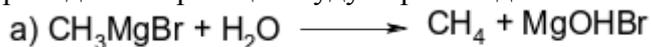
2. Перечислите следующие спирты в порядке увеличения скорости дегидратации в присутствии кислоты:



3. Какие основные продукты могут быть получены при нагревании простого эфира $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ с HI :

a) пропенол и этилиодид; b) пропаналь и этилиодид; c) иодпропен и этанол.

4. Какие из приведенных реакций будут происходить:

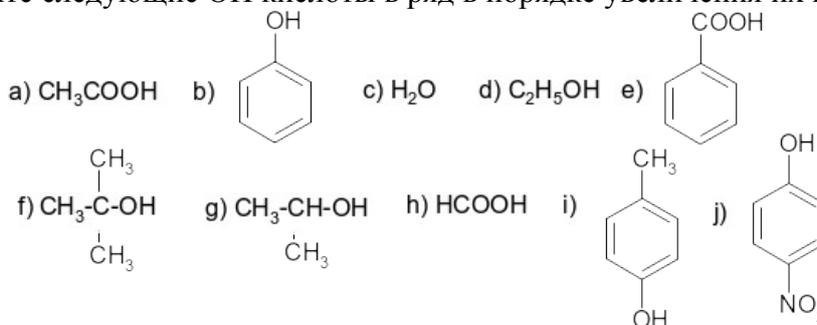


Тема 10. Фенолы. Хиноны

Отчет по лабораторной работе 5. Фенолы. Хиноны

Разбор конкретных ситуаций:

1. Расположите следующие OH кислоты в ряд в порядке увеличения их кислотных свойств:



2. Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакции электрофильного замещения по бензольному кольцу: фенол, *p*-нитрофенол, *p*-бромфенол, бензол, нитробензол, толуол.

3. Расположите следующие гидроксипроизводные в порядке увеличения легкости окисления: гидрохинон, этанол, *трет*-бутанол, диметилкарбинол, фенол. Дайте обоснованный ответ.

4. С помощью качественных реакций различите следующие соединения: этанол, *трет*-бутанол, 2-бутанол, фенол. Напишите уравнения соответствующих реакций.

5. Из фенола получите 2,4,6-тринитрофенол и подействуйте на него пентахлоридом фосфора. Напишите уравнения реакций.

6. Рассмотрите механизм реакции Раймера-Тимана.

7. Почему при получении первичных спиртов магниорганическим синтезом можно применять оксиран, оксетан и не применяют тетрагидрофуран.

8. Известно, что спирты обратимо взаимодействуют с гидроксидом натрия в обычных условиях и образующиеся алкоголяты не удается выделить из водного раствора. В то же время в промышленности алкоголяты получают таким способом, а не взаимодействием с металлическим натрием. В каких условиях проводят это превращение?

9. Электрофильное замещение в ядре фенолов (фенолятов) не протекает при действии: 1) хлороформа и щелочи; 2) азотистой кислоты; 3) аммиака; 4) диоксида углерода.

Тема 11. Нуклеофильное замещение в алифатическом и ароматическом рядах. Реакции элиминирования

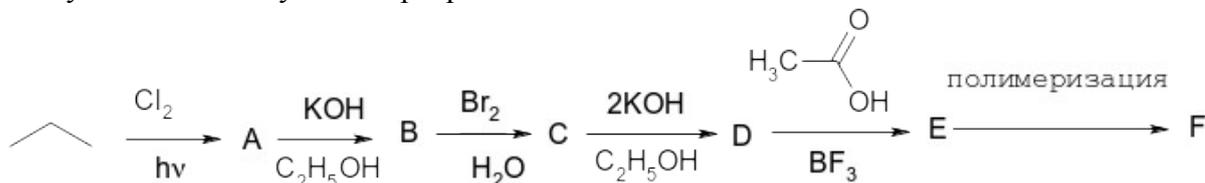
Контрольная работа 2

«Галогенпроизводные. Спирты. Нуклеофильное замещение. Элиминирование»

Вариант 1

1. Дайте сравнение основных и кислотных свойств изомеров бутанола. Покажите механизм S_N2 и приведите примеры.

2. Осуществите следующие превращения :



3. Из этана получите бутен-1.

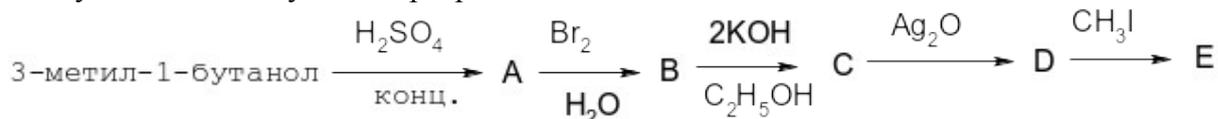
4. Из бензола получите *мета*-хлорбензойную кислоту.

5. Соединение состава C_4H_7Cl обесцвечивает бромную воду, легко гидролизуется водным раствором $NaOH$, образуя два изомерных соединения C_4H_8O . Установите строение исходного вещества.

Вариант 2

1. Дайте сравнение реакционной способности по связи C-H следующих соединений: пропана, пропена, толуола. Приведите примеры и покажите механизм.

2. Осуществите следующие превращения:



3. Из 1-бутена получите 2-бутин.

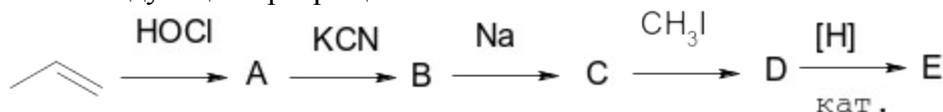
4. Из бензола получите бензойную кислоту.

5. Установите строение соединения состава $C_6H_{14}O_2$, которое при действии PCl_5 образует дигалогенпроизводное, при взаимодействии с металлическим натрием выделяет водород, при окислении образует ацетон и пропановую кислоту.

Вариант 3

1. Дайте сравнение реакционной способности галогена в следующих соединениях: 1-хлорпропан, 1-хлорпропен-1, 1-хлорпропен-2, хлорбензол. Покажите механизм и приведите примеры.

2. Осуществите следующие превращения:



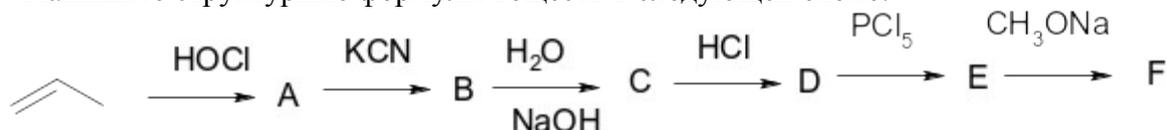
3. Из этана получите диэтиловый эфир.

4. Из бензола получите *мета*-нитротолуол.

5. Соединение C_3H_5Br при нагревании с металлическим натрием образует вещество C_6H_{10} , при окислении которого $KMnO_4$ в кислой среде образуется кислота $C_4H_6O_4$. Установите строение исходного соединения.

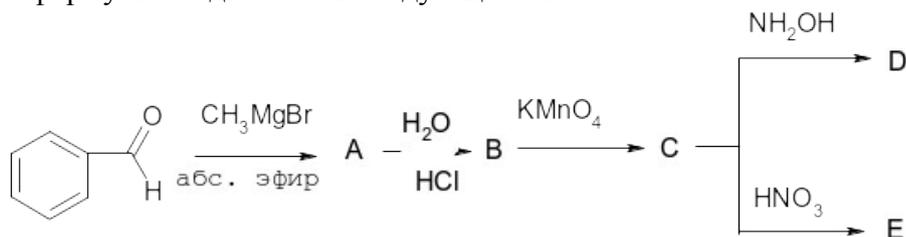
Вариант 4

а) Напишите структурные формулы веществ в следующей схеме:



2. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: пентен-1 в пентин-2; диметилкетон в изомасляную кислоту?

3. Напишите формулы соединений в следующей схеме:



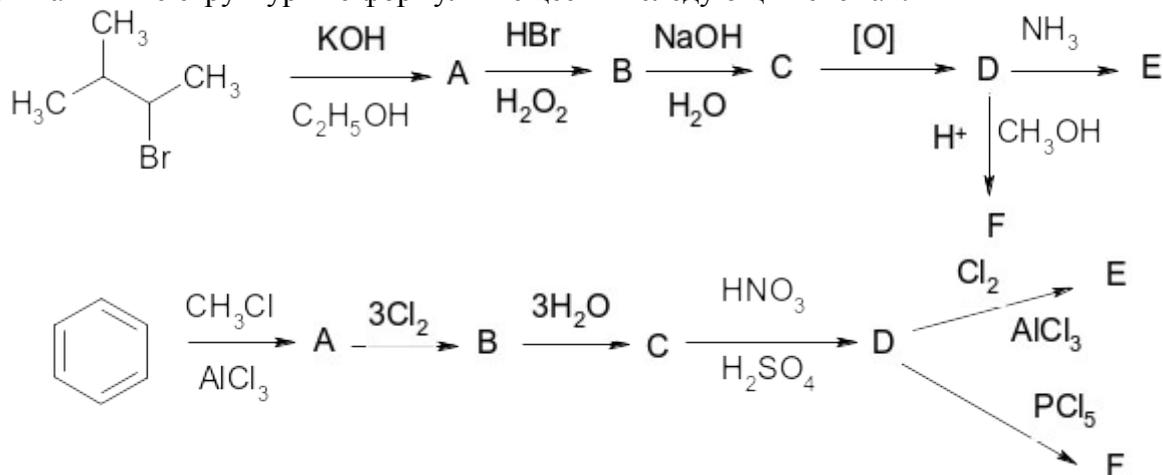
4. Из бензола получите 3-бром-5-нитрофенол, 3-нитро-4-хлор-бензол-сульфо кислоту.

5. Имеются водные растворы муравьиной и уксусной кислот. Как можно их различить?

Приведите не менее двух способов.

Вариант 5

а) Напишите структурные формулы веществ в следующих схемах:



2. С помощью каких реакций можно осуществить следующие превращения: ацетилен в этилацетат; этилен в бутанол-2?

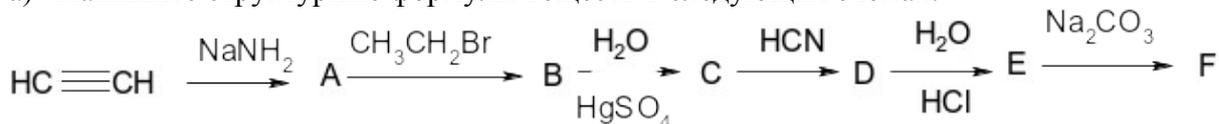
3. Из бензола получите *m*-нитрофенол, 5-бром-2-толуолсульфо кислоту.

4. Различите следующие соединения: глицерин, этиловый спирт, гидрохинон, бензальдегид.

5. Напишите структурную формулу соединения $\text{C}_6\text{H}_6\text{SO}_4$, которое при действии водного раствора едкого натра дает динатриевое производное. При сплавлении последнего с твердой щелочью и последующем подкислении получается резорцин.

Вариант 6

а) Напишите структурные формулы веществ в следующих схемах:



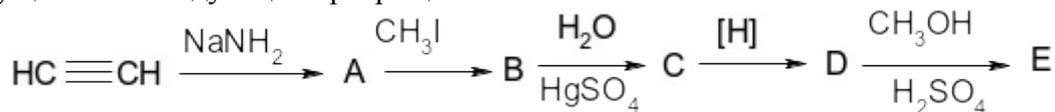
4. Предложите способ разделения смеси, состоящей из пропанола, бутанола, пропионовой кислоты и пропионового альдегида.

5. Определите строение соединения состава C_3H_8 , если оно реагирует с аммиачным раствором Cu_2Cl_2 с образованием осадка красного цвета, при нагревании со спиртовой щелочью изомеризуется в углеводород, который при окислении наряду с другими продуктами дает ацетон.

Вариант 12

1. Сравните действие спиртового и водного растворов KOH на фтор-, хлор-, бром-, йодпроизводные пропана. Покажите механизмы.

2. Осуществите следующие превращения:



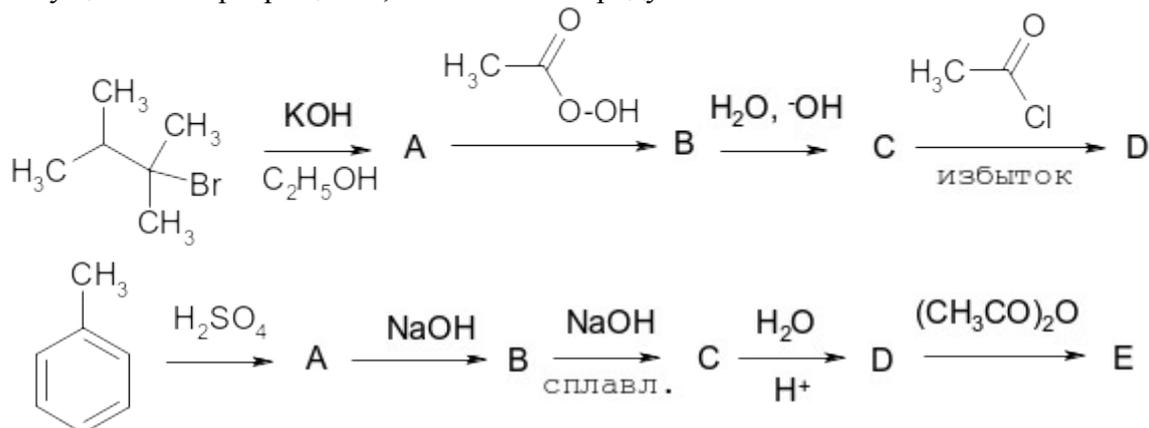
3. Из пропана получите бутанол-1.

4. Из бензола получите хлористый бензил.

5. Установите строение вещества состава C_6H_{12} , если оно обесцвечивает бромную воду, при гидратации образует третичный спирт $C_6H_{13}OH$, а при окислении хромовой смесью – диметилкетон и пропановую кислоту.

Вариант 13

1. Осуществите превращения, назовите все продукты.



2. Из пропилена получите метилциклопропан.

3. Из ацетилена получите *мета*-хлорбензойную кислоту, ангидрид *мета*-хлорбензойной кислоты.

4. Установите строение соединения C_6H_{14} , при монобромировании которого образуется третичное бромпроизводное состава $C_6H_{13}Br$; соединение может быть получено по способу Вюрца и по реакции Кольбе без побочных продуктов.

5. Расположите в порядке увеличения скорости реакций с бромом следующие вещества: этилена, хлорэтилена, пропилена, бутена-1 и бутена-2. Дайте пояснения.

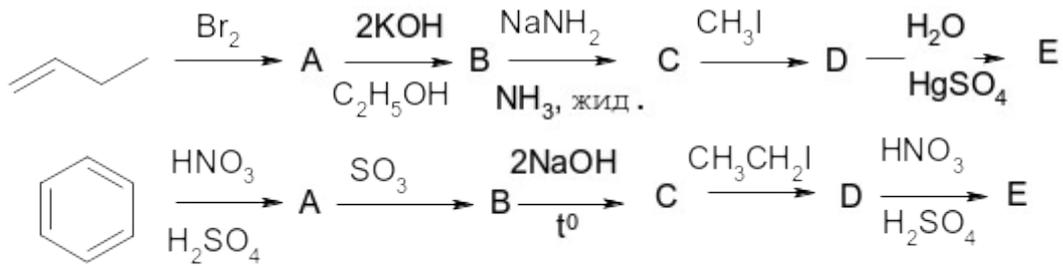
Вариант 14

1. Сравните реакционную способность к гидролизу следующих соединений: 1-бромпропана, 1-хлорпропана, 2-метил-2-хлорпропана, 2-хлорбутана. Укажите механизм реакций.

2. Предложите способы получения *орто*-, *мета*- и *пара*-хлорбензо-сульфокилот из бензола.

3. Предложите способ получения изопрена из изопентана.

4. Осуществите превращения:



- а) Каково строение вещества $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, которое обесцвечивает бромную воду, реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, а при осторожном окислении образует винилуксусный альдегид?

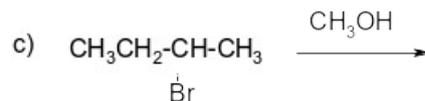
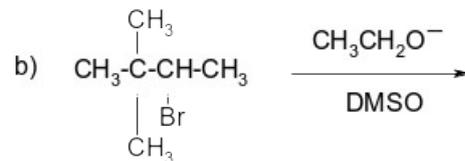
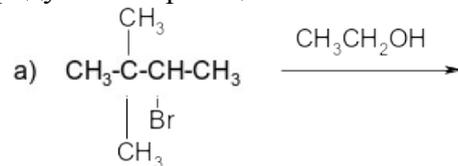
Коллоквиум 1

«Реакции нуклеофильного замещения и элиминирования. Прямое нуклеофильное замещение атома водорода. Викариозное нуклеофильное замещение»

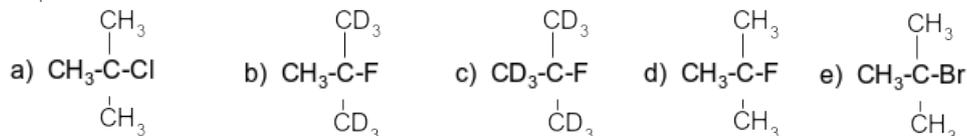
1. Нуклеофильные реагенты. Основность и нуклеофильность. Несовпадение рядов основности и нуклеофильности. Жесткие и мягкие нуклеофильные реагенты. Амбидентные нуклеофилы. Правило Корнблума.
2. Сравнительная характеристика механизмов $\text{S}_{\text{N}}1$ и $\text{S}_{\text{N}}2$ в алифатическом ряду.
3. Нуклеофильное замещение в аренах. Типовые механизмы.
4. Прямое нуклеофильное замещение атома водорода в аренах. Викариозное нуклеофильное замещение.
5. Механизмы ионного 1,2-элиминирования ($\text{E}1$, $\text{E}2$, $\text{E}1\text{cB}$). Стереохимия элиминирования

Задания к коллоквиуму

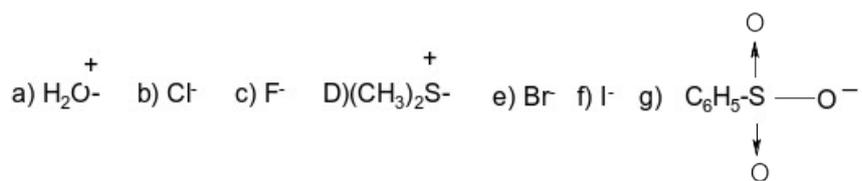
- а) Какая из ниже приведенных реакций будет протекать по механизму $\text{E}2$ элиминирования и назовите основной продукт этой реакции:



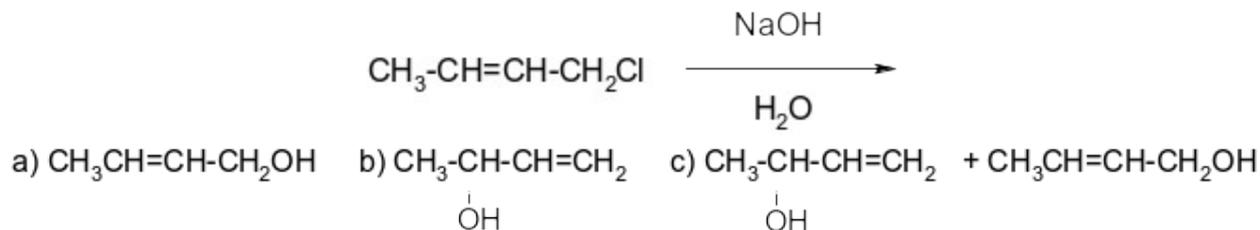
- а) Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в $\text{E}2$ реакции:



- а) Расположите в порядке увеличения способности быть уходящей группой в реакциях нуклеофильного замещения:



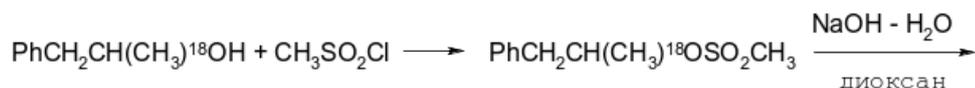
a) Какой (какие) продукты образуются в следующей реакции:



5. Расположите следующие соединения в порядке уменьшения $\text{S}_{\text{N}}1$ реакционной способности по отношению к этоксиду натрия:

a) 3-бром-1-бутен; b) 3-бром-2-метил-1-пропен; c) 1-бром-2-бутен-2.

6. $^{\text{R}}$ -1-Фенилпропан-2-ол, содержащий изотопную метку ^{18}O , введён в следующую цепочку превращений:



A

B

Какова конфигурация соединения A:

a) R; b) $\frac{1}{2}\text{R} + \frac{1}{2}\text{S}$; c) S

Тема 12. Электрофильное замещение в ароматическом ряду

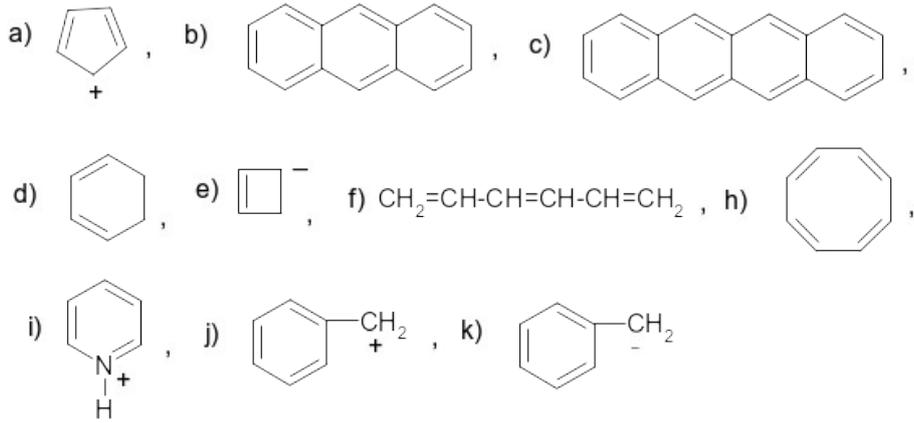
Коллоквиум 2

«Ароматические, неароматические и антиароматические соединения. Реакции электрофильного замещения»

1. Ароматические, неароматические и антиароматические соединения. «Хюккелевские» и «анти-хюккелевские» системы. «Круг Фроста».
2. Структурные, энергетические и магнитные критерии ароматичности.
3. Основные типы ароматических структур: карбоциклические (нейтральные молекулы, ионные структуры), гетероциклические.
4. Циклически сопряженные неароматические системы.
5. Реакции электрофильного ароматического замещения – визитная карточка ароматических соединений. Классический механизм электрофильного ароматического замещения. Одноэлектронный перенос.
6. Типовые реакции ароматического электрофильного замещения.
7. Правила ориентации. Согласованное и несогласованное действие заместителей.

Тестовые задания:

1. Какие из следующих соединений являются ароматическими:



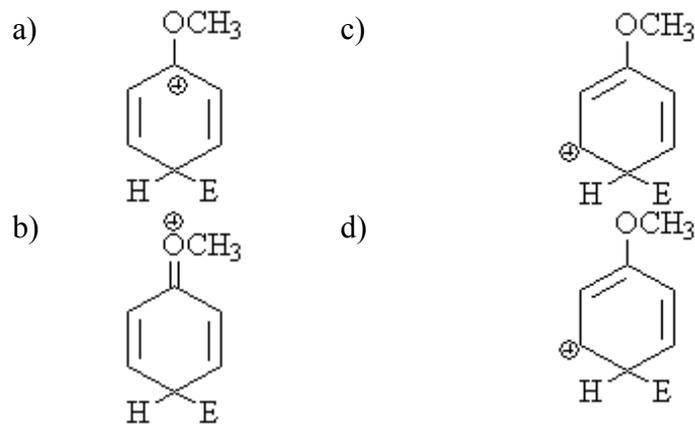
2. Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакции S_E :

a) бромбензол; b) толуол; c) бензол; d) фенол; e) нитробензол; f) бензальдегид; g) сульфобензол.

3. Расположите следующие соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакции S_N аром.:

a) хлорбензол; b) 1-хлор-2,4-динитробензол; c) *n*-хлорнитробензол; d) 2,4,6-тринитрохлорбензол.

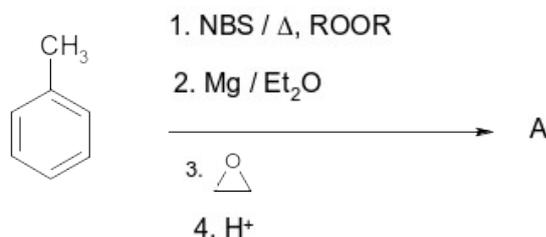
4. Резонансные структуры σ -комплекса, образующегося при электрофильном замещении в анизоле, вносящие наибольший вклад в его резонансную стабилизацию:



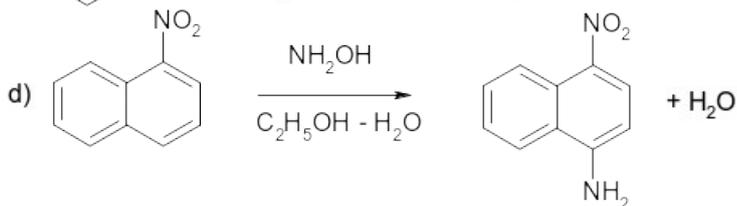
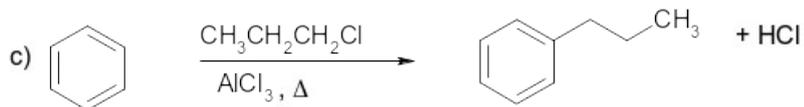
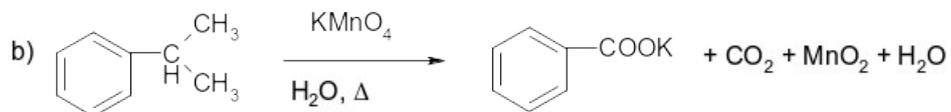
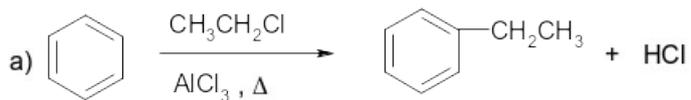
5. Расположите следующие соединения в порядке увеличения скорости реакции S_E :

a) бензол; b) бензойная кислота; c) фенол; d) пропилбензол; e) фторбензол; f) иодбензол; g) хлорбензол.

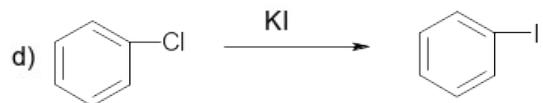
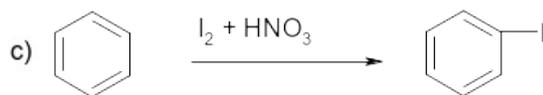
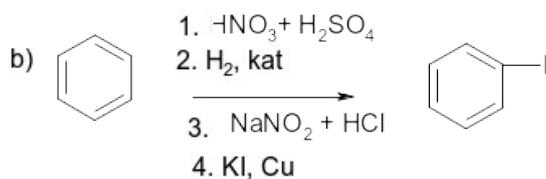
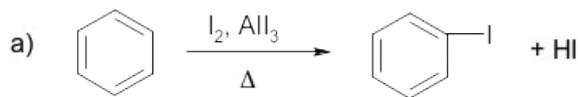
6. Какой продукт образуется в результате следующих превращений:



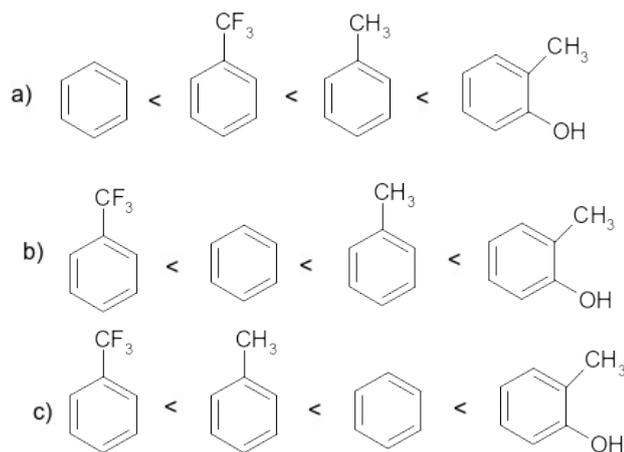
7. Укажите, какое из приведенных ниже уравнений реакций написано неверно:



8. Укажите реакции, которые могут быть использованы для получения иодбензола:



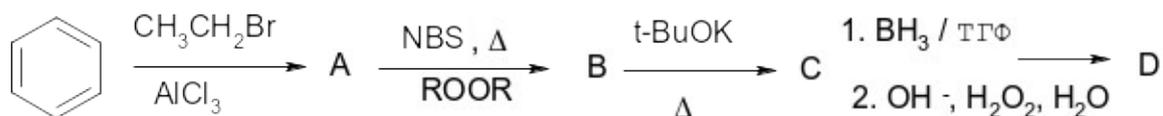
9. Скорость реакции нитрования соединений возрастает в ряду:



10. Реакция электрофильного замещения протекает:

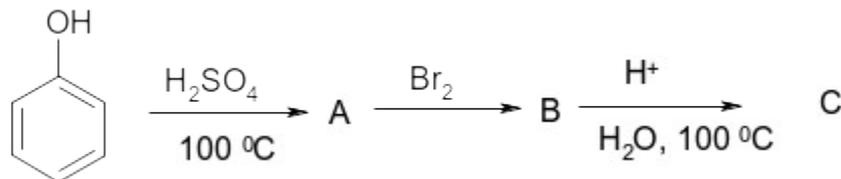
a) легче у бензола, чем у гексадейтеробензола; б) легче у гексадейтеробензола, чем у бензола; с) с одинаковой скоростью у бензола и гексадейтеробензола.

11. Назовите продукт, образующийся в результате следующей цепочки превращений:



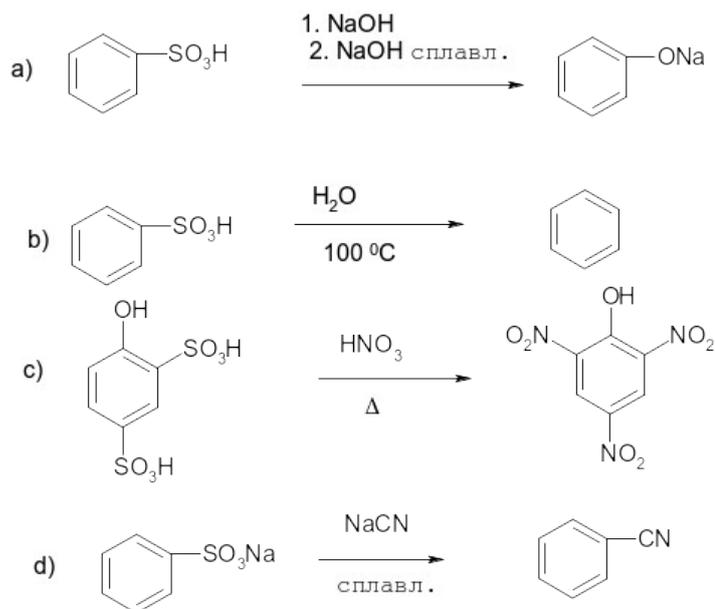
а) 2-фенилэтанол; б) 1-фенил-1-этанол; с) этилбензол

12. Назовите продукт, образующийся в результате следующей цепочки превращений:



а) 2-бромфенол; б) 2,6-дибромфенол; с) бромбензол.

13. Укажите реакции, иллюстрирующие способность сульфогруппы замещаться по электрофильному механизму:



Тема 13. Альдегиды и кетоны

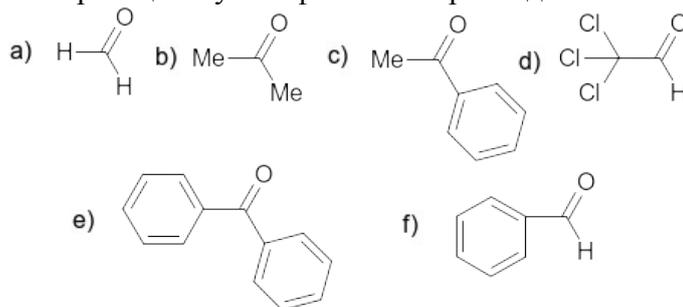
Отчет по лабораторной работе 5 «Альдегиды и кетоны»

Разбор конкретных ситуаций:

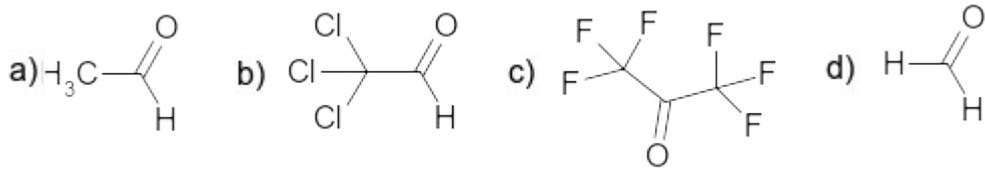
1. Расположите следующие соединения в порядке увеличения их электрофильных свойств: формальдегид, уксусный альдегид, хлораль, ацетон, ацетофенон, бензофенон, бензальдегид. Дайте обоснованный ответ.
2. Какие продукты получаются по реакции уксусного альдегида, бензальдегида и формальдегида с аммиаком. Рассмотрите механизм реакций. Объясните причину более глубокого протекания реакции в случае формальдегида.
3. Чем объясняется невозможность выделения альдолей в условиях кислотного катализа?
4. Почему невозможно выделить альдоль в реакции конденсации уксусного альдегида с бензальдегидом в условиях основного катализа.
5. Объясните, почему ароматические альдегиды легче алифатических альдегидов окисляются кислородом воздуха.
6. Почему бензальдегид под действием сильного основания (KOH) подвергается диспропорционированию, а при действии слабого основания (CH₃COOK) происходит конденсация (реакция Перкина)?

Тестовые задания:

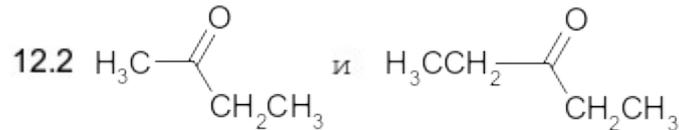
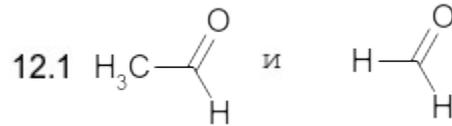
1. Расположите следующие карбонильные соединения в порядке увеличения реакционной способности в реакции нуклеофильного присоединения:



2. Расположите следующие соединения в порядке увеличения легкости образования гем-диолов:

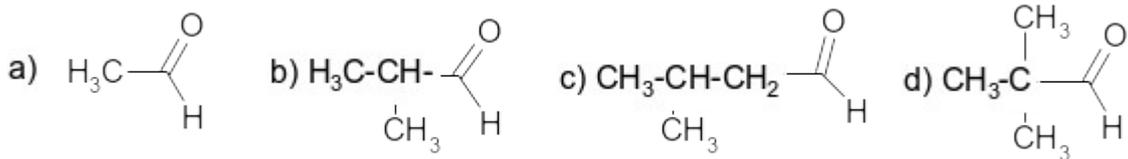


3. При помощи какого (одного) реактива можно различить следующие карбонильные соединения:

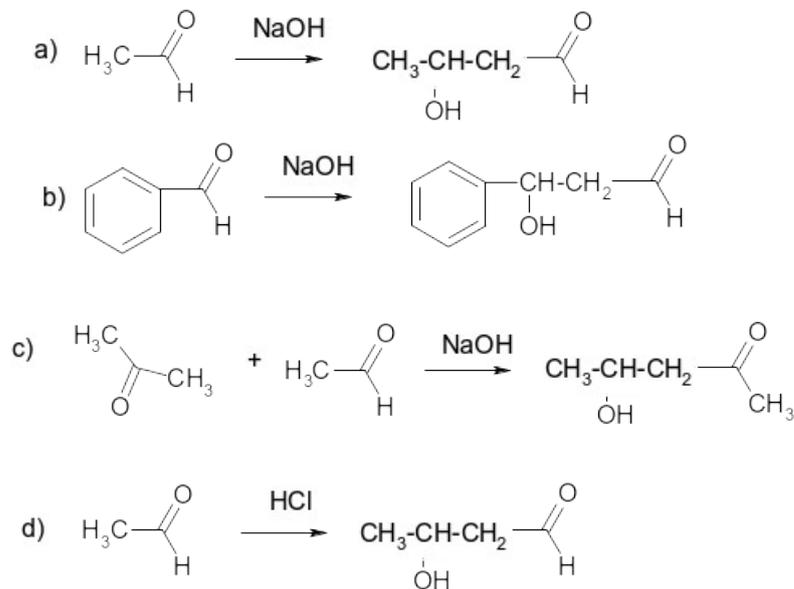


a) $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$; b) $\text{Cu}(\text{OH})_2$; c) NaHSO_3 d) $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$

4. Какие из приведенных ниже карбонильных соединений не подвергаются самоконденсации:



5. Какие из приведенных ниже реакций конденсации карбонильных соединений написаны неверно:

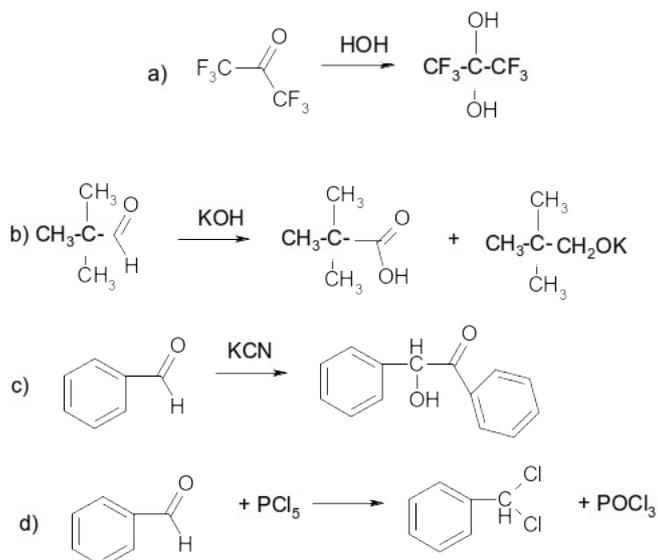


6. Какие из указанных ниже реакций характерны только для ароматических альдегидов:

a) с HCN b) с NaHSO_3 c) с $\text{KCN}/\text{H}_2\text{O}-\text{EtOH}$ d) с Ac_2O в присутствии CH_3COOK
e) с PCl_5

7. Какие из указанных ниже реакций отличают альдегиды не имеющие подвижного α -атома

водорода от других альдегидов:



8. Какие реакции характерны для альдегидов и не характерны для кетонов:

a) с NaHSO_3 b) с $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ c) с HCN d) с PCl_5

e) с фуксинсернистой кислотой

9. Какое карбонильное соединение необходимо использовать в синтезе 1,1-дифенилпропена по методу Виттига: a) ацетон; b) метилэтилкетон; c) бутаналь; d) бензальдегид; e) дифенилкетон

Тема 14. Реакции окисления

Разбор конкретных ситуаций:

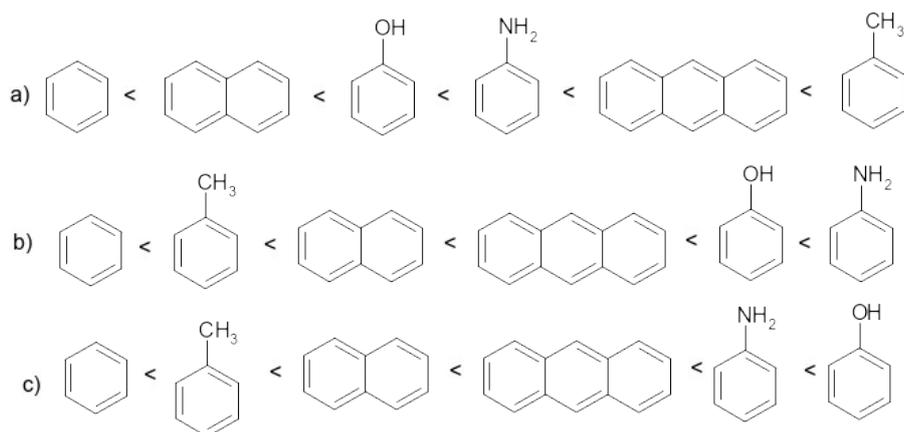
1. Окисление соединений по кратным углерод-углеродным связям. Окисление алкенов без расщепления углеродного скелета: получение α -окисей (окисление надкислотами); получение α -гликолей цис-конфигурации (реакция Вагнера). Механизм и условия проведения реакции Вагнера. Реакция озонирования. Окисление алкенов с разрывом кратной связи.

2. Окисление спиртов. Окисление спиртов до карбонильных соединений. Окисляющие агенты, их характеристика. Способы защиты альдегидов от дальнейшего действия окислителей. Каталитическое дегидрирование спиртов. Окисление первичных спиртов в карбоновые кислоты.

3. Окисление карбонильных соединений. Окисление альдегидов в карбоновые кислоты. Окислители. Реакция серебряного зеркала. Окисление кетонов. Правило Попова.

4. Окисление ароматических соединений без расщепления ядра. Синтез хинонов. Окислители. Окисление ароматических соединений с расщеплением ядра. Озонолиз ароматических соединений. Окисление нафталина (α -нитронафталина, α -нафтиламина) кислородом воздуха. Окисление боковых цепей в ароматических соединениях до карбонильных и карбоксильных групп.

5. Легкость окисления аренов увеличивается в ряду:

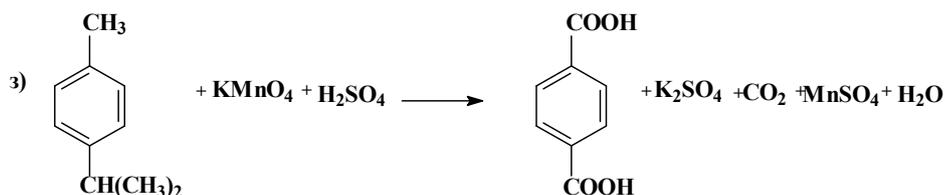
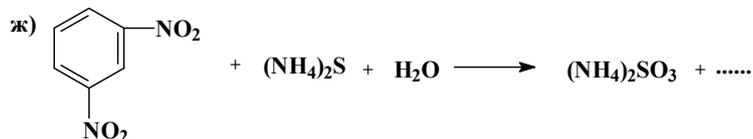
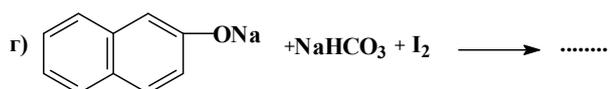
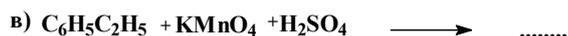


6. Какая связь между понятиями: способность к окислению и нуклеофильность или электрофильность? Какая связь между силой окисляющего действия реагентов и их нуклеофильностью или электрофильностью?

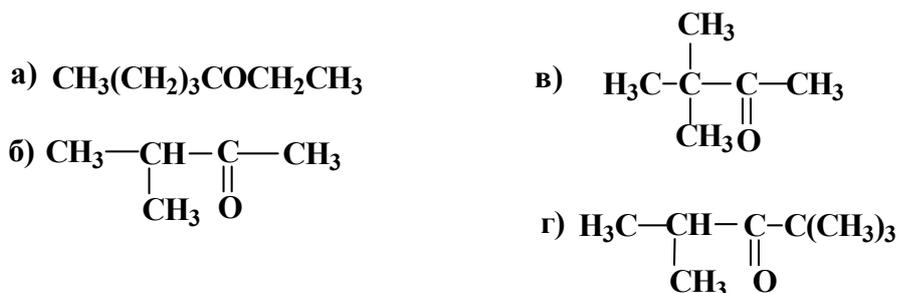
7. Установите структуру вещества $C_6H_{12}O_4$, 1 моль которого при действии металлического натрия выделяет 2 моль водорода, а при действии иодной кислоты (или тетраацетата свинца) образует только один продукт $C_3H_4O_2$. Это последнее вещество реагирует с динитрофенилгидразином, а при окислении дает вещество $C_3H_4O_4$, легко теряющее углекислый газ при нагревании.

8. Определите степень окисления атома углерода в следующих соединениях: метан, хлороформ, уксусный альдегид, нитрометан, уксусная кислота, бензол, бензойная кислота, тиофенол, нитробензол.

9. Уравняйте следующие окислительно-восстановительные реакции методом электронного баланса:



10. Укажите преимущественное направление реакции окисления кетонов, имеющих различное строение:



11. Какие соединения образуются при окислении спиртов: бензилового и циклогексанола? Напишите уравнения реакций.

12. При окислении двухатомного спирта получены триметилуксусная кислота и метилизопропилкетон. Напишите структурную формулу спирта.

13. Окислением каких спиртов можно получить следующие соединения: а) этил-*трет*-бутилкетон; б) 3,3-диметилбутаналь; в) ацетонилацетон?

14. В чем сходство и различие окислителей пероксида свинца и тетраацетата свинца?

15. Расположите приведенные ниже углеводороды в порядке легкости окисления кислородом в присутствии катализатора: нафталин, бензол, антрацен, пентацен, фенантрен.

16. Расположите следующие соединения в порядке легкости окисления, подберите для каждого соединения окислитель: метанол, бензиловый спирт, аллиловый спирт, фенол, *изо*-пропанол, *трет*-бутанол.

17. Нормальный потенциал редокс-системы E° 1,2-бензохинона равен 0,79 В; 1,4-бензохинона – 0,70 В; 1,2-нафтохинона – 0,56 В; 1,4-нафтохинона – 0,47 В. Какой из хинонов является более сильным окислителем?

Синтетический практикум: Синтез бензойной кислоты, адипиновой кислоты, п-бензохинона

Тема 15. Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные

Отчет по лабораторной работе 6 «Монокарбоновые кислоты и их функциональные производные»

Синтетический практикум: Синтез этилацетата, ацетанилида

Коллоквиум 3 «Реакции карбоксильных производных»

1. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: пропаналь, пропановая кислота, ацетон, хлорангидридпропановой кислоты, этилпропионат, амидпропановой кислоты?

2. В чем сходство и различие в строении и химических свойствах следующих соединений: пропановая кислота, муравьиная кислота, молочная кислота, янтарная кислота, ацетоуксусная кислота. Покажите основные реакции

3. Какие реакции характерны для фенолов в отличие от спиртов.

4. Сравните реакционную способность по ОН группе следующих соединений: пропанол, п-крезол, бензиловый спирт, пропановая кислота, бензойная кислота, п-нитробензойная кислота, глицерин. Покажите реакции и механизмы.

Задания к коллоквиуму:

1. Плохо подготовленный химик, желая получить этиловый эфир 3-метил-3-гидроксипентановой кислоты, подействовал на ацетоуксусный эфир реактивом Гриньяра (этилмагнийбромидом). Пошла энергичная реакция с разогревом и выделением пузырьков газа. Однако, после обработки реакционной массы водой он выделил вместо ожидаемого продукта исходный ацетоуксусный эфир. Напишите, какую реакцию хотел провести химик и какая реакция реально прошла.
2. Объясните изменения констант диссоциации малеиновой (цис-) и фумаровой (транс-) кислот на основе конфигурации этих соединений

Константа диссоциации	Малеиновая кислота	Фумаровая кислота
По первой ступени	$1,2 \times 10^{-2}$	1×10^{-3}
По второй ступени	3×10^{-7}	3×10^{-5}

3. Оптически активный чистый S(+) $\text{CH}_3\text{CHBr-n-C}_6\text{H}_{13}$ имеет $[\alpha]_{\text{D}}^{25} = 36,0^\circ$. Частично рацемизированный образец имеет удельное вращение $+30^\circ$, который реагирует с разбавленным водным раствором гидроксида натрия с образованием R(-) $\text{CH}_3\text{CHOH-n-C}_6\text{H}_{13}$ ($[\alpha]_{\text{D}}^{25} = -5,97^\circ$), чье удельное вращение составляет $-10,3^\circ$, если он является оптически чистым. Написать уравнения протекающей реакции. Вычислить % оптической чистоты реагентов и продуктов. Вычислить % рацемизации и инверсии. Вычислите % атаки с фронта и тыла.
4. 0,5 г холестерина показывает наблюдаемое вращение $-0,76^\circ$ при растворении в 20 мл хлороформа и при помещении полученного раствора в кювету длиной в 1 дм. Определите удельное вращение $[\alpha]$ холестерина в указанных выше условиях.
5. При нагревании оптически активной метилэтилуксусной кислоты ее оптическая активность медленно исчезает. Как объяснить это явление?
6. Какие конформации возможны для транс-1,2-циклогександикарбоновой кислоты? Изобразите их. Какая из них является более устойчивой?
7. Объясните изменение кислотных свойств в орто-, пара- и мета-метоксибензойных кислотах (pKa равны 4,09; 4,47; 4,09 соответственно).
8. Объясните изменение кислотных свойств замещенных ароматических карбоновых кислот:

Кислота	pK _a
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	4,20
o-F- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,27
m-F-$\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,87
n-F- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	4,14
o-Cl- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	2,85
n-Cl- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,83
m-Cl-$\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,98
o-Br- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	2,85
m-Br-$\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,81
n-Br- $\text{C}_6\text{H}_4\text{COOH}$	3,97

Тема 16. Реакции конденсации

Разбор конкретных ситуаций:

1. Альдольная и кротоновая конденсация альдегидов и кетонов в щелочной среде; механизм реакции; метиленовая и карбонильная компоненты. Связь между структурой карбонильных соединений и реакционной способностью. Смешанная конденсация альдегидов и кетонов.

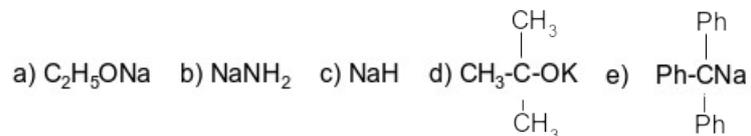
2. Конденсация ароматических альдегидов с алифатическими альдегидами или кетонами в присутствии водных растворов щелочей (конденсация Кляйзена-Шмидта).

3. Конденсация ароматических альдегидов с ангидридами карбоновых кислот в присутствии оснований (реакция Перкина). Катализаторы. Конденсация альдегидов и кетонов с дикарбоновыми кислотами и их производными в присутствии оснований (реакция Кневенагеля). Сравнение реакций Кневенагеля с реакцией Перкина.

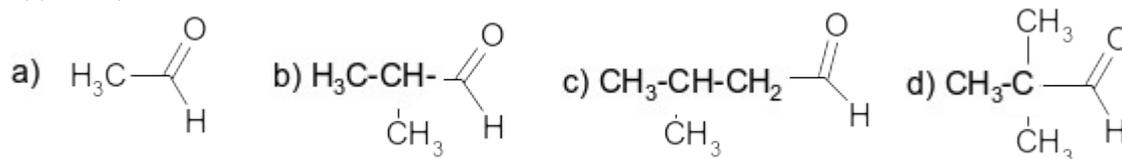
4. Реакции конденсации сложных эфиров (конденсация Кляйзена). Внутри- и межмолекулярные конденсации. Реакция Дикмана. Конденсация сложных эфиров между собой; синтез ацетоуксусного эфира. Строение ацетоуксусного эфира, кето-енольная таутомерия, факторы, определяющие стабилизацию енольной формы. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира и его применение в органическом синтезе.

5. Конденсация сложных эфиров с кетонами (получение β -дикетонов), с другими веществами, содержащими подвижные атомы водорода (нитрилами) и т. д. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Бензоиновая конденсация.

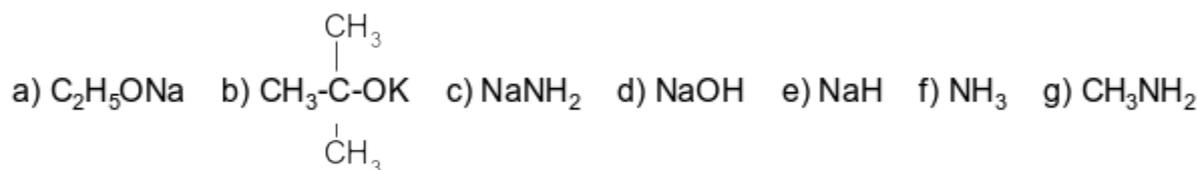
6. Расположите конденсирующие агенты основного характера в ряд по увеличению их активности:



7. Какие из приведенных ниже карбонильных соединений не подвергаются самоконденсации:



8. Какие катализаторы основного характера нельзя использовать в сложноэфирной конденсации Кляйзена:



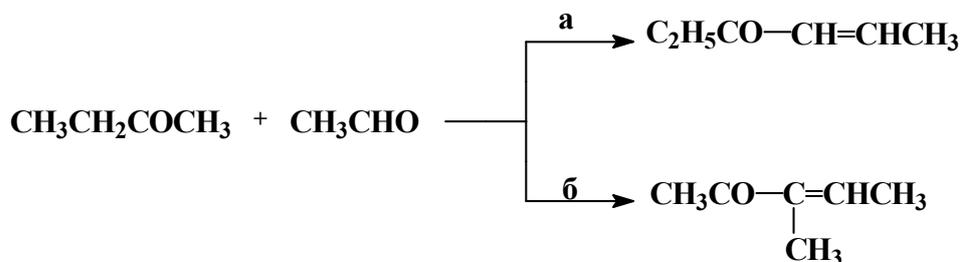
9. Рассмотрите механизм сложноэфирной конденсации Кляйзена. Почему в сложноэфирных конденсациях нельзя использовать в качестве катализаторов водные растворы щелочей, аммиак, амины?

10. Рассмотрите механизм ацилоиновой конденсации сложных эфиров. Можно ли использовать для проведения этой конденсации коммерчески доступные сложные эфиры?

11. На примере диэтиладипината рассмотрите механизм внутримолекулярной сложноэфирной конденсации Дикмана. Назовите образующийся продукт.

12. Почему для проведения сложноэфирной конденсации этилацетата можно использовать этюксид натрия или амид натрия, а для конденсации этилизобутирата приходится брать трифенилметилнатрий?

13. При конденсации альдегидов с метилалкилкетонами образуются два продукта реакции, например:



Как можно преимущественно направить реакцию: по пути (а) или (б)?

14. Как получить ацетонщавелевый эфир, какими свойствами он обладает?

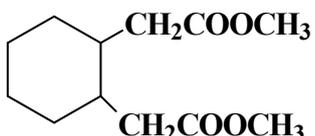
15. Что получится при проведении конденсации Кляйзена с ниже указанными соединениями (напишите реакции):

а) метиловый эфир β -фенилпропионовой кислоты;

б) этиловый эфир изомасляной кислоты;

в) метиловый эфир 3-метилпентадионовой кислоты;

г) $\text{S} \begin{cases} \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3 \\ \text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOCH}_3 \end{cases}$ (внутримолекулярная конденсация)

д)  (внутримолекулярная конденсация)

е) этиловый эфир адипиновой кислоты (внутримолекулярная конденсация).

16. На основе ацетоуксусного эфира получите указанные ниже кетоны и кислоты; те же кислоты получите, исходя из малонового эфира:

а) 2-пентанон, 2,4-пентадион, 4-оксопентановую кислоту;

б) 4-метил-2-пентанон, метил-втор-бутилкетон, α -метилвалериановую кислоту;

в) 2,7-октадион, этилбутилкетон, глутаровую кислоту.

17. Каково основное направление следующих реакций:

а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CN} + \text{C}_4\text{H}_9\text{CHO} \rightarrow$ (в присутствии CH_3ONa);

б) $\text{CH}_2=\text{CHCOCH}_3 + \text{CH}_2(\text{COOC}_2\text{H}_5)_2 \rightarrow$ (в присутствии CH_3ONa);

в) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{CH}_3\text{CHO} \rightarrow$ (в присутствии NaOH).

17. На диэтиловый эфир адипиновой кислоты последовательно действовали этюксидом натрия, металлическим натрием, метилиодидом. Часть полученного продукта подвергли кислотному расщеплению, а часть – кетонному расщеплению. Напишите схемы реакций.

18. Что произойдет при действии раствора этюксидом натрия на этилизовалерат; изопротилпропионат; этилизобутират; изомасляный альдегид, бензальдегид? Написать уравнения реакций.

19. В чем особенность альдольно-кетоновой конденсации бензальдегида и ацетальдегида; между молекулами ацетальдегида?

20. Напишите реакцию альдольно-кетоновой конденсации: а) формальдегида и метилэтилкетона; б) *n*-бромбензальдегида и ацетона.

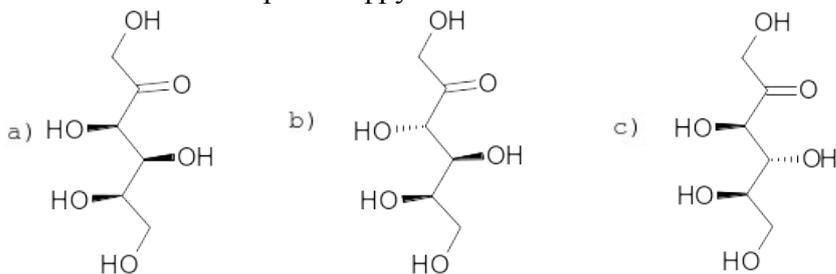
Синтетический практикум: Синтез фенолфталеина, бензальанилина

Тема 17. Углеводы

Отчет по лабораторной работе 7 «Углеводы»

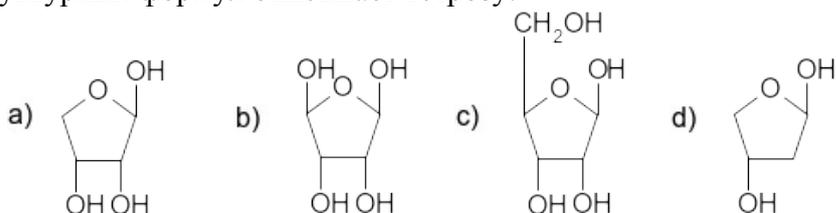
Тестовые задания:

- Сколько стереоизомеров может быть для альдогептозы
а) 16; б) 8; в) 0; г) 32?
- Какой сахар является C5-эпимером D-аллозы
а) D-рибоза; б) L-таллоза; в) L-аллоза?
- D-Глюкоза имеет систематическое название:
а) (2S,3R,4S,5S)-2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь; б) (2R,3S,4R,5R)-2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь; в) (2R,3R,4S,5S)-2,3,4,5,6-пентагидроксигексаналь.
- Какой сахар является C-3-эпимером D-фруктозы:



5. Назовите альдогексозу кроме D-глюкозы, которая окисляется в D-глюконовую кислоту под действием азотной кислоты:

- L-гулоза; б) D-аллоза; в) D-таллоза; г) L-галактоза.
- Какая из структурных формул описывает тетрозугу:



Тема 18

Реакции восстановления

Разбор конкретных ситуаций:

1. Восстановление соединений по кратным углерод-углеродным связям действием иодистоводородной кислоты, натрием в спирте, натрием в жидком аммиаке, амальгамами металлов.

2. Восстановление спиртов до углеводов.

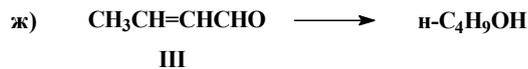
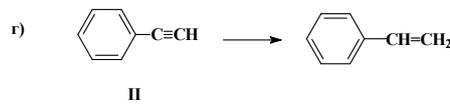
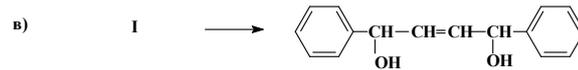
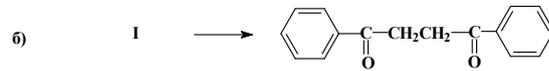
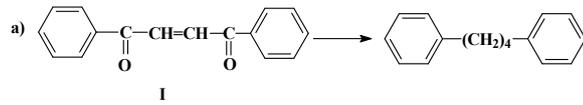
3. Восстановление карбонильной группы в альдегидах и кетонах. Восстановление по Клемменсену. Восстановление карбонильной группы натрием в спирте, натрием и влажным эфиром, цинком и щелочью, комплексными гидридами металлов. Окислительно-восстановительные реакции карбонильных соединений. Реакция Меервейна-Пондорфа, Канницаро, Родионова, Тищенко.

4. Восстановление карбоновых кислот и их производных. Восстановление карбоновых кислот и их производных до альдегидов. Сухая перегонка солей карбоновых кислот. Метод

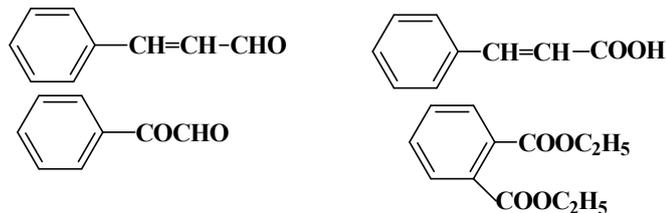
Розенмунда. Восстановление карбоновых кислот и их производных до спиртов. Реакция Буво-Блана.

5. Восстановление азот- и серосодержащих соединений.

6. Как осуществить следующие превращения:

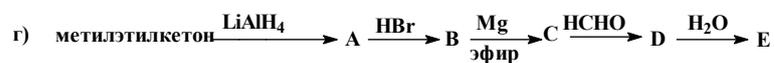
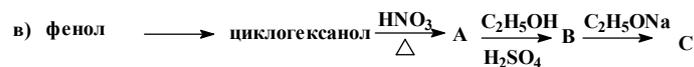
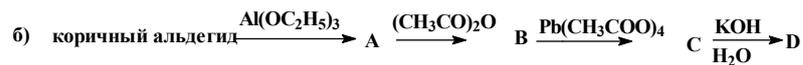
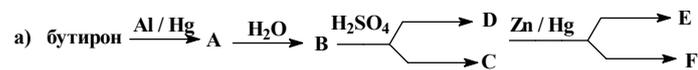


7. Можно ли варьировать последовательность восстановления кратных связей и функциональных групп в следующих соединениях:



Какими методами нужно для этого воспользоваться?

8. Написать уравнения реакций:



Тема 19. Бифункциональные карбоновые кислоты. Оптическая изомерия.*Отчет по лабораторной работе 8 «Бифункциональные карбоновые кислоты»**Контрольная работа 3 «Кислородсодержащие соединения. Углеводы»***Вариант 1**

1. Из пропионового альдегида получите 3-гидрокси-2-метилпентановую кислоту и подействуйте на неё уксусным ангидридом HC1 .
2. Из ацетоуксусного эфира получить диэтилкетон, 2,4-диметилпентановую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2,3-диметилпентановую кислоту.
4. Как химическим путем можно различить ацетоуксусную и пировиноградную кислоты и ацетон.
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере галактозы.
6. При окислении кислородсодержащего соединения массой 5,75 г образовалась кислота, при сжигании которой получился углекислый газ поглощенный раствором гидроксида калия объемом 80 мл и плотностью 1,25 г/мл (массовая доля 0,28). Определить, какое вещество было взято для окисления и массу кислоты.

Вариант 2

1. Из этилацетата получить янтарную кислоту и подвергнуть её нагреванию.
2. Из ацетоуксусного эфира получить хлорэтилэтилкетон, 2,3,4-триметилпентановую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2,3,3-трииметилбутандиовую кислоту.
4. Как химическим путем различить малоновый эфир, этилпропанат, этилсалицилат.
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере альтрозы.
6. Плотность паров одноосновной карбоновой кислоты по водороду равна 37. Какой объем раствора гидроксида калия с массовой долей KOH 20% и плотностью 1,20 г/мл потребуется для нейтрализации этой кислоты массой 22,2 г. Что это за кислота?

Вариант 3

1. Из уксусного альдегида получить винную кислоту, определить её конфигурации (относительную и абсолютную).
2. Из ацетоуксусного эфира получить этилизопропилкетон и 3,3-диметилпентандиовую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 3-этилпентановую кислоту.
4. Как химическим путем различить диэтиловый, этилпропионовый эфиры, этиловый эфир глицерина (полный)?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере гулозы.
6. На реакцию щелочного гидролиза метилового эфира предельной одноосновной кислоты массой 27,54 г затратили 50 мл раствора гидроксида натрия с массовой долей 18% и плотностью 1,20 г/мл. Определить строение кислоты и сколько потребуется воздуха для полного сжигания такого же образца эфира?

Вариант 4

1. Напишите схему получения из уксусного альдегида ацетоуксусной кислоты и подействуйте на неё: NaOH (конц.); CH_3OH ; NaHSO_3 .
2. Из ацетоуксусного эфира получить этилянтарную кислоту; этилпропилкетон.
3. Из малонового эфира получить 2-метилмалоновую кислоту.

4. Как химическим путем можно различить молочную, фумаровую, ацетоуксусную кислоты?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере L-глюкозы.
6. Два вещества имеют один и тот же состав и содержат 54,55% углерода, 9,09% водорода и кислород. Плотность паров одного из них по воздуху равна 1517, плотность паров другого по азоту равна 3,143. Написать структурные формулы веществ.

Вариант 5

1. Из этилена получите пировиноградную кислоту и подействуйте на неё: гидроксламином, гидрокарбонатом натрия; гидросульфитом натрия.
2. Из ацетоуксусного эфира получите яблочную кислоту и этилизопропилкетон.
3. Из малонового эфира получить винную кислоту.
4. Как химическим путем можно различить акриловую, бензойную и салициловую кислоты?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере фруктозы.
6. Для нейтрализации смеси пропанола и пропановой кислоты необходимо 104 г 0,5 М раствора NaHCO_3 ($\rho=1,04$ г/мл). Выделившийся при этом газ занимает в 18 раз меньший объём, чем тот же газ, образующийся при полном сгорании такого же количества исходной смеси. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.

Вариант 6

1. Из бутанола получить винную кислоту и подействовать на неё HCl , PCl_5 , NaHCO_3 .
2. Из ацетоуксусного эфира получить метил-втор-бутилкетон; 2,2-диэтилгександиовую кислоту.
3. Из малоновой кислоты получить изомасляную кислоту.
4. Какими химическими реакциями можно различить яблочную, пировиноградную и янтарную кислоты?
5. Показать все пространственные изомеры на примере L-галактозы.
6. При взаимодействии раствора массой 59,2 г с массовой долей одноосновной предельной кислоты 25% с избытком Na_2CO_3 образовался газ объемом 2,24 л. Определить формулу кислоты.

Вариант 7

1. Из пропаналя получить глутаровую кислоту и подвергнуть её нагреванию и действию аммиака.
2. Из ацетоуксусной кислоты получить ди-втор-бутилкетон и 2,2-диэтилпропандиовую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2-метилянтарную кислоту.
4. Как можно химическим путем различить диметилкетон, β -сксобутановую кислоту и молочную кислоту?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере идозы.
6. При нагревании смеси муравьиной и уксусной кислот массой 13,6 г с избытком этанола в присутствии концентрированной серной кислоты получили смесь сложных эфиров массой 20,6 г. определить массовые доли кислот в исходной смеси.

Вариант 8

1. Из этилена получить глиоксиловую кислоту и написать для неё реакции с гидроксиламином и этанолом.
2. Из ацетоуксусного эфира получить: а) метилэтилкетон; б) 4-оксопентановую кислоту.
3. Из алонового эфира получить 2,3-диметилгександиовую кислоту.

4. Какими химическими реакциями можно различить формилуксусную, пировиноградную и салициловую кислоты?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере аллозы.
6. К водному раствору массой 4 г неизвестного альдегида с массовой долей 0,22 прилили избыток аммиачного раствора оксида серебра, при этом образовался осадок массой 4,32 г. Определить формулу исходного соединения.

Вариант 9

1. Напишите реакции сложноэфирной конденсации для этилпропионата и этилформиата.
2. Из ацетоуксусного эфира получить 3-метил-2-пентанон, адипиновую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2,3-диметилгексановую кислоту.
4. Как химическим путем можно различить: этилацетат, ацетоуксусный и малоновый эфиры?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере талозы.
6. При сжигании альдегида массой 0,975 г образовался диоксид углерода, который прореагировал с раствором гидроксида натрия объемом 16,4 мл и массовой долей 20% ($\rho=1,22$ г/мл) с образованием средней соли. Определите формулу альдегида.

Вариант 10

1. Из масляной кислоты получить 3-оксимасляную кислоту и подействуйте на неё HCl (газ), PCl_5 , NaOH .
2. Из ацетоуксусного эфира получить: а) 2,4-пентандион; б) 2,3-диметилбутандиовую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2,2-диметилбутановую кислоту.
4. Какими химическими реакциями можно различить муравьиную, пировиноградную и малоновую кислоты?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере рибозы.
6. Метанол и этанол находятся в смеси. Образец этой смеси массой 11 г в виде паров пропустили над оксидом меди (II) массой 32 г, в результате реакции осталось 8 г оксида. Определить массовые доли спиртов в смеси.

Вариант 11

1. Предложите схему синтеза винной кислоты из этилена и неорганических реагентов.
2. Из ацетоуксусного эфира получить 3,4-диметил-2-пентанон и 2,2-диметилпропановую кислоту.
3. Из малонового эфира получить янтарную кислоту.
4. Какими химическими реакциями можно различить коричную, щавелевую и малоновую кислоты?
5. Показать все виды пространственной изомерии на примере D-глюкозы.
6. Имеется смесь метанола и пропионовой кислоты, которая при нагревании с концентрированной серной кислотой дает эфир массой 13,2 г. На нейтрализацию такого же образца смеси пошло 40 г раствора гидроксида натрия с массовой долей 20%. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.

Вариант 12

1. Из этилена получить ацетоуксусный эфир и подействуйте на него: гидразином, бромом и хлористым водородом.
2. Из ацетоуксусной кислоты получить диизопропилкетон и глутаровую кислоту.
3. Из малонового эфира получить 2-этил-3-метилпентановую кислоту.
4. Как химическим путем можно различить щавелевую, муравьиную и янтарную кислоты?

- Показать все виды пространственной изомерии на примере маннозы.
- При гидролизе эфира одноосновной карбоновой кислоты с молекулярной массой 130 г/моль образуется кислота А и спирт В. Определить строение эфира, если известно, что кислота образует серебряную соль, содержащую 59,6% серебра. Спирт не окисляется дихроматом натрия в присутствии серной кислоты.

Вариант 13

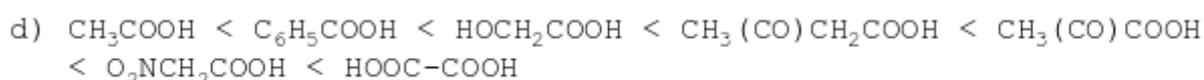
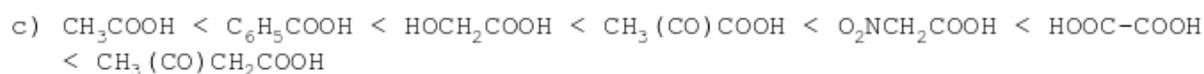
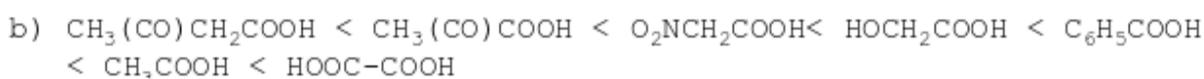
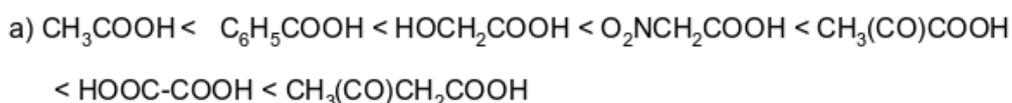
- Получить глиоксиловую кислоту исходя: а) из уксусной кислоты; б) из этиленгликоля.
- Из ацетоуксусного эфира получить аллилацетон, γ -кетовалериановую кислоту.
- Из малонового эфира получить α -метилмасляную кислоту.
- Расположите следующие соединения в порядке возрастания степени их енолизации: а) ацетон; б) ацетоуксусный эфир; в) ацетилацетон; г) диацетил. Дайте объяснения.
- Показать все виды пространственной изомерии на примере арабинозы.
- Массовая доля элемента водорода в водном растворе уксусной кислоты равна 0,102. Определите массовую долю кислоты в растворе.

Вариант 14

- Получите из ацетоуксусного эфира *n*-бутилацетоуксусный эфир и напишите для него реакции с синильной кислотой, гидросиламином, пятихлористым фосфором, хлористым ацетилом (в пиридине).
- Из ацетоуксусного эфира получить: а) 2,4-пентандион; б) 5-фенил-2-пентанон.
- Из малонового эфира получить 4-оксопентановую кислоту.
- Показать все виды пространственной изомерии на примере L-аллозы.
- Как химическим путем можно различить молочную, адипиновую и пировиноградную кислоты?
- При действии на некоторую предельную монокарбоновую кислоту избытка водного раствора гидрокарбоната натрия объем выделившегося диоксида углерода в четыре раза меньше объема углекислого газа, образующегося при сжигании такой же навески этой кислоты. Определить формулу кислоты. Сколько она может иметь изомеров?

Тестовые задания:

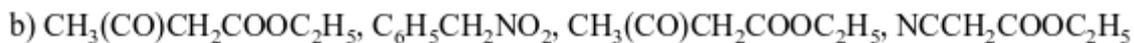
- Выберите ряд, в котором изменение кислотных свойств карбоновых кислот происходит в верном направлении:



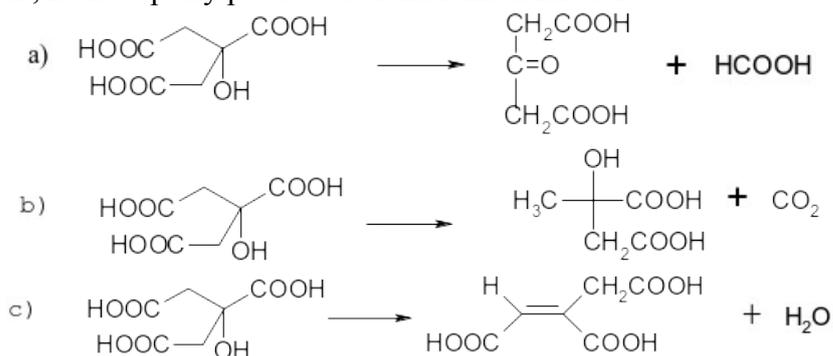
- Каким реагентом можно различить изомерные вещества - α -оксифенилуксусную и салициловую кислоты:

a) при помощи бромной воды; б) при помощи водного раствора хлорида железа (III); с) при действии перманганата калия; d) с помощью реактива Фелинга.

3. В каком ряду соединений можно проверить проявление СН-кислотных свойств веществ:

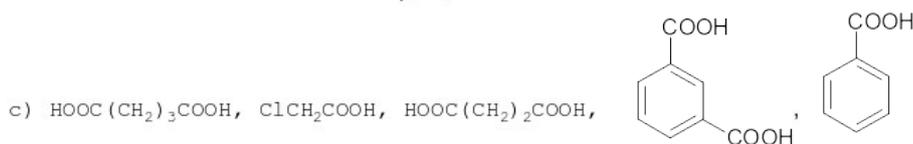
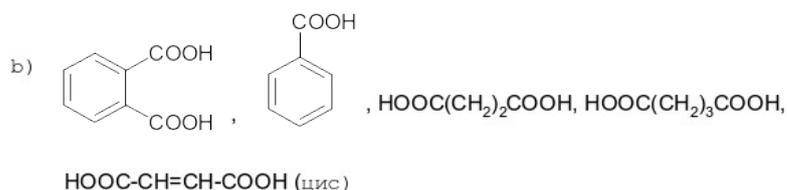


4. Выберите путь, по которому разлагается лимонная кислота:



5. Выберите ряд, в котором все перечисленные соединения образуют ангидриды:

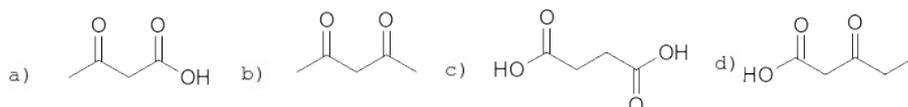
a) $\text{HOOC}-\text{COOH}$, $\text{HOOCCH}_2\text{COOH}$, $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$, CH_3COOH , $\text{HOOCCH}=\text{CH}-\text{COOH}$ (транс)



6. Для какой из перечисленных гидроксизамещенных кислот возможно восстановление в карбоновую кислоту при действии HI:

a) 2-гидроксипропановая кислота; б) 3-гидроксимасляная кислота; с) 4-гидроксиивалериановая кислота.

7. Какие из приведенных ниже соединений подвергаются декарбоксилированию при нагревании:



8. Какой продукт анодного окисления образуется при электролизе натриевой соли этилового эфира янтарной кислоты:

a) диэтиловый эфир адипиновой кислоты; б) бутан; с) 2,4-пентадион, d) октан?

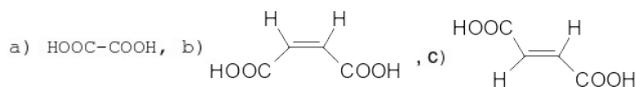
9. Какой продукт образуется при пиролизе кальцевой соли гептадионовой кислоты:

a) циклогексанон; б) циклопентанон; с) адипиновая кислота; d) циклопентанкарбоновая кислота?

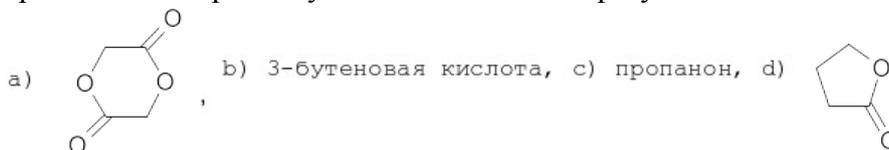
10. Какой продукт образуется в результате реакции молочной кислоты с HBr :

a) 2-бромпропановая кислота; б) бромангидрид 2-гидроксипропановой кислоты; с) бромангидрид 2-бромпропановой кислоты; d) реакция не будет протекать.

11. Какая из кислот имеет большую величину константы диссоциации по второй ступени, чем по первой:

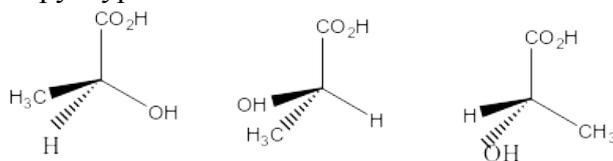


12. При нагревании 4-гидоксибутановой кислоты образуется:



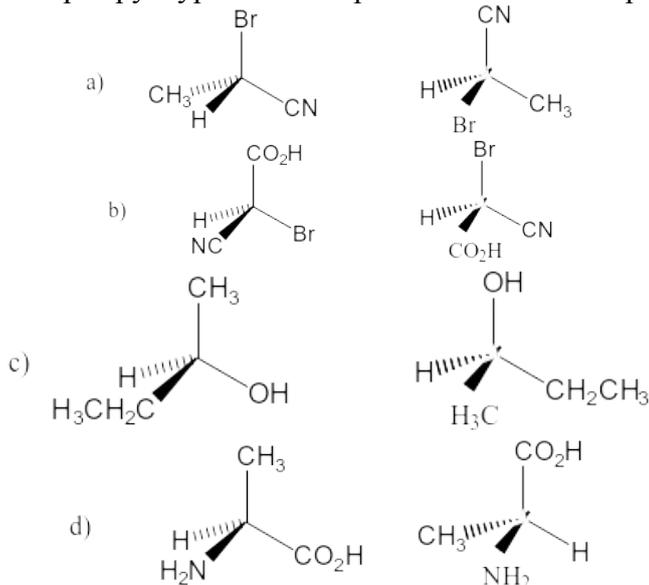
13. Как химическим путем можно различить молочную, адипиновую и пировиноградную кислоты?

14. Ниже приведены структуры:



a) разные энантиомеры; б) один и тот же энантиомер; с) диастереомеры.

15. Какие из приведенных пар структур являются разными энантиомерами:



16. Энантиомеры отличаются:

a) знаком угла вращения плоскости поляризации света; б) валентным углом; с) длиной связей; d) энергией связи; e) температурой плавления; f) физиологическим действием; g) формой кристаллов; h) химическими свойствами.

17. Рацемат и энантиомеры имеют:

a) одинаковую температуру плавления; б) различную температуру плавления, плотность и растворимость; с) одинаковую плотность; d) одинаковую растворимость.

18. Соединение проявляет оптическую активность: a) при наличии центра симметрии; б) при наличии асимметрического атома углерода; с) при наличии плоскости симметрии; d) при наличии асимметрического атома трехвалентного азота; e) при наличии асимметрического атома четырехвалентного азота; f) при наличии асимметрического атома кремния или трехвалентной серы.

19. К каким молекулам применимо понятие конформация: а) к хиральным; б) к ахиральным; с) ко всем молекулам.

20. Таутомеры – это: а) конформеры; б) изомеры; с) валентные изомеры; д) динамические изомеры.

21. Известно, что таутомеры обладают двойственной реакционной способностью. Может ли эта способность проявляться без таутомерии:

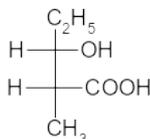
а) проявляется; б) в принципе не может; с) проявляется в определенных условиях.

22. Конфигурационный ряд, к которому относится соединение определяется: а) по пространственному расположению заместителей при первом атоме углерода; б) экспериментально на поляриметре; с) по пространственному расположению заместителей при хиральном центре.

23. Диастереомеры и энантиомеры имеют:

а) одинаковые физические и химические свойства; б) различные физические свойства; с) различные физические и химические свойства; д) различную кристаллическую структуру молекул; е) разные по величине и знаку углы вращения плоскости поляризации света.

24. Абсолютная конфигурация 3-гидрокси-2-метилпентановой кислоты:



а) (2R,3S); б) (2S,3R); с) (2R,3R); д) (2S,3S)

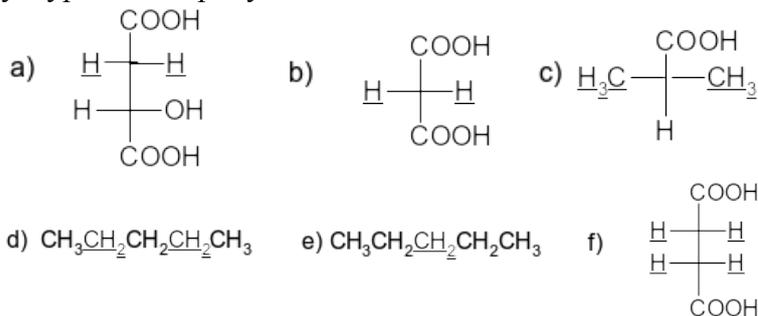
25. Число стереоизомеров может быть меньше предсказанного по формуле 2^n :

а) при наличии плоскости симметрии; б) при отсутствии элементов симметрии; с) при одинаковом наборе заместителей у каждого хирального атома; д) при обладании молекулы дополнительным элементом симметрии.

26. По каким свойствам отличаются энантиомеры:

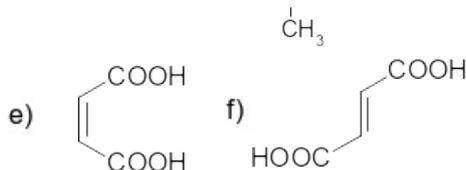
а) температура кипения; б) температура плавления; с) ИК спектр; д) спектр ЯМР; е) УФ спектр; ф) оптическое вращение; г) дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм; з) показатель преломления; и) дипольный момент; к) свободная энергия; л) реакционная способность по отношению к хиральным реагентам, в частности, ферментам; м) реакционная способность по отношению к ахиральным химическим реагентам.

27. В каких структурах подчеркнутые атомы являются эквивалентными:



28. Укажите, в каких соединениях обе стороны двойной связи (C=O или C=C) являются энантиотопными:

а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{O}$ б) $\text{CH}_3(\text{C}=\text{O})\text{CH}_3$ с) $\text{CH}_3(\text{C}=\text{O})\text{CH}-\text{C}_2\text{H}_5$ д) $\text{CH}_3(\text{C}=\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2(\text{C}=\text{O})\text{CH}_3$



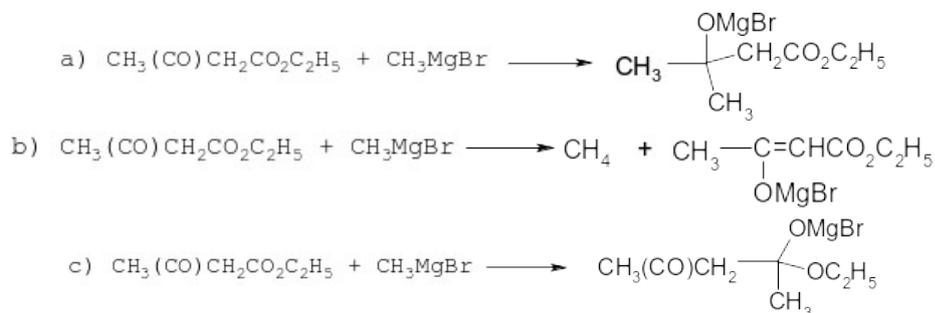
29. Какие из приведенных реакций можно использовать для определения относительных конфигураций?

- a) $(+)\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3 + \text{PBr}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{Br})\text{CH}_3$
- b) $(+)\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_3 + \text{C}_6\text{H}_6 + \text{AlCl}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- c) $(+)\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{Br} + \text{NaCN} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CN}$
- d) $(+)\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{O}^{18}\text{C}(\text{H})\text{CH}_2\text{C}_2\text{H}_5 + \text{HO}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(^{18}\text{OH})\text{CH}_3$
- e) $(+)\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{OH} + \text{HBr} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)\text{CH}_2\text{Br}$

Тема 20. Ацетоуксусный, малоновый эфиры и их применение в органическом синтезе

Разбор конкретных ситуаций:

1. Взаимодействие этилацетоацетата с метилмагнийбромидом протекает согласно уравнению:



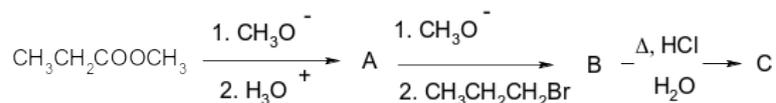
2. Какой алкилбромид следует использовать для синтеза 4-метилпентановой кислоты из малонового эфира:

- a) метилбромид; b) бензилбромид; c) изобутилбромид; d) бутилбромид

3. Какая из приведенных ниже кислот не может быть получена из малонового эфира:

a) 3-бутеновая кислота; b) 3-фенилпропановая кислота; c) 2-метилпропановая кислота; d) пропановая кислота.

4. Какой продукт образуется в результате следующей цепочки превращений:



a) 2-метил-3-гептанон; b) 4-метил-3-гептанон; c) 3-метил-4-гептанон; d) 3-этил-2-гексанон.

5. Какой из кетонов не может быть получен из ацетоуксусного эфира:

- a) диэтилкетон; b) метилпропилкетон; c) метил-*трет*-бутилкетон; d) 2-гексанон.

6. Ацетоуксусный эфир в енольной форме реагирует со всеми веществами ряда:

- a) NaHSO_3 , HCN , FeCl_3 , PhNHNH_2 ;
 b) FeCl_3 , Br_2 , PCl_5 , HBr ;
 c) NH_2OH , Br_2 , NH_2NH_2 , HCN

Тема 21. Перегруппировки в органическом синтезе

Разбор конкретных ситуаций:

1. Объясните, почему нуклеофильные перегруппировки более распространены, чем радикальные и электрофильные перегруппировки.

2. Каким методом определяют внутри- или межмолекулярной является перегруппировка?

3. Секстетные перегруппировки у атома углерода.

4. Секстетные перегруппировки у атома азота.
5. Секстетные перегруппировки у атома кислорода.
6. Электрофильные перенруппировки.

Тема 22. Алифатические и ароматические нитросоединения

Отчет по лабораторной работе 9 «Амины»

Синтетический практикум: Синтез пикриновой кислоты, *p*- и *o*-нитрофенолов

Тема 23. Алифатические и ароматические amino-, диазо- и азосоединения

Разбор конкретных ситуаций:

1. Строение diazosоединений. Формы diazosоединений в зависимости от реакции среды (нитрозоамин, diaзогидрат, гидроксид арилдиазония, соли diaзония). Строение diaзокациона: пространственная конфигурация, предельные структуры, мезоформула.

2. Реакция diaзотирования. Diaзотирующие агенты (нитрозацидий- катион, нитрозилхлорид, оксид азота (III), катион нитрозония), сравнение их активности. Механизм реакции diaзотирования первичных ароматических аминов. Условия реакции diaзотирования. «Прямой и обратный» методы diaзотирования. Побочные реакции при diaзотировании.

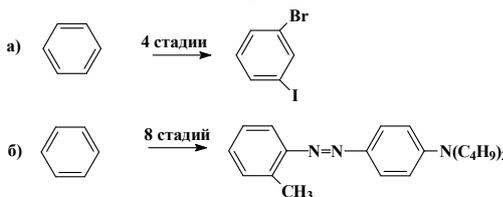
3. Реакции diazosоединений с выделением азота: реакции замещения diaзогруппы на гидроксил, алкоксильную группу, фтор (реакция Шимана), на водород, на хлор, на бром, на цианогруппу (реакция Зандмейера), реакции галогенидов diaзония с алкенами и диенами в присутствии солей меди.

4. Реакции солей diaзония, идущие без выделения азота. Азосочетание, механизм реакции, условия реакции. Diaзо- и азосоставляющие красителей. Азо-гидразонная таутомерия красителей; азоформы и хинонгидразонные формы.

5. Напишите реакции взаимодействия с азотистой кислотой следующих соединений: $C_2H_5NH_2$, $C_6H_5N(C_2H_5)_2$, $(C_2H_5)_3N$, $C_6H_5NH_2$, $C_6H_5NHCH_3$.

6. Какие из перечисленных соединений будут легче вступать в реакцию азосочетания с хлористым фенилдиазонием: диметиланилин, толуол, бензол, нитробензол?

7. Осуществите превращения, назовите все продукты:



8. Почему при замещении diaзогруппы на гидроксил с получением фенолов обычно в качестве исходного препарата используют сульфаты, а не бромиды и хлориды фенилдиазониев?

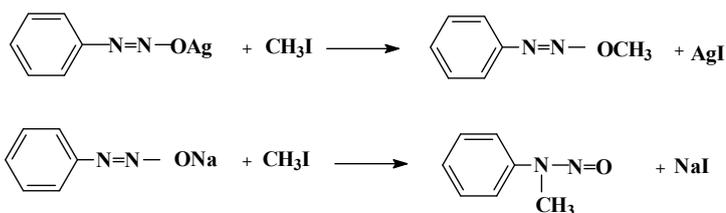
9. Известно, что спирты реагируют с солями diaзония двояко: с образованием алкоксипроизводных (эфиров фенолов) или с замещением diaзогруппы на водород (спирт при этом окисляется до альдегида).

Как будет изменяться соотношение продуктов обеих реакций, если в *para*-положении к diaзогруппе в исходной соли арилдиазония будут находиться группы $-NO_2$, $-OCH_3$, $-SO_3H$, $-N(CH_3)_2$? Поясните ваш ответ.

10. Как изменится выход алкоксипроизводного при взаимодействии хлористого фенилдиазония с этиловым, пропиловым и аллиловым спиртами?

11. Как реагируют галогениды diaзония с алкенами и диенами в присутствии солей меди?

12. Как объяснить, что при взаимодействии метилиодида с diaзотатами серебра и натрия образуются различные продукты реакции:



13. Почему диазотирование очень слабых аминов ведут в концентрированной серной кислоте?

14. Почему диазотирование аминов в разбавленной соляной кислоте ускоряется при добавлении бромида натрия?

15. Аминобензолсульфонокислоты, а также аминафталинсульфонокислоты для диазотирования вначале растворяют в растворе карбоната натрия, смешивают с раствором нитрита натрия, и полученный раствор приливают к разбавленной соляной кислоте со льдом. Почему в этом случае необходим такой порядок смешения реагентов?

16. Предложите условия проведения реакции диазотирования *m*-нитроанилина, 2,4-динитроанилина, *n*-толуидина и сульфаниловой кислоты.

17. Скорость азосочетания солей диазония с аминами и фенолами в сильной степени зависит от pH среды. Так, они с достаточной скоростью сочетаются с аминами при $\text{pH} \approx 3-6$, а с фенолами при $\text{pH} \approx 8-10$. Чем обусловлено снижение скорости азосочетания при $\text{pH} > 10$? Почему диазосоединения плохо сочетаются или даже вовсе не сочетаются с фенолами при $\text{pH} < 8$, и аминами при $\text{pH} < 3$?

18. Хлорид фенилдиазония вступает в реакцию с фенолом, но не реагирует с анизолом. Хлорид 2,4-динитрофенилдиазония реагирует с анизолом, а хлорид 2,4,6-тринитрофенилдиазония сочетается с 1,3,5-триметилбензолом. Объясните эти данные.

19. Расположите соли арилдиазония $n\text{-R-C}_6\text{H}_4\text{N}_2^+\text{Cl}^-$ ($\text{R}=\text{NO}_2, \text{CN}, \text{NHCOCH}_3, \text{OC}_2\text{H}_5, \text{COOC}_2\text{H}_5, \text{CH}_3, \text{Cl}, \text{COCH}_3$) в порядке убывания их реакционной способности по отношению к кипящему этанолу.

Синтетический практикум: Синтез анилинового красного, метилоранжа, 5-(4-бромфенил)фурфура.

Тема 24. Аминокислоты и белки

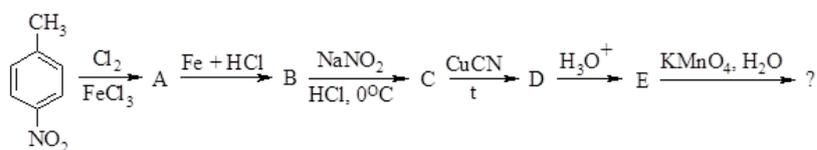
Контрольная работа 4 «Азотсодержащие соединения»

Вариант 1

1. Из толуола и неорганических реагентов получите: а) 3-бром-4-йодбензойную кислоту; б) *n*-толилгидразин; в) 3,5-дииод-*p*-крезол.

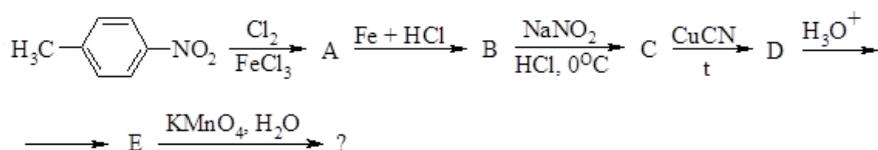
2. В смесь бензола, фенола, анилина пропустили сухой хлороводород. При этом выделилось 3,89 г осадка, который отфильтровали. Бензольный фильтрат обработали 10%-ным раствором гидроксида натрия /пл. 1,11/, которого пошло 7,2 мл. Найти массовые доли компонентов исходной смеси, если при сжигании такого же количества смеси должно образоваться 20,5 л газообразных продуктов.

3. Осуществите превращения:



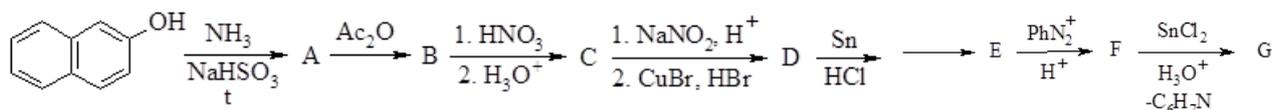
Вариант 2

- Из нитробензола и неорганических реагентов подучите: а/ 1,3,5-трибромбензол; б/ м-бромфенол; в/ м- хлоранизол.
- При сжигении смеси бензола и анилина образовалось 6,94 л газообразных продуктов, при пропускании которых в избыток баритовой воды образовалось 59,4 г осадка. Найти массовые доли компонентов смеси.
- Осуществите превращения:



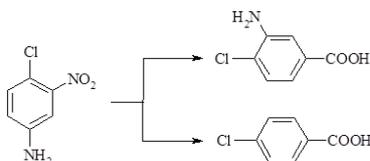
Вариант 3

- Из анилина получите: а/ 3,4,5-триднитробензол; б/ терефталевую кислоту; в/ п-нитробензойную кислоту.
- При обработке смеси гидрохлорида анилина и бензойной кислоты избытком водного раствора гидрокарбоната натрия выделилось 1,12 л газа. Если образовавшийся анилин сжечь в избытке кислорода, то должно образоваться 336 мл азота. Найти массовые доли компонентов исходной смеси.
- Осуществите превращения:



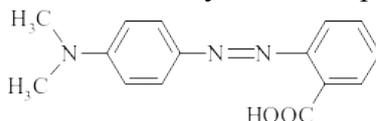
Вариант 4

- Из бензола получите: а/ п-нитрофенилгидразин; б/ п-нитрофенилазоаминофенол; в/ м-аминофенол.
- На нейтрализацию гидрохлорида анилина, полученного восстановлением нитробензола в среде соляной кислоты, пошло 18%-ного раствора гидроксида натрия в 2 раза больше, чем на нейтрализацию газообразного продукта бромирования 39 г бензола в присутствии катализатора. Определите количество моль взятого гидрохлорида анилина.
- Осуществите превращения:



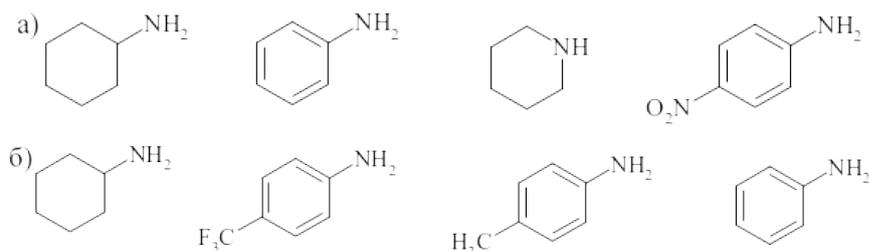
Вариант 5

1. Получите из бензола: а/ *m*- броманилин; б/ *n*- оксиазобензол; в/ *m*- аминобензойную кислоту.
2. Смесь гидрохлорида метиламина и хлорида аммония обработали водным раствором гидроксида натрия и нагрели. Выделившийся газ сожгли в избытке кислорода и полученные газообразные продукты пропустили в избыток известковой воды, получив 1 г осадка. Такое же количество исходной смеси растворили в воде и обработала избытком водного раствора нитрата серебра, получив 4,3 г осадка. Найти массовые доли компонентов смеси.
3. Синтезируйте «метилорозовый» из бензола, йодистого метила, фталевого ангидрида и неорганических реагентов. Почему в кислой среде это вещество приобретает интенсивную красную окраску? Ответ подтвердите соответствующими структурами.



Вариант 6

1. Из бензола получите: а/ *m*- метоксибензойную кислоту; б/ 4-диметиламиноазобензол; в/ *o*-метоксифенол.
2. При сжигании смеси бензола и анилина образовалось 6,94 л газообразных продуктов, при пропускании которых в избыток концентрированного водного раствора гидроксида калия не поглотилось 224 мл газа. Найти массовые доли компонентов смеси.
3. Расположите амины в порядке увеличения их основности, объясните.



Вариант 7

1. Из бензола получите: а/ *N,N*-диметил-*n*-фенилендиамин; б/ 3,5-дибромтолуол; в/ *m*-хлоранизол.
2. 50 г смеси фенола, анилина и бензола встряхивали с водным раствором щелочи, при этом смесь уменьшилась на 4,7 г. Оставшуюся смесь обработали соляной кислотой, смесь уменьшилась еще на 9,3 г. Определить массовые доли веществ в исходной смеси.
3. Укажите строение продуктов реакции анилина с указанными ниже реагентами. Если реакция не протекает, отметьте это.

- | | |
|---|--|
| а) HCl разб.; | б) H ₂ SO ₄ конц., 20°C; |
| в) H ₂ SO ₄ конц., 180°C; | г) PhBr, 30°C; |
| д) CH ₃ I, 30°C; | е) CH ₃ COCl; |
| ж) HNO ₃ конц.; | з) HCO ₃ H; |
| и) NaNO ₂ + H ₃ O ⁺ , 0°C; | к) Br ₂ /H ₂ O; |
| л) NaOH, 50°C; | м) H ₂ Cr ₂ O ₇ . |

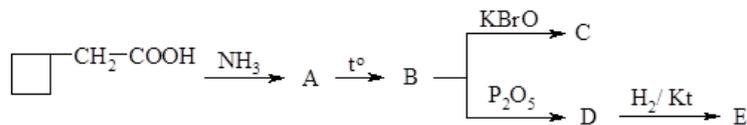
Вариант 8

1. Из нитробензола получите: а/ *m*- броманилин; б/ 1-фтор-4-йодбензол;

в/ *p*-бромфенол.

2. Для полного сгорания смеси бензола и анилина израсходовано 10,19 л кислорода, а после пропускания образовавшихся продуктов через избыток водного раствора гидроксида калия 0,224 л газа остались непоглощенными. Вычислите массовые доли веществ в исходной смеси.

3. Осуществите превращения:



Вариант 9

1. Из *p*-нитроанилина получите: а/ *m*-броманилин; б/ 1-йод-3,5-дибромбензол; в/ *p*-метоксифенол.

2. Смесь пиррола, 3-метилпиридина и бутанола-2 реагирует с избытком калия с выделением 6,01 л водорода /измерено при 20°C и давлении 1 атм./. Такое же количество смеси после исчерпывавшего каталитического гидрирования может прореагировать с 76,04 г 36%-ной соляной кислоты. Найдите массу 3-метилпиридина в исходной смеси. Все реакции идут количественно.

3. Осуществите превращения:

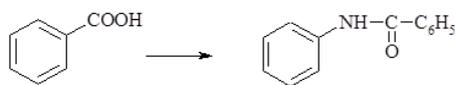


Вариант 10

1. Из *p*- нитроанилина получите 2,4-и 3,4-диаминофенолы; 1-/ *p*- нитрофенил/ бутадиен-1,3.

2. Смесь пиррола, 3-хлорпиридина и фенола реагирует с избытком калия с выделением 4,81 л водорода /измерено при 20°C и давлении 1 атм./. Такое же количество смеси после исчерпывающего каталитического гидрирования может прореагировать с 62,26 г 34 %-ной соляной кислоты. Найдите массу 3-хлорпиридина в исходной смеси. Все реакции идут количественно.

3. Осуществите превращения, назовите конечные продукты.



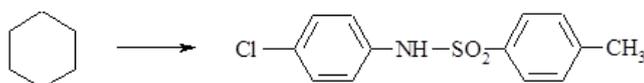
Вариант 11

1. Из нитробензола получите: а/ *m*-оксибензойную кислоту;

б/ 2,6-динитрофенол; в/ *m*- хлоранизол.

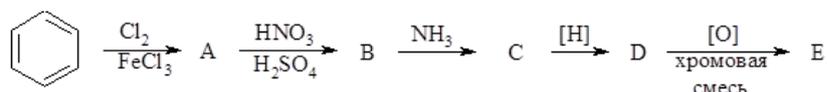
2. К 30 л смеси, состоящей из аргона и этиламина, добавили 20 л бромоводорода, после чего плотность газовой смеси по воздуху стала равной 1,814. Вычислите объемные доли газов в исходной смеси.

3. Осуществите превращения, назовите промежуточные и конечные продукты.



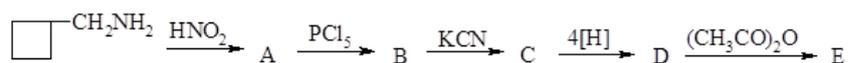
Вариант 12

- Из фенола получите: а/ 2,4-динитро-6-аминофенол; б/ 2,4-диаминоанизол; в/ *n*-оксиазобензол.
- К 50 г 32,4 %-ного раствора бромоводородной кислоты добавили некоторое количество изопропиламина. Через полученный раствор стали пропускать пропен до тех пор пока не закончилось поглощение газа. Масса раствора оказалась равной 60,1 г. Вычислите объем поглощенного газа, в пересчете на нормальные условия.
- Осуществите превращения, назовите промежуточные и конечные продукты.



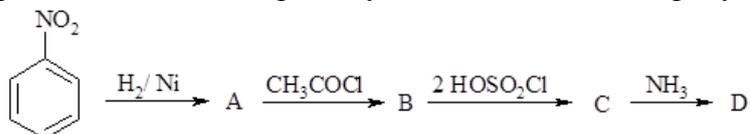
Вариант 13

- Из бензола получите: а/ нитрил *m*-оксибензойной кислоты; б/ *m*-дихлорбензол; в/ *n*-карбоксифенилгидразин.
- Молярная масса инсулина равна 6000. При гидролизе 1,8 г инсулина получили 2,07 г продуктов гидролиза. Какое число остатков аминокислот входит в состав молекулы инсулина?
- Осуществите превращения, назовите промежуточные и конечные продукты.



Вариант 14

- Из бензола получите: а/ *n*-сульфонитробензол; б/*m*-нитроидбензол; в/ метиловый эфир *n*-тиосалициловой кислоты.
- В избытке кислорода сожгли 1,46 г некоторой аминокислоты, продукты сжигания пропустили последовательно через склянки с концентрированной серной кислотой и гидроксидом калия, при этом масса склянки с кислотой возросла на 1,26 г, а склянки со щелочью - на 2,64 г. После этого осталось 250 мл /10°C, давление 94,07 кПа/ бесцветного малоактивного газа. Определите состав и строение аминокислоты, если известно, что она получена как продукт гидролиза природного пептида.
- Осуществите превращения, назовите промежуточные и конечные продукты.



Тема 25. Аренсульфоновые кислоты

Разбор конкретных ситуаций:

1. Сульфорирующие агенты. Механизм реакции сульфирования бензола. Обратимость реакций сульфирования. Способы смещения равновесия в сторону увеличения выхода сульфокислоты. Методы выделения сульфокислот из реакционной смеси.

2. Сульфирование бензола, толуола, фенола, анилина, нитробензола, пиридина, нафталина и пиррола. Правила ориентации. Объяснение правил ориентации с позиций статического и

динамического подходов. Ориентанты I и II рода. Влияние заместителей на скорость реакции сульфирования. Свойства сульфокислот.

3. Способность сульфогруппы замещаться по электрофильному и нуклеофильному механизмам. Промышленное значение сульфокислот.

4. Расположите приведенные ниже соединения в порядке уменьшения их активности по отношению к сульфирующему агенту (SO_3H^+): толуол, этилбензол, бромбензол, нитробензол, анизол, нафталин, антрацен, фенол. Какие продукты образуются в результате моносульфирования?

5. Объясните, почему если сульфировать фенол концентрированной серной кислотой при $15-20^\circ\text{C}$ образуется *o*-фенолсульфокислота, а при 100°C – *n*-фенолсульфокислота?

6. Объясните, почему при сульфировании хлорбензола 92%-ной серной кислотой не наблюдается кинетический изотопный эффект, а при сульфировании олеумом он есть?

7. Расположите приведенные соединения в ряд по легкости десульфирования: а) 4-нитробензолсульфокислота, 3-нитробензолсульфокислота, 4-метоксибензолсульфокислота, 4-метоксибензолсульфокислота;

б) 4-бром-3,5-динитробензолсульфокислота, 4-амино-3,5-динитробензолсульфокислота.

8. Сопоставьте по кислотности следующие пары веществ:

а) *n*-хлорбензойная кислота и бензолсульфокислота; б) бензолсульфамид и бензамид; в) сульфаниловая кислота и метаниловая кислота.

9. Химическими методами разделить следующие смеси веществ:

а) бензолсульфокислота, фенол, бензиловый спирт; б) бензолсульфамид, анилин и бензолсульфокислота; в) бензолсульфокислота, фенол и дифенилоксид.

10. Расположите в порядке увеличения активности в реакции сульфирования следующие соединения: толуол, *m*-нитротолуол, бензол, кумол, хлорбензол.

Синтетический практикум: Синтез p-толуолсульфокислоты, сульфаниловой кислоты

Тема 26. Полиядерные ароматические соединения

Разбор конкретных ситуаций:

1. Химические свойства нафталина, антрацена и фенатрена: окисление, нитрование, галогенирование, ацилирование, сульфирование.

2. Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения.

3. Реакции антрацена с диенофилами. Антрахинон. Применение, получение, свойства.

Тестовые задания:

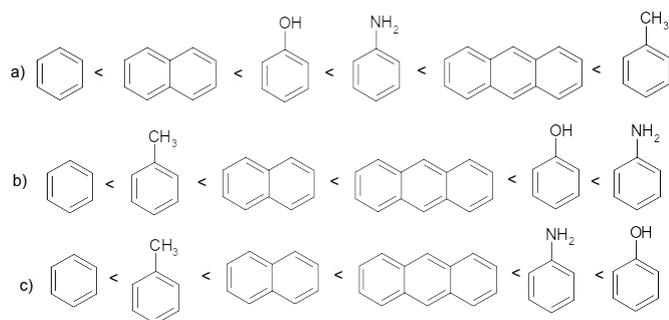
1. Выберите ряд, в котором реакционная способность по отношению к электрофильным реагентам изменяется монотонно:

а) хлорбензол < бензол < нитробензол < нафталин < толуол < антрацен < сульфобензол < бензальдегид < бензойная кислота < метилфенилкетон;

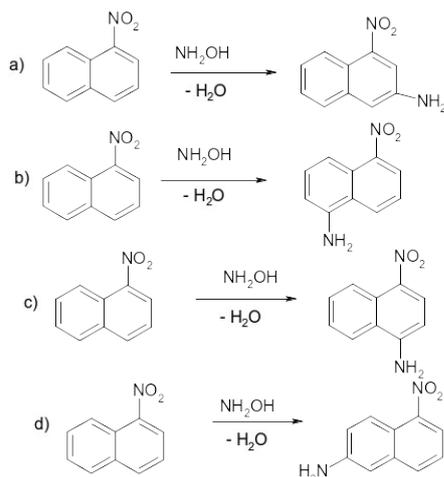
б) нитробензол < сульфобензол < бензальдегид < метилфенилкетон < бензойная кислота < хлорбензол < бензол < толуол < нафталин < антрацен;

в) сульфобензол < нитробензол < бензальдегид < метилфенилкетон < бензойная кислота < хлорбензол < бензол < толуол < нафталин < антрацен.

2. Легкость окисления аренов увеличивается в ряду:



3. Укажите правильное направление реакции α -нитронафталина с гидроксиламином в водном спирте при 60 °С:



Тема 27. Пятичленные гетероциклы

Разбор конкретных ситуаций:

1. Методы пятичленных гетероциклов из ациклических соединений. Взаимные превращения по Юрьеву.
2. Реакции электрофильного замещения в ряду фурана, тиафена и пиррола.
3. Пятичленные циклы с двумя гетероатомами. Проблема ароматичности. Электрофильные и нуклеофильные реакции (общая характеристика на примере пиразола и имидазола).
4. Методы синтеза индолов.
5. Химические свойства индолов.
6. Индолилмагний бромид и индолилнатрий и их реакции. Реакции электрофильного замещения в ядре индола.

Тема 28. Шестичленные гетероциклы

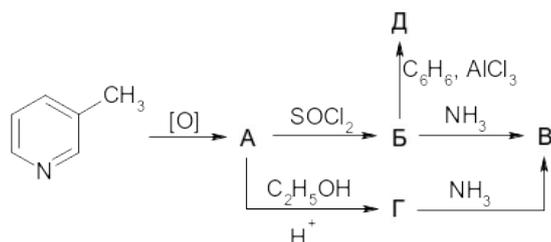
Разбор конкретных ситуаций:

1. Основность атома азота, сравнение с пирролом.
2. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина. N-окись пиридина и ее нитрование. Использование N-окиси нитропиридина для получения amino- и хлорпиридинов.
3. Реакции пиридина с амидом натрия (Чичибабин), едким кали, фениллитием. Нуклеофильный характер реакций.
4. Таутомерия α - и γ -оксипиридина. Конденсация метилпиридина с альдегидами.
5. Синтез (по Скраупу и Дебнеру-Миллеру) простейших производных хинолина.
6. Нитрование и сульфирование хинолина. Синтез 8-оксихинолина.

Контрольная работа 5 «Ароматические и гетероциклические соединения»

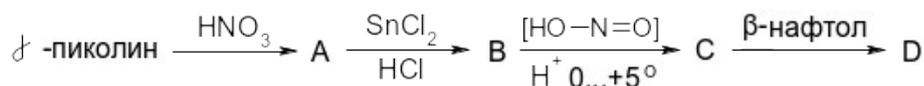
Вариант 1

- Из пиридина подучите 3-гидроксипиридин. Предложите способ обнаружения этого соединения в его водно-спиртовом растворе.
- Осуществите превращения:



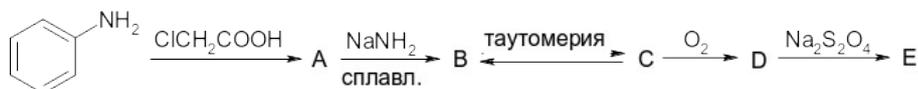
Вариант 2

- Подучите 4-нитропиридин из пиридина. Укажите основные реакционные центры в этом соединении и напишите реакции, в которые вступает данное соединение.
- Осуществите превращение:



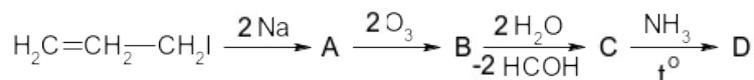
Вариант 3

- Из индола подучите 5-индолилкарбоновую кислоту.
- Осуществите превращение:



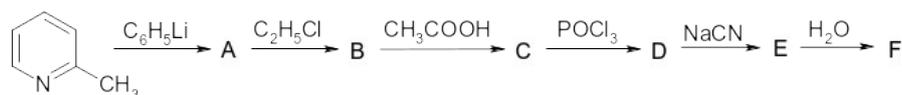
Вариант 4

- Из пиридина получите витамин PP /амид никотиновой кислоты/.
- Осуществите превращение:



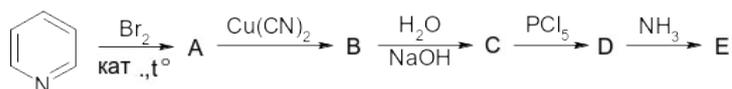
Вариант 5

- Из нафталина подучите карбазол, не прибегая к другим органическим реактивам.
- Осуществите превращение:

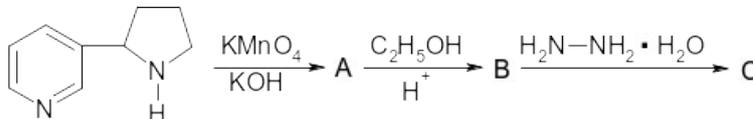


Вариант 6

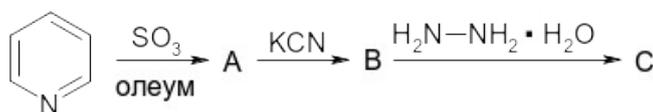
- Из пиррола получите пиридин.
- Осуществите превращение:

**Вариант 7**

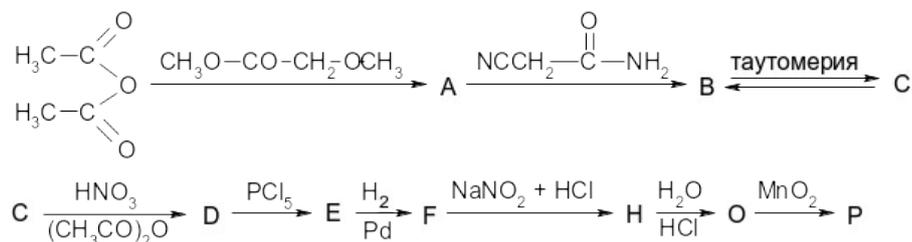
1. Напишите три уравнения реакции, в которые может вступать 2-метилпиридин. Предложите способ обнаружения этого соединения в его водно-спиртовом растворе.
2. Осуществите превращение:

**Вариант 8**

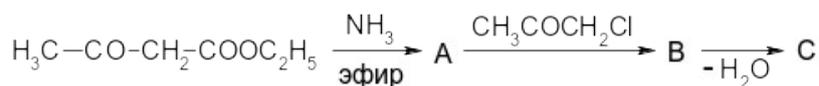
2. Из тиюфена получите α -пирролальдегид. Укажите основные реакционные центры и напишите реакция, в которые вступает это соединение.
3. Осуществите превращения:

**Вариант 9**

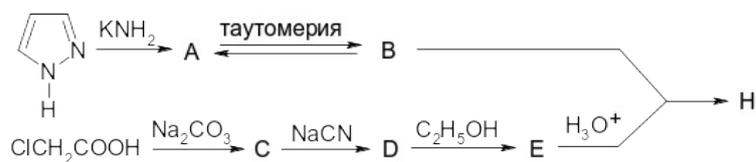
1. На конкретных примерах покажите химическое сходство пиррола с фенолом.
2. Осуществите превращение:

**Вариант 10**

1. Из пиридина получите все изомерные аминопиридины. Напишите схемы реакций их с азотистой кислотой. Какой из этих аминов образует устойчивое диазосоединение?
2. Осуществите превращение:

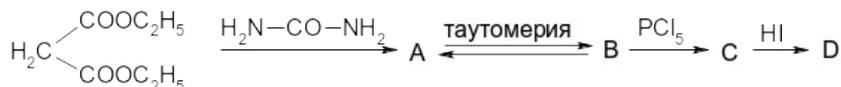
**Вариант 11**

1. Из бензола получите индол. Сравните химические свойства индола и пиррола.
2. Осуществите превращения:



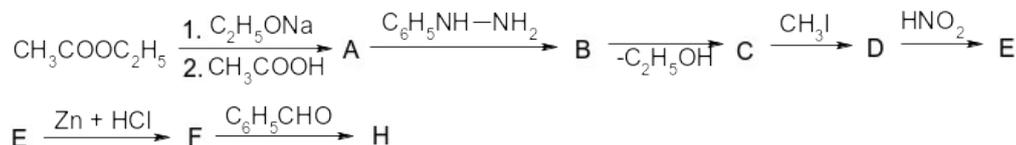
Вариант 12

- Из этанола получите фурфурол и сравните его строение и химические свойства с таковыми у бензальдегида.
- Осуществите превращение:



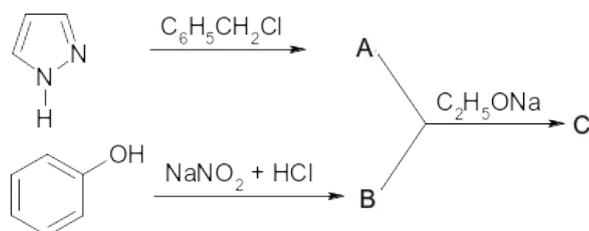
Вариант 13

- Из тиофена получите фенилгидразон фенил- α -тиенилкетона.
- Осуществите превращение:



Вариант 14

- Из β -пиколина получите фенил- β -пиридилкетон. Укажите основные реакционные центры и напишите уравнения реакций, в которые вступает данное соединение.
- Осуществите превращение:

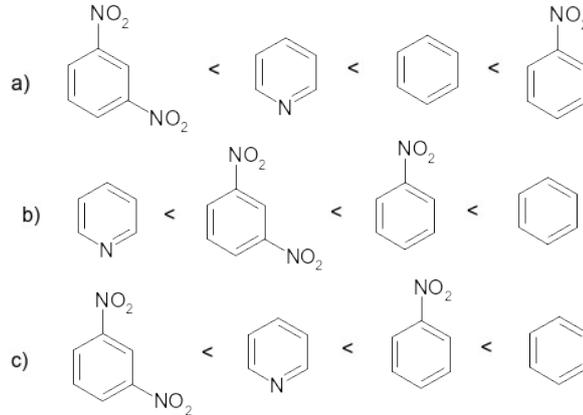


Тестовые задания:

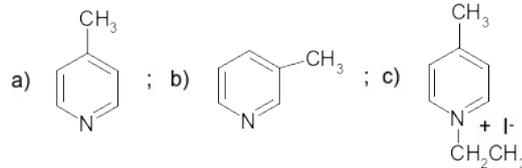
- Расположите следующие ароматические соединения в порядке увеличения энергии резонанса: а) тиофен; б) бензол; в) циклопентадиенил-анион; г) фуран; д) пиррол.
- Пиррол протонируется по атому С-2 быстрее, чем по атому азота, так как:
 - атом углерода С-2 обладает более выраженными основными свойствами, чем атом азота;
 - резонансный гибрид пиррола показывает, что частично положительный заряд находится на атоме азота;
 - атом С-2 пространственно более доступен, чем атом азота.
- Почему пиррол ($pK_a \sim 17$) менее кислый, чем циклопентадиен ($pK_a \sim 15$), хотя атом азота более электроотрицателен, чем атом углерода?
 - атом азота в пирроле находится в sp^2 -гибридном состоянии;
 - анализ резонансных структур пиррола в статическом состоянии указывает на наличие частично положительного заряда на атоме азота;
 - сопряженное основание пиррола устойчивее сопряженного основания циклопентадиена.

4. Расположите следующие соединения в порядке легкости вступления в реакции электрофильного замещения: а) бензол; б) фуран; с) пиррол; д) тиофен; е) имидазол.

5. Выберите ряд, в котором способность соединений к реакциям электрофильного замещения монотонно увеличивается:

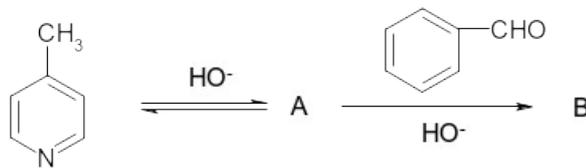


6. Расположите следующие соединения в порядке увеличения легкости отрыва протона от метильной группы:



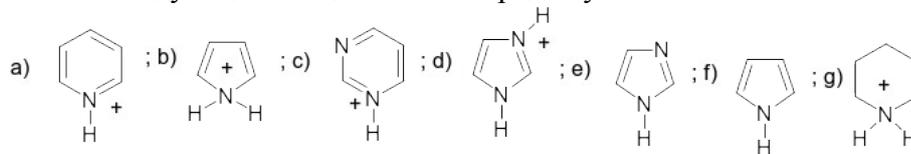
7. Расположите следующие соединения в порядке увеличения способности в реакции электрофильного замещения: а) имидазол; б) пиррол; с) бензол; д) нитробензол; е) пиридин; ф) пиримидин; г) пиазин.

8. Напишите формулу конечного продукта следующих превращений:

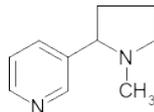


- а) 4-[2-фенилэтенил]-2(1H)-пиридион; б) 4-[2-фенилэтенил]пиридин; с) 4-(1-фенилвинил)пиридин; д) [(4-метил-2-пиридилил)окси](фенил)метанол.

9. Расположите следующие соединения в порядке увеличения кислотности:



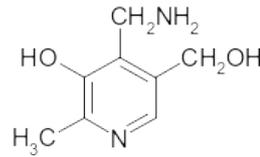
10. Никотин – сильно ядовитое вещество, широко используемый для борьбы с вредными насекомыми, имеет следующую структуру:



Укажите реагент, с которым никотин реагирует в обоих циклах:

- а) HCl; б) Cl₂, hν; с) Cl₂; FeCl₃.

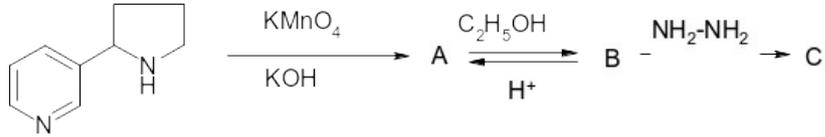
11. Пиридоксамин – один из витаминов группы В₆, применяют при гепатитах, кожных заболеваниях, токсикозах, имеет следующую структуру:



Сколько реакционных центров в молекуле этого соединения может максимально прореагировать с HCl:

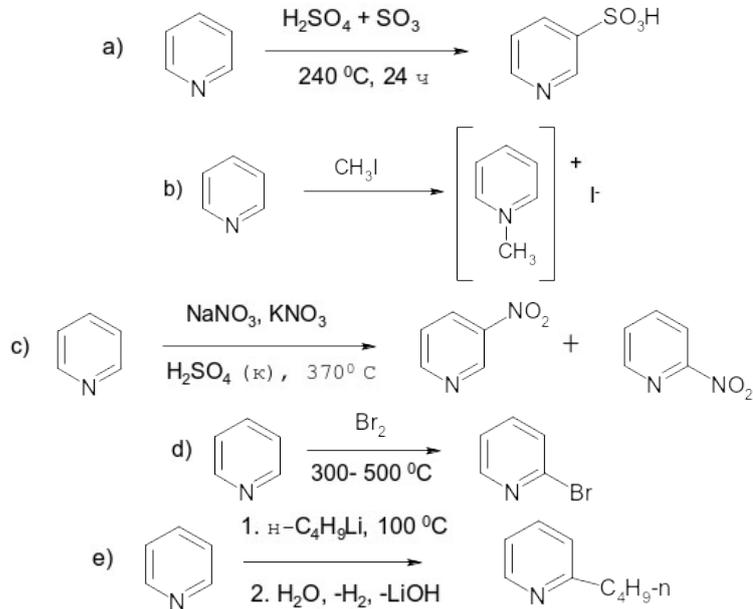
a) 1; b) 2; c) 3; d) 4.

12. В результате следующей цепочки превращений



образуется: а) гидразид никотиновой кислоты; б) гидразон 3-формилпиридина; с) гидразид изоникотиновой кислоты; с) 3-[(3-пиридинилметил)амино]пропаналь.

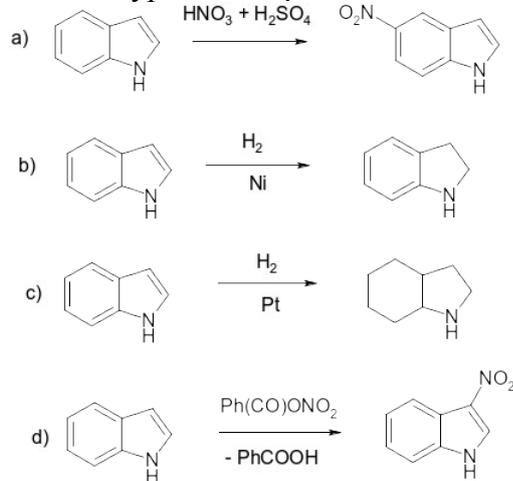
13. Среди приведенных ниже реакций пиридина выберите реакцию, протекающую по механизму нуклеофильного замещения:

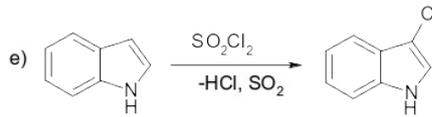


14. Способность соединений к электрофильному замещению увеличивается в ряду:

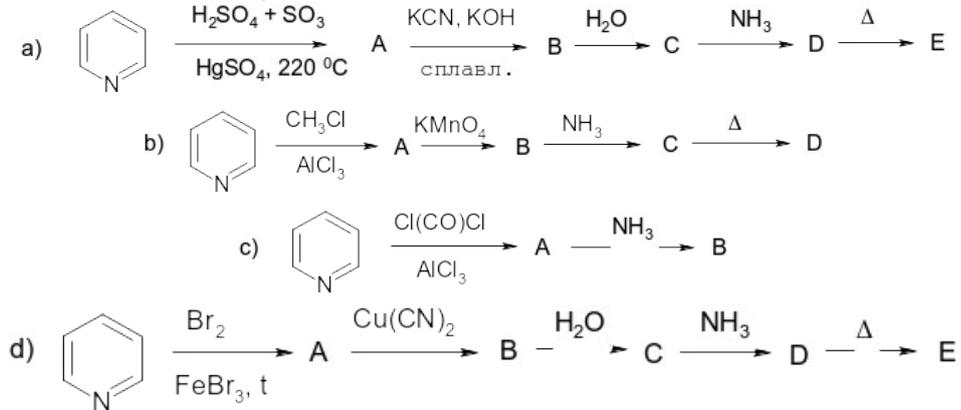
a) имидазол; б) оксазол; с) тиазол; d) пиррол; e) фуран; f) тиофен.

15. Какое из приведенных ниже уравнений реакций индола написано неверно:





16. По какой схеме нельзя получить витамин PP:



17. Какие из перечисленных соединений ацидофобны:

a) анилин; b) тиофен; c) индол; d) фуран; e) пиридин; f) пиррол; g) пиримидин?

18. Расположите следующие NH-кислоты в порядке увеличения их кислотных свойств:

a) анилин; b) пиррол; c) имидазол; d) бензимидазол; e) пиразол; f) карбазол; g) пурин.

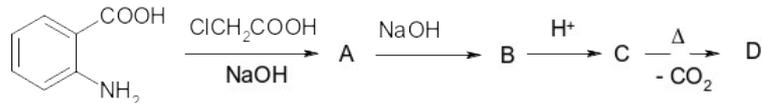
19. Какие из перечисленных аминов способны образовывать N-оксиды при взаимодействии с пероксидом водорода:

a) пиррол; b) N,N-диметилциклогексиламин; c) пиридин; d) хинолин; e) индол?

20. Укажите, какие 2 вещества из приведенных ниже веществ должны быть использованы для синтеза 2-фенилиндола по методу Фишера:

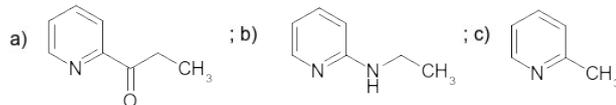
a) метилэтилкетон; b) метилфенилкетон; c) 2,4-динитрофенилгидразин; d) фенилгидразин; e) гидросиламин; f) дифенилкетон; g) гидразон ацетальдегида?

21. Назовите продукт, образующийся в результате следующих химических превращений:

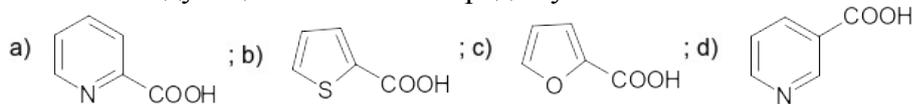


a) индол; b) индоксил; c) хинолин; d) 2-метилиндол; e) индиго.

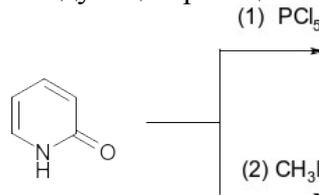
22. Какое из приведенных ниже производных пиридина будет подвергаться электрофильному замещению предпочтительно по С-4 атому:



23. Расположите следующие кислоты в порядке увеличения кислотных свойств:



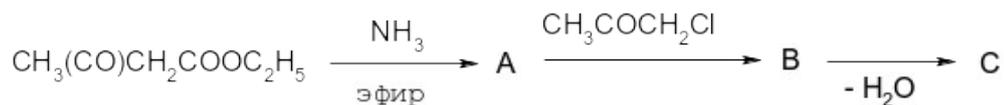
24. Укажите основной продукт для следующих реакций 2-пиридона:



(1): a) 2-хлорпиридин; b) N-хлор-2-пиридон; c) реакция не идет

(2): a) 2-метоксипиридин; b) N-метил-2-пиридон; c) 2-гидрокси-4-метилпиридин.

25. Назовите конечный продукт превращений:



а) 2,5-диметил-4-форилпиррол; б) 2,5-диметил-4-карбэтоксипиррол; в) 2,5-диметилпиридин.

Тема 29. Основы ретросинтетического анализа

Вопросы и проблемы для круглого стола:

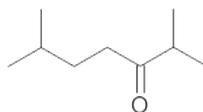
1. Ретросинтетический анализ. Варианты стратегии. Планирование «от исходных соединений». Планирование «от целевой структуры». Анализ структуры как целого. Понятие трансформа. Планирование многостадийного синтеза: линейная и конвергентная схемы синтеза. Целевая молекула (ТМ), трансформ, синтон, ретрон. Соответствие синтонов и реагентов. Ретроны частичные и полные. Примеры ретронов.

2. Синтоны "логичные" и "нелогичные". Синтоны и их синтетические эквиваленты. Синтетическое «дерево». Оценка возможных путей синтеза. Синтезы линейные и конвергентные.

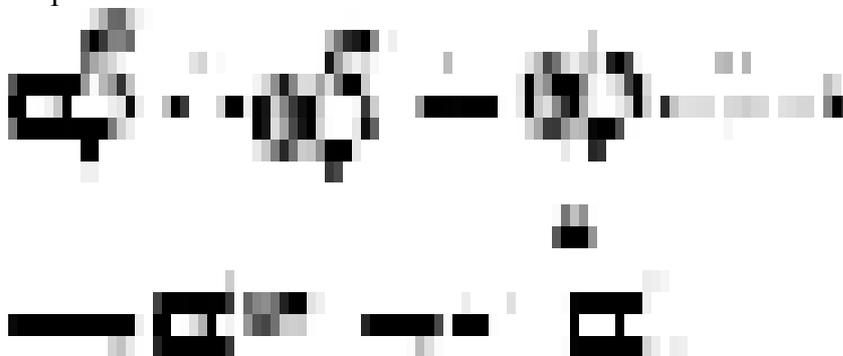
3. Селективность и способы управления селективностью реакций.

4. «Мощные» реакции.

5. На основе ретросинтетического анализа спланируйте синтез следующего кетона



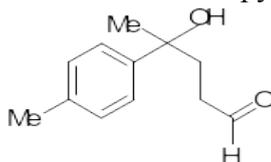
6. Ниже приведена схема ретросинтетического анализа азотистого иприта – противоракового препарата. Напишите уравнения реакций получения этого соединения с указанием условий их протекания.



7. На основе ретросинтетического анализа спланируйте синтез следующего амина



8. На основе ретросинтетического анализа спланируйте синтез следующего альдегида



Тематика курсовых работ

1. Применение «клик реакций» в целенаправленном синтезе сложно построенных органических соединений.
2. Способы синтеза халконов и халконоидов.

3. Реакции 1,3-диполярного циклоприсоединения азометинилидов к халконам.
4. Синтез потенциальных гербицидов на основе полифункциональных производных ароматических и гетероциклических карбаматов.
5. Синтез изатового ангидрида.
6. Синтез нитронов на основе N-алкил- α -аминокислот под действием пероксида водорода, вольфрамата натрия в двухфазной системе в присутствии межфазного катализатора и изучение их реакций с некоторыми диполярофилами.
7. Синтез радикала Фреми и его применение в органическом синтезе.
8. Полифосфорная кислота в органическом синтезе.
9. Планирование синтеза сложных органических веществ. Ретросинтетический анализ в планировании многостадийного синтеза. Реагенты. Эквиваленты. Синтоны.
10. Образование C-C связей: ключевая тактическая проблема органического синтеза.
11. Взаимопревращения функциональных групп. Защитные группы в органическом синтезе.
12. Циклоприсоединение как метод построения циклических структур.
13. Перегруппировки в органическом синтезе.
14. Нуклеофильное ароматическое замещение водорода – прямой метод аминирования аренов и гетаренов. Окислительное аминирование. Викариозное аминирование.
15. Успехи применения катализаторов межфазного переноса в органическом синтезе.
16. Применение микроволнового излучения в органическом синтезе.
17. Химические и физико-химические методы идентификации органических соединений.
18. Современные успехи органического синтеза соединений с «топологической» связью, «аномальных» структур, биологически активных веществ (лекарственных препаратов для лечения СПИДа, рака, атеросклероза).
19. Успехи супрамолекулярной химии и химии самоорганизующихся молекул.
20. Применение ионных жидкостей в органическом синтезе.
21. Нуклеофильные перегруппировки в органическом синтезе.
22. Электрофильные перегруппировки в органическом синтезе.
23. Синтез производного фталазина на основе нингидрина.
24. Синтез парацетамола.
25. Синтез кислоты Мельдрума и ее применение в органическом синтезе.
26. Синтез бензимидазола.
27. Алкалоиды. Выделение кофеина из листьев чая.
28. Именные реакции в органической химии.
29. Серосодержащие высокомолекулярные соединения.
30. Окислительно-восстановительные реакции в органической химии.
31. Синтез метил {3-[2-(2-оксо-1,2-дигидро-3H-индол-3-илиден)ацетил] фенил} карбамата.
32. Синтез индолов по методу Неницеску.
33. Химия адамантана и его производных.
34. Химия бензохинонов.
35. Химия ароматических карбаматов.
36. Защитные группы в органическом синтезе.
37. Синтез метил 4-(3'-амино-1,1',3-триоксо-2,3-дигидро-1H,1'H-2,2'-биинден-2-ил)фенилкарбамата.
38. Методы синтеза и превращения кумаринов и хроменов.
39. Мультикомпонентные реакции в синтезе спиросоединений.
40. Химия гетероароматических карбаматов.
41. Химия N,N'-ди(моно)алкоксикарбонильных и сульфонильных производных п-бензохинондиимина.
42. Двумерная спектроскопия ЯМР и ее возможности.
43. «Зеленые» алкилирующие и ацилирующие реагенты.

44. Масс-спектрометрия в решении конкретных задач органической химии.
45. Синтез тозилата *л*-циклогексилоксикарбониламинофенилдиазония и 5-циклогексилоксикарбоксамидо-2-этоксикарбонилindoла на его основе.
46. Синтез (5,7,7-триметил-5-этил-1,2,5,6,7,11*b*-гексагидроизооксазоло[3,2-*a*][2]бензазепин-2-ил)метил-*N*-фенилкарбамата.

Перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен

5 семестр

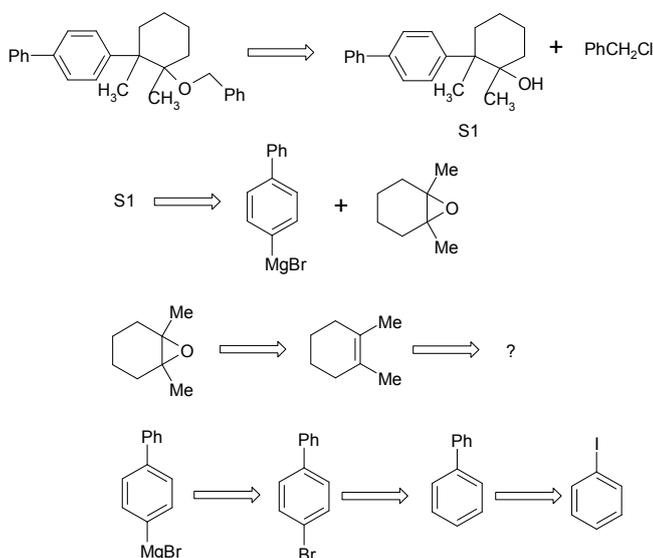
1. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: изомеров бромбутана, изомеров бромпропена, бромбензола и бромистого бензила? Показать основные реакции и их механизм.
2. Как изменяется способность к окислению у пропанола-1, 2-метилпропанола-1, фенола и бензилового спирта? Показать на примерах.
3. Какими химическими реакциями можно различить соединения: фенол, молочную кислоту, пропеную кислоту, метановую кислоту и пропановую кислоту.
4. Из неорганических соединений получить 2-фенилуксусную кислоту. Дать названия соединениям.
5. Как изменяется способность к реакциям S_N у пропановой кислоты, ее ангидрида и амида? Показать механизм и примеры реакций.
6. Как изменяются основные свойства бензилового спирта, *n*-нитрофенола и пропанола-1. Показать механизм реакции и привести примеры.
7. Какими химическими реакциями можно различить бутен-1, бутин-1, стирол, этилбензол, фенол?
8. Из пропена получить 2-метилбутановую кислоту. Дать названия соединениям.
9. Какие реакции и по какому механизму будут протекать по связи O—N в пропанол-2, бензиловом спирте, *n*-нитрофеноле, *n*-метоксифеноле, α -нитропропановой и α -метоксипропановой кислотах. Сравнить их реакционную способность.
10. В чем сходство и различие ароматической, сигма и π -связей? Показать примеры их реакционной способности.
11. Какими химическими реакциями можно различить формальдегид, этанол, глицерин, метановую кислоту, уксусную кислоту?
12. Из бутановой кислоты получить диизопропилкетон.
13. Сравнить реакционную способность и механизм реакций присоединения в пропене, пропине, акриловой кислоте, изопрене, 1-хлорпропене-1, 1-хлорпропене-2. Привести примеры.
14. На конкретных примерах показать действие индуктивного, мезомерного эффектов, эффекта поля и кросс-сопряжения. От чего зависит сила электронных эффектов и что они определяют в химических свойствах соединений?
15. С помощью химических реакций различить соединения: глицерин, фенол, уксусную кислоту, муравьиную кислоту, этаналь.
16. Из неорганических соединений получить 4-нитро-3-метоксибензойную кислоту.
17. В чем сходство и различие реакций электрофильного механизма у бутена-1, бутина-1, бутадиена-1,3, этилбензола, хлорбензола и фенола.
18. Как изменяется способность к окислению у пропанола-1, 2-метилпропанола-2, пропанола-2 и фенола? Показать на примерах.
19. Какими химическими реакциями можно различить соединения: фенол, уксусный альдегид, пропеную кислоту, метановую кислоту и пропановую кислоту.
20. Из бензола получить 4-хлор-3-сульфофенол. Дать названия соединениям.
21. Сравнить проявление кислотных свойств у следующих соединений: бутана, бутена-1, бутина-1, этилбензола, фенола и пропанола-1, пропанола-2, *трет*-бутанола. Показать основные реакции.

22. Как изменяется способность к реакциям S_N у пропановой кислоты, ее ангидрида и амида? Показать механизм и примеры реакций.
23. Какими химическими реакциями можно различить соединения: фенол, глицерин, пропановую кислоту, салициловую кислоту?
24. Из неорганических соединений получить 2-фенилуксусную кислоту. Дать названия соединениям.
25. Сравнить реакционную способность группы $C=O$ в следующих соединениях: пропановая кислота, пропаналь, диметилкетон, бензальдегид, *n*-нитробензальдегид, α -нитропропановая кислота. Показать основные реакции и их механизм.
26. Как изменяются основные свойства бензилового спирта, *n*-нитрофенола и пропанола-1, пропанола-2, 2-метил-пропанола-2, *n*-крезола. Показать механизм реакции и привести примеры.
27. Какими химическими реакциями можно различить бутен-1, бутин-1, стирол, этилбензол, фенол?
28. Из неорганических соединений получить 4-нитро-3-метоксибензойную кислоту.
29. 1. Какие реакции и по какому механизму будут идти реакции по связи $C-H$ в следующих соединениях: бутен-2, этилбензол, пропаналь, бензальдегид, пропановая кислота, фенол. Сравните их реакционную способность.
30. В чем сходство и различие индуктивного и мезомерного эффектов? Привести примеры их действия.
31. Какими химическими реакциями можно различить пропанол-1, фенол, уксусную кислоту, акриловую кислоту?
32. Получите 3-пентанон следующими способами: а) из соответствующего алкина, б) окислением спирта, в) гидролизом дигалогенпроизводного, г) пиролизом Ca -солей карбоновых кислот, д) магнийорганическим синтезом.
33. В чем сходство и различие в строении и в химических свойствах пропановой кислоты, хлорангидрида пропановой кислоты, этилпропионата, пропионата натрия и амида пропановой кислоты, бензойной кислоты? Показать основные реакции и их механизмы.
34. Показать значения основных характеристик химической связи для определения типа, механизма реакции, реакционной способности в органических соединениях. Показать на примерах.
35. Какими химическими реакциями можно различить формальдегид, этанол, глицерин, метановую кислоту, уксусную кислоту?
36. Из этилена получить 2-метил-2-гидроксипропановую кислоту.
37. Показать влияние заместителей в ароматическом ядре на силу кислотных свойств замещенных бензойной кислоты. Привести примеры.
38. Показать механизмы S_R нитрования и сульфохлорирования 2-метилбутана. Определить условия их проведения.
39. Какими химическими реакциями можно различить муравьиную кислоту, масляную кислоту, диметилкетон, этаналь, пропанол-1, пентанон-3.
40. Из бутановой кислоты получить диизопропилкетон.
41. В чем сходство и различие реакции S_E у фенола, этилбензола, бромбензола, бензойной кислоты, бензола, бензальдегида? Статический и динамический факторы.
42. Показать действие $KMnO_4$ в различных средах на пропен, пропин, пропилбензол.
43. Какими химическими реакциями можно различить этиленгликоль, этанол, фенол и диметиловый эфир?
44. Из пропанона получить амид 2-метилвалериановой кислоты.
45. Сравнить реакционную способность и механизм реакций присоединения в пропене, пропиене, акриловой кислоте, изопрене, 1-хлорпропене-1, 1-хлорпропене-2. Привести примеры.

46. На конкретных примерах показать действие индуктивного, мезомерного эффектов, эффекта поля и кросс-сопряжения. От чего зависит сила электронных эффектов и что они определяют в химических свойствах соединений?
47. Какими химическими реакциями можно различить муравьиную кислоту, уксусный ангидрид, пропановую кислоту и салициловую кислоту, резорцин, пирокатехин, гидрохинон?
48. Из уксусной кислоты получить 2,3-диметилбутандиовую кислоту.
49. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: изомеров бромбутана, изомеров бромпропена, бромбензола и бромистого бензила? Показать основные реакции и их механизмы.
50. Показать механизм A_E при реакции хлороводорода с изопреном, определить условия реакции. Привести уравнение реакции полимеризации.
51. С помощью химических реакций различить соединения: глицерин, фенол, уксусную кислоту, муравьиную кислоту, этаналь.
52. Из бензола получите *p*-толуиловый альдегид и напишите реакцию его конденсации с уксусным ангидридом в присутствии водного раствора ацетата калия.

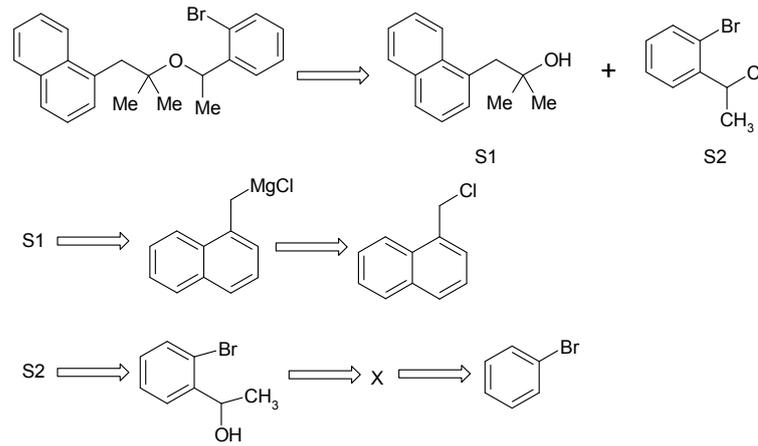
6 семестр

1. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: этиламин, диметиламин, амид уксусной кислоты, α -аминопропионовая кислота, *p*-толуидин, α -пиколин, пиррол, ацетанилид? Покажите основные реакции.
2. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ диметилацетилен, 1,3-бутадиен и бензол:



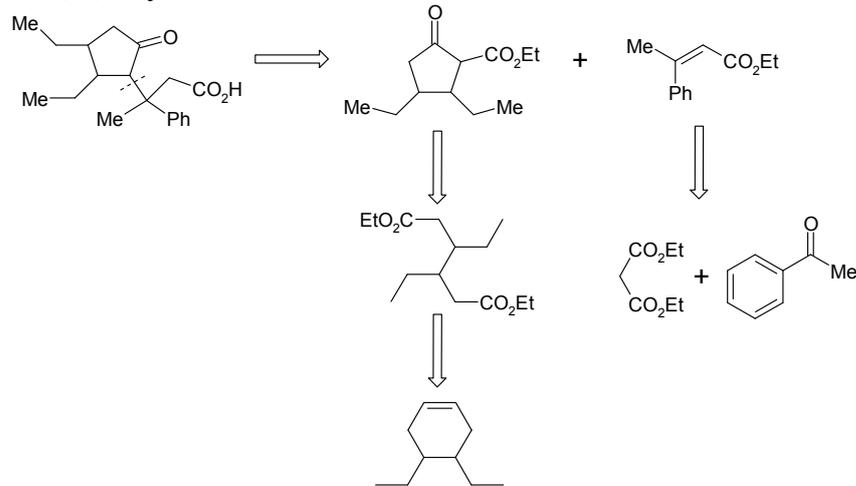
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

3. Из бензола получить 3-(*n*-бромфенилазо)-2-нитробензол.
4. Из ацетоуксусной кислоты получить 2,3-диметилбутандиовую кислоту.
5. Сравните реакционную способность по группе OH следующих соединений: пропанол, *p*-крезол, бензиловый спирт, пропановая кислота, бензойная кислота, фуранкарбоновая кислота, никотиновая кислота и глицерин. Покажите реакции и их механизм.
6. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ нафталин и бензол:



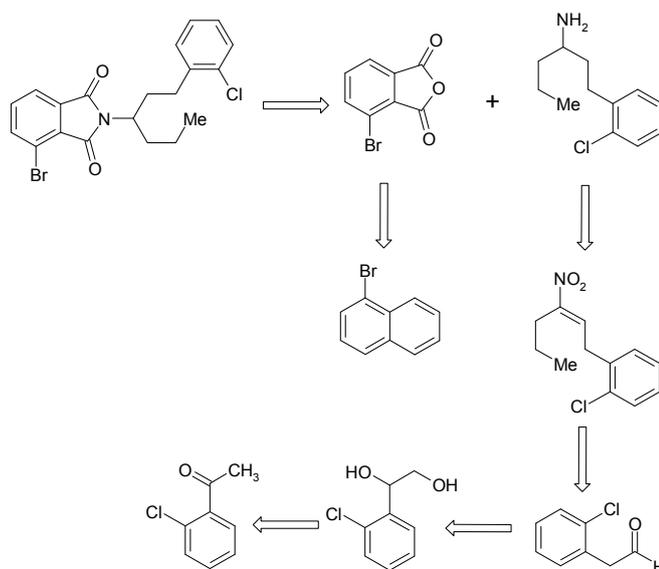
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

7. Из ацетоуксусного эфира получить 3,4-диметил-2-пентанол.
8. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение пропаналя в триметилэтилен?
9. Какие реакции и по какому механизму будут идти по связи C-H в следующих соединениях: бутен-2, этилбензол, уксусный альдегид, масляная кислота, нафталин, пиримидин, ацетоуксусная кислота, бутадиен-1,3? Сравните их реакционную способность.
10. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ метилфенилкетон, 1,3-бутадиен и гексен-3:



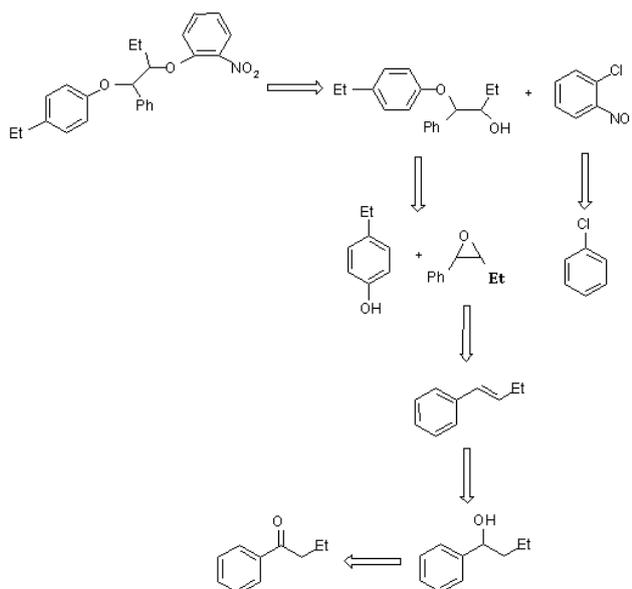
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

11. Из бензола получить 5-(нитрофенилазо)-2-диметиламинобензолсульфо кислоту.
12. С помощью каких реакций можно из пропаналя получить α -аминомасляную кислоту?
13. Ароматическая связь. Характерные реакции и механизмы их протекания. Сравните реакционную способность в данных реакциях бензола, анилина, нитробензола, пиррола, имидазола, пиримидина, нафталина, антрацена. Статический и динамический факторы.
14. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ нафталин и бензол:



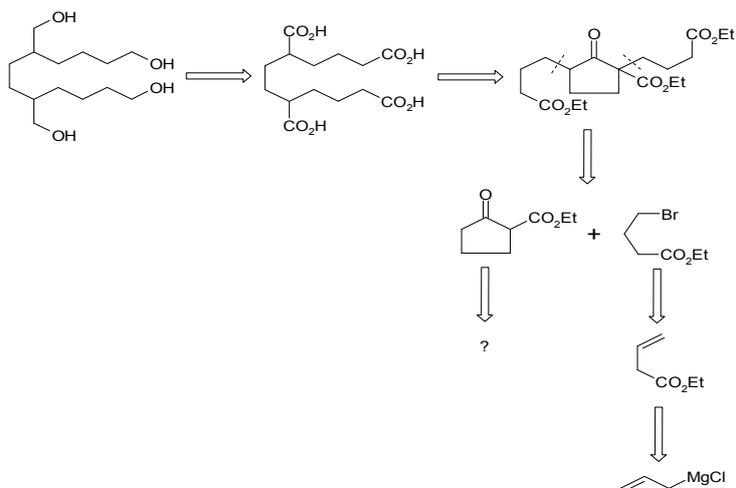
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

15. Из ацетоуксусного эфира получить адипиновую кислоту.
16. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение *p*-нитроанилина в *m*-иодфенол?
17. Из бензола получить 3-фенилпропановую кислоту.
18. С помощью каких реакций можно превратить малоновую кислоту в 2-этилбутандиовую кислоту?
19. Из ацетоуксусного эфира получить 3,4-диметил-2-пентанон.
20. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение пропаналя в триметилэтилен?
21. Какие реакции и по какому механизму будут идти по связи C-H в следующих соединениях: бутен-2, этилбензол, уксусный альдегид, масляная кислота, нафталин, пиримидин, ацетоуксусная кислота, бутадиен-1,3? Сравните их реакционную способность.
22. Из ацетоуксусного эфира получить изобутилметилкетон.
23. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение бензола в 3-бром-5-нитрометоксибензол?
24. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ бензол:



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

25. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ аллилхлорид и адипиновую кислоту:



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

26. Ароматическая связь. Характерные реакции и механизмы их протекания. Сравните реакционную способность в данных реакциях бензола, анилина, нитробензола, пиррола, имидазола, пиримидина, нафталина, антрацена. Статический и динамический факторы.

27. Из бензола получить 5-(нитрофенилазо)-2-диметиламинобензолсульфокислоту.

28. Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

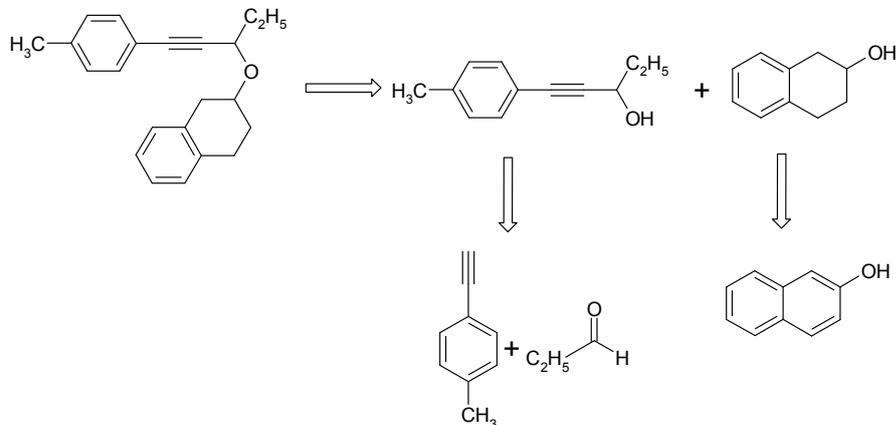
29. С помощью каких реакций можно из пропана получить α -аминомасляную кислоту?

30. Сравните проявление кислотных свойств в следующих соединениях: бутан, 1-бутен, 1-бутин-1, бензол, малоновый эфир, анилин, пиррол, нафталин. Приведите примеры.

31. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходного вещества бензол:

38. 1. Какие реакции и по какому механизму будут протекать по связи С-Н в следующих соединениях: пропан, пропен, толуол, пропановая кислота, фенол, пиридин, тиофен, бутин-1? Сравните их реакционную способность.

39. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ нафталин и толуол:



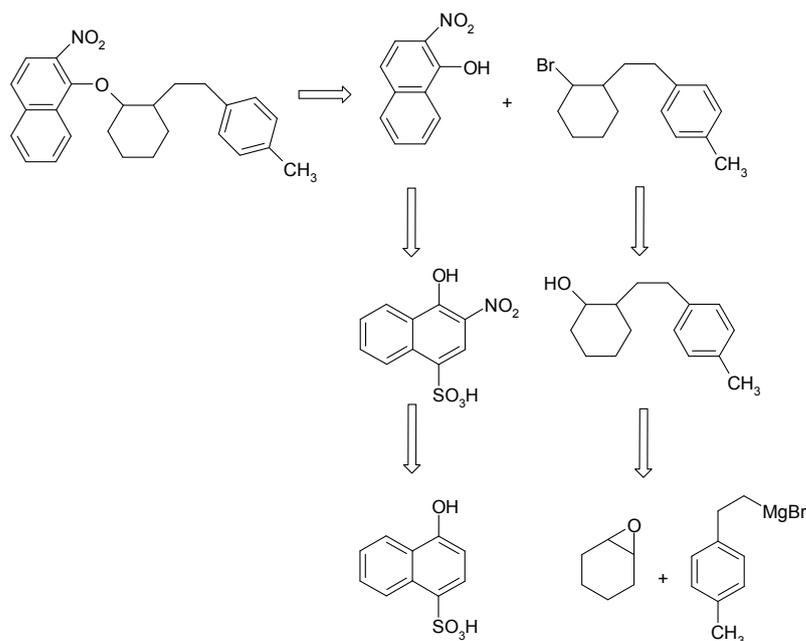
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

40. Из *мета*-динитробензола получить *n*-гидроксibenзойную кислоту.

41. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение ацетоуксусной кислоты в метил-*втор*-бутилкетон?

42. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: изомерных хлорбутенов, хлорбензола, хлористого бензила, хлорангидрида 2-тиофенкарбоновой кислоты, α -хлорпиридина, 2-хлор-2-метилбутана. Покажите реакции и их механизмы.

43. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ нафталин, бензол и толуол:

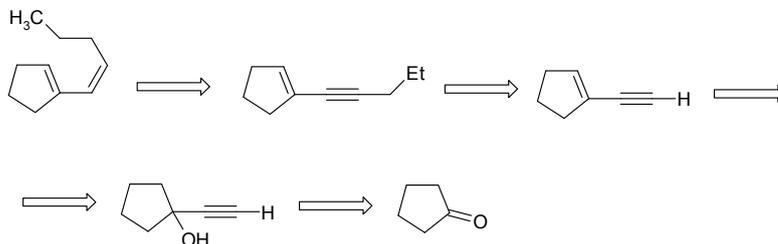


Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

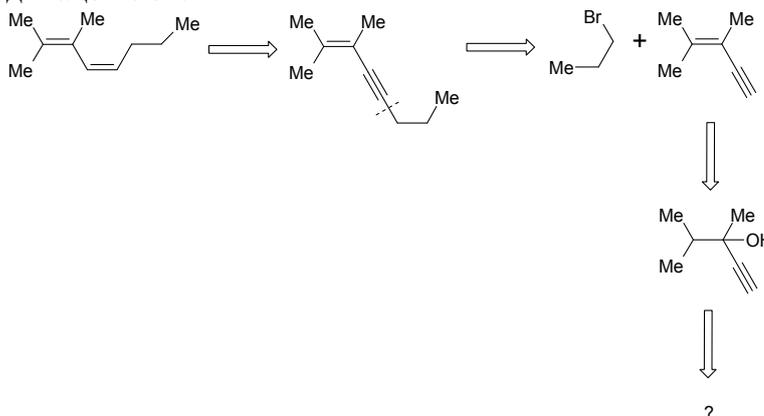
44. Из бензола получить 4-(сульфофенилазо)-диметиламинобензол.

45. С помощью каких реакций можно превратить ацетилен в яблочную кислоту.

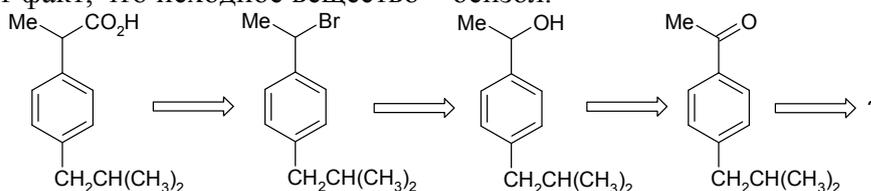
46. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: пропановая кислота, хлорангидрид пропановой кислоты, этилпропионат, амид пропановой кислоты, бензойная кислота, никотиновая кислота, бутаналь и глюкоза.
47. Ниже приведена схема ретросинтетического анализа *Z*-(1-пентенил)циклопент-1-ена. Напишите уравнения реакций синтеза этого соединения, укажите условия протекания реакций.



48. Из малоновой кислоты получить 2,3-диметилпентановую кислоту.
49. Из бензола получите гербицид «2,4-Д» (2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту).
50. На соединения: анилин, фенол, диметиламин, нитробензол, пиррол и пиридин подействовали разбавленным NaOH, концентрированной H₂SO₄, CH₃COCl, Br₂ (H₂O), NaNO₂+HCl, HCl+H₂O, HNO₃ различной концентрации. Какие пойдут реакции, какие необходимы условия для их проведения, какова активность соединений?
51. Ниже приведена неполная схема ретросинтетического анализа *Z*-2,3-диметил окта-2,4-диена. Дополните эту схему, исходя из того, что исходными соединениями являются изопропилбромид и ацетилен.

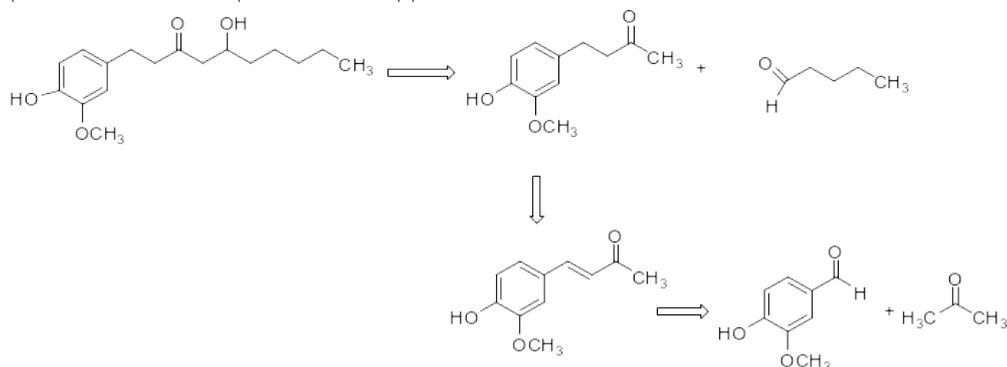


52. 3. Из *m*-нитроанилина получить *m*-иодбензойную кислоту.
53. С помощью каких реакций можно превратить этилен в масляную кислоту?
54. В чем сходство и различие реакций электрофильного механизма у пропилена, бутадиена-1,3, нафталина, фурана, пиридина, имидазола, анилина и нитробензола. Покажите основные реакции и их механизмы.
55. Бруфен – антиревматическое средство, которое представляет собой 2-(4-изобутилфенил)пропановую кислоту. Ниже приведены начальные этапы ретросинтетического анализа этого препарата. Дополните эту схему, принимая во внимание тот факт, что исходное вещество – бензол.



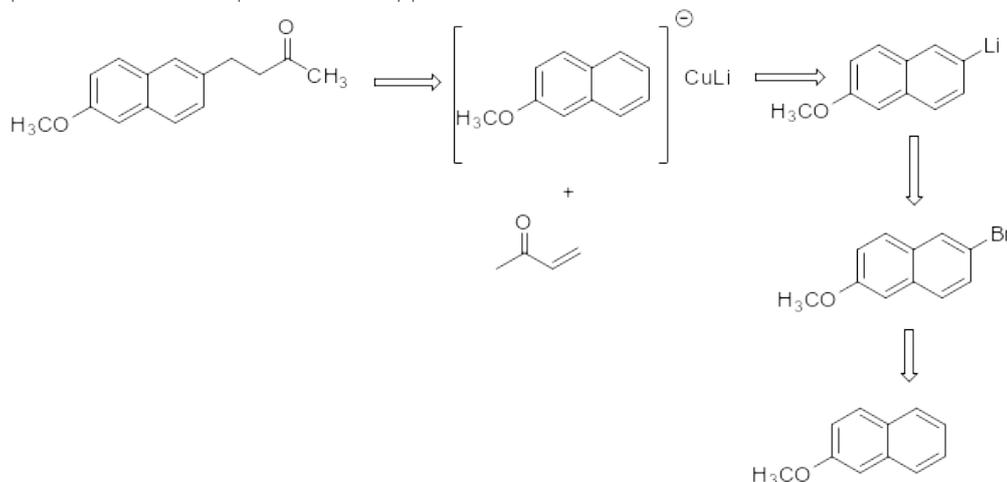
56. Из анилина получить *n*-иод-метоксибензол.

57. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: пиррол, анилин, пиридин, пиримидин? Покажите основные реакции.
58. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



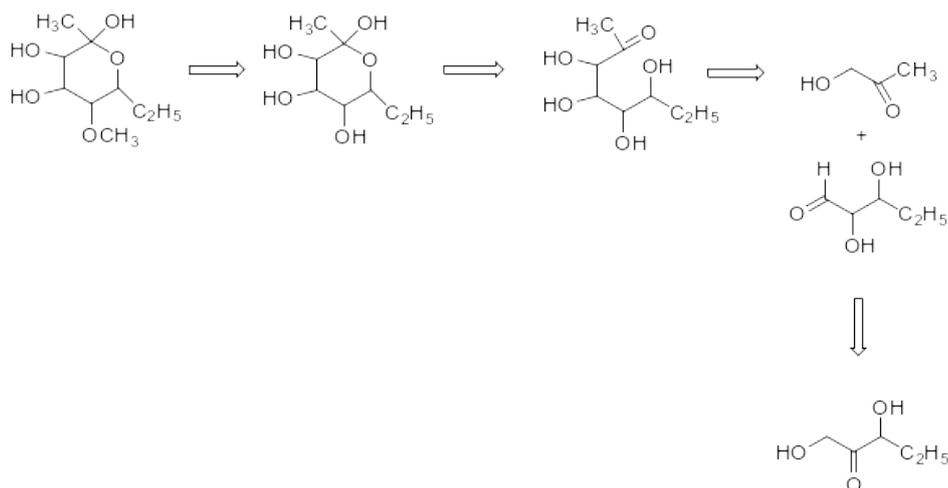
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

59. Из бензола получить 1-бром-3-хлорбензол.
60. С помощью каких реакций можно превратить малоновую кислоту в 2-этилпентандиовую кислоту?
61. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение 1-пентанола в 1-бутанол?
62. Какие реакции и по какому механизму будут протекать по связи C=C в следующих соединениях: бутен-2, бутадиен-1,3, акриловая кислота, бромистый аллил, 1-бромпропен? Сравните их активность, приведите примеры.
63. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

64. Из бензола получить 3-(*n*-бромфенилазо)-2-нитробензол.
65. Из ацетоуксусной кислоты получить 2,3-диметилгександиовую кислоту.
66. Сравните реакционную способность по группе OH следующих соединений: пропанол-1, *n*-крезол, бензиловый спирт, пропановая кислота, бензойная кислота, тиофен-2-карбоновая кислота, никотиновая кислота и этиленглицоль. Покажите реакции и их механизм.
67. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



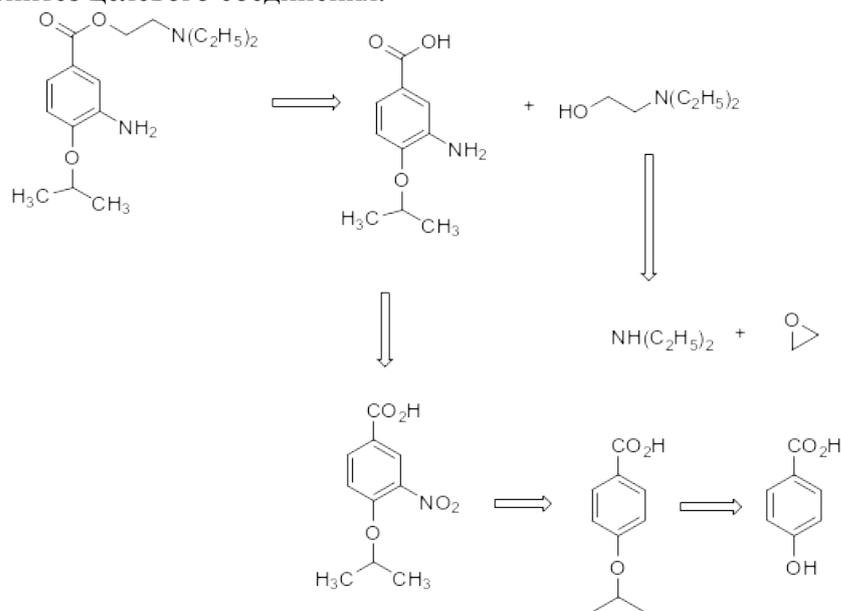
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

68. Из ацетоуксусного эфира получить 3,4-диметил-2-пентанон.

69. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение пропаналя в триметилэтилен?

70. Какие реакции и по какому механизму будут идти по связи С-Н в следующих соединениях: этилбензол, нитробензол, анилин, пиридин, пиррол, нафталин, пириимидин,? Сравните их реакционную способность.

71. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

72. Из ацетоуксусного эфира получить изобутилметилкетон.

73. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение бензола в 3,3'-дибром-4,4'-диаминодифенил?

74. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: этиламин, диметиламин, амид уксусной кислоты, α -аминопропионовая кислота, *p*-толуидин, α -пиколин, пиррол, ацетанилид? Покажите основные реакции.

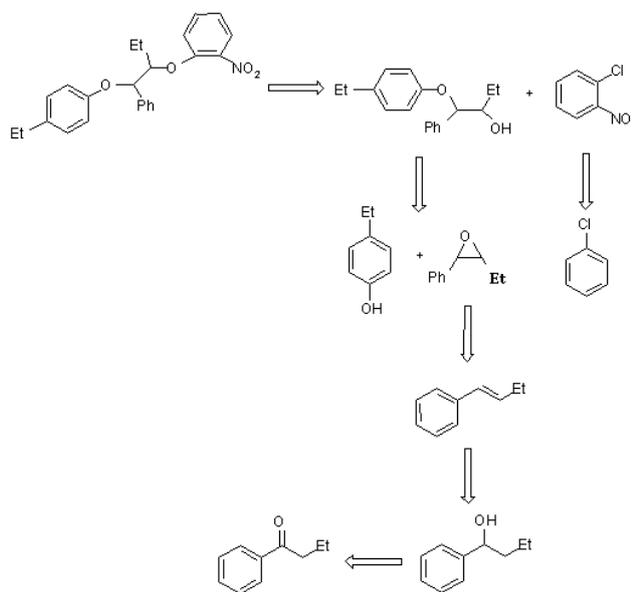
75. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ диметилацетилен, 1,3-бутадиен и бензол:

пиримидин, ацетоуксусная кислота, бутадиен-1,3? Сравните их реакционную способность.

95. Из ацетоуксусного эфира получить изобутилметилкетон.

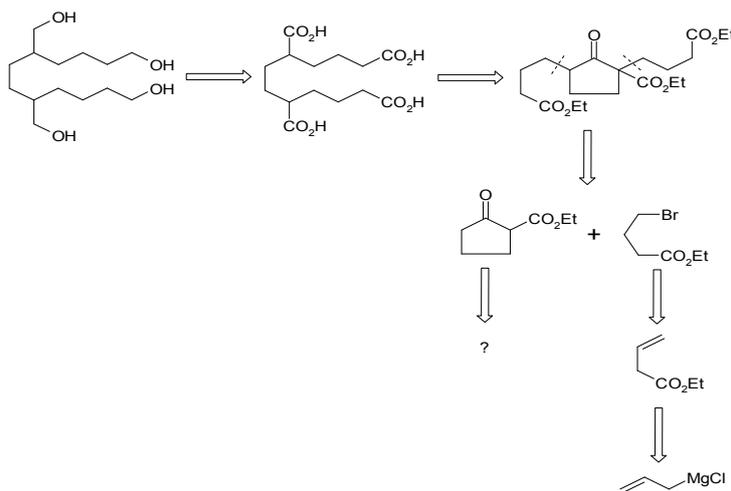
96. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение бензола в 3-бром-5-нитрометоксибензол?

97. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ бензол:



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

98. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходных веществ аллилхлорид и адипиновую кислоту:

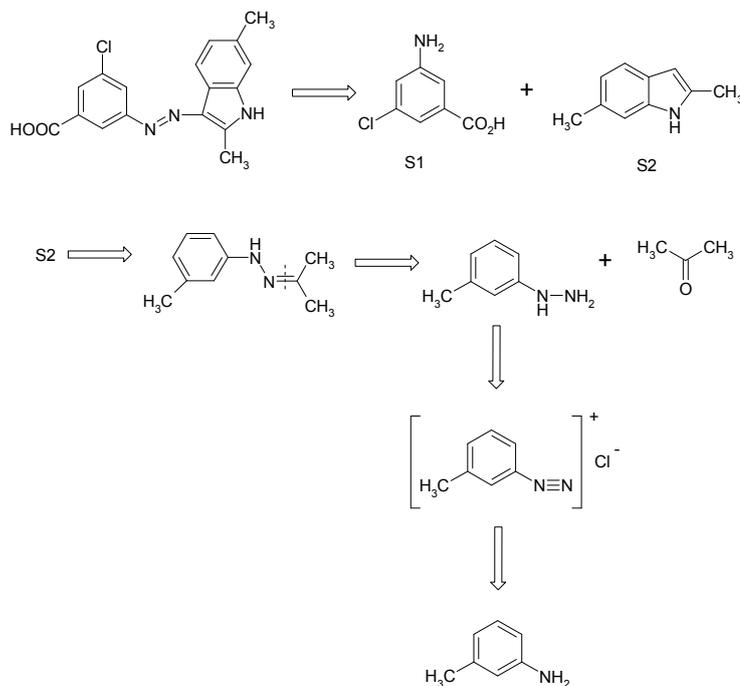


Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

99. Ароматическая связь. Характерные реакции и механизмы их протекания. Сравните реакционную способность в данных реакциях бензола, анилина, нитробензола, пиррола, имидазола, пиримидина, нафталина, антрацена. Статический и динамический факторы.

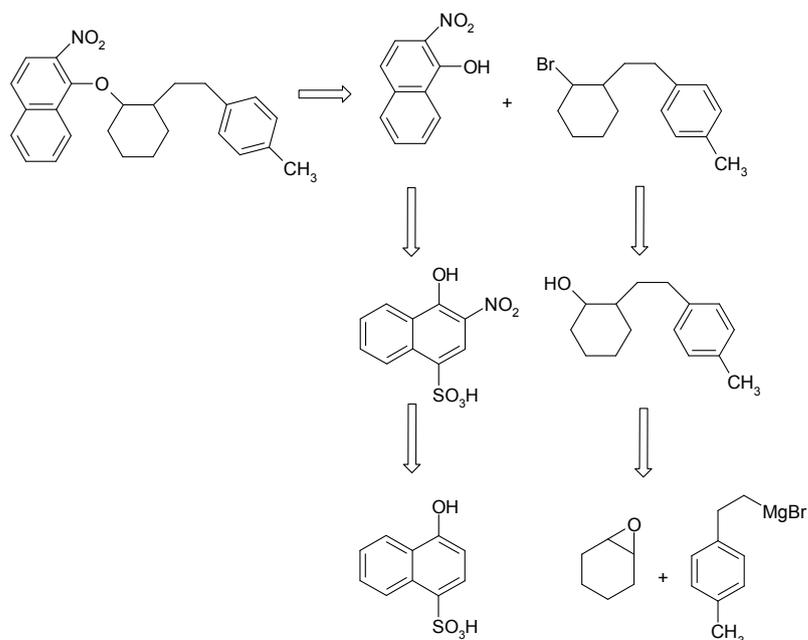
100. Из бензола получить 5-(нитрофенилазо)-2-диметиламинобензолсульфонокислоту.

101. Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.
102. С помощью каких реакций можно из пропана получить α -аминомасляную кислоту?
103. Сравните проявление кислотных свойств в следующих соединениях: бутан, 1-бутен, 1-бутин-1, бензол, малоновый эфир, анилин, пиррол, нафталин. Приведите примеры.
104. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходного вещества бензол:



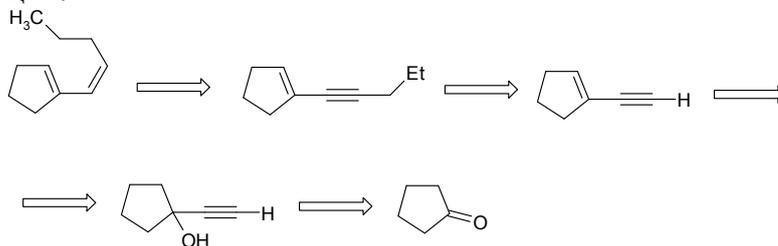
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

105. Из ацетоуксусного эфира получить 2,4-пентадион.
106. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращения пиридина в витамин PP и пиколиновую кислоту?
107. Сравните реакционную способность группы C=O в следующих соединениях: пропановая кислота, пропаналь, диметилкетон, хлорангидрид бензойной кислоты, бензальдегид, пировиноградная кислота, фруктоза, циклогексанон. Покажите основные реакции.
108. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения, используя в качестве исходного вещества бензол:

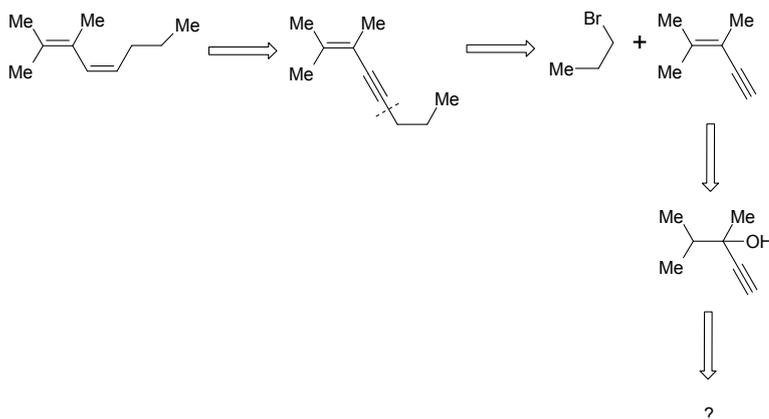


Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

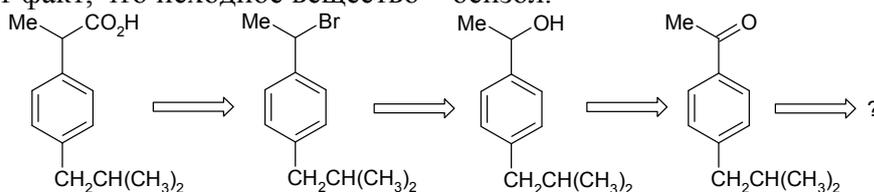
117. Из бензола получить 4-(сульфофенилазо)-диметиламинобензол.
 118. С помощью каких реакций можно превратить ацетилен в яблочную кислоту.
 119. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: пропановая кислота, хлорангидрид пропановой кислоты, этилпропионат, амид пропановой кислоты, бензойная кислота, никотиновая кислота, бутаналь и глюкоза.
 120. Ниже приведена схема ретросинтетического анализа *Z*-(1-пентенил)циклопент-1-ена. Напишите уравнения реакций синтеза этого соединения, укажите условия протекания реакций.



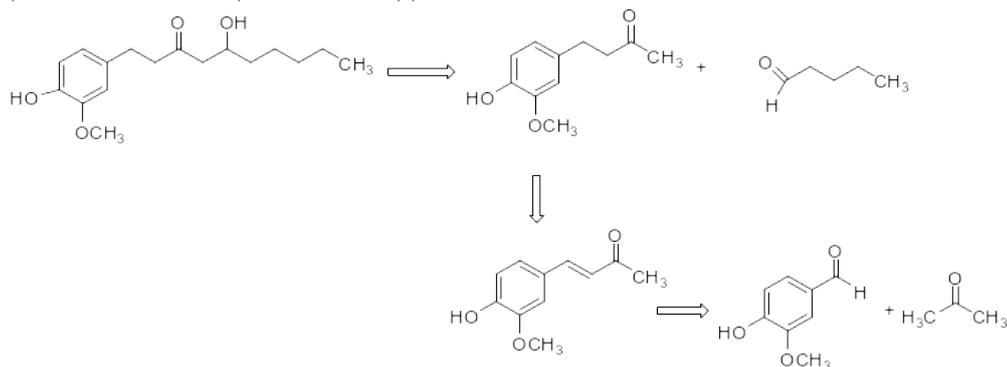
121. Из малоновой кислоты получить 2,3-диметилпентановую кислоту.
 122. Из бензола получите гербицид «2,4-Д» (2,4-дихлорфеноксиуксусную кислоту).
 123. На соединения: анилин, фенол, диметиламин, нитробензол, пиррол и пиридин действовали разбавленным NaOH, концентрированной H₂SO₄, CH₃COCl, Br₂ (H₂O), NaNO₂+HCl, HCl+H₂O, HNO₃ различной концентрации. Какие пойдут реакции, какие необходимы условия для их проведения, какова активность соединений?
 124. Ниже приведена неполная схема ретросинтетического анализа *Z*-2,3-диметилукта-2,4-диена. Дополните эту схему, исходя из того, что исходными соединениями являются изопропилбромид и ацетилен.



125. 3. Из *m*-нитроанилина получить *m*-иодбензойную кислоту.
 126. С помощью каких реакций можно превратить этилен в масляную кислоту?
 127. В чем сходство и различие реакций электрофильного механизма у пропилена, бутадиена-1,3, нафталина, фурана, пиридина, имидазола, анилина и нитробензола. Покажите основные реакции и их механизмы.
 128. Бруфен – антиревматическое средство, которое представляет собой 2-(4-изобутилфенил)пропановую кислоту. Ниже приведены начальные этапы ретросинтетического анализа этого препарата. Дополните эту схему, принимая во внимание тот факт, что исходное вещество – бензол.



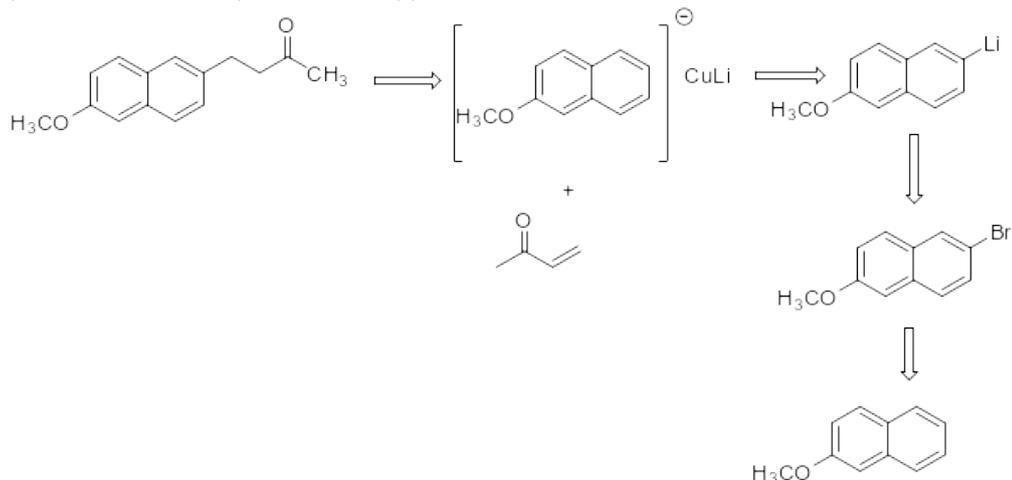
129. Из анилина получить *p*-иод-метоксибензол.
 130. В чем сходство и различие в строении и химическом поведении следующих соединений: пиррол, анилин, пиридин, пиридин? Покажите основные реакции.
 131. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

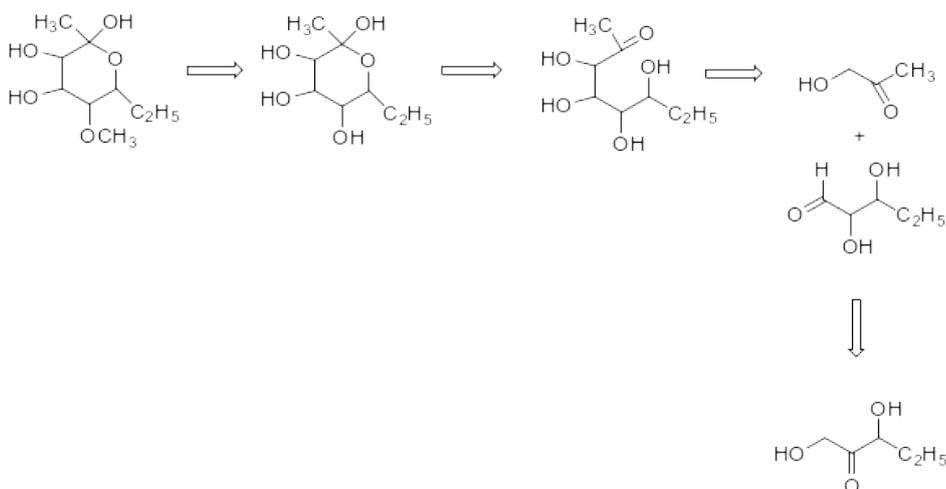
132. Из бензола получить 1-бром-3-хлорбензол.
 133. С помощью каких реакций можно превратить малоновую кислоту в 2-этилпентандиовую кислоту?
 134. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение 1-пентанола в 1-бутанол?
 135. Какие реакции и по какому механизму будут протекать по связи C=C в следующих соединениях: бутен-2, бутадиен-1,3, акриловая кислота, бромистый аллил, 1-бромпропен? Сравните их активность, приведите примеры.

136. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



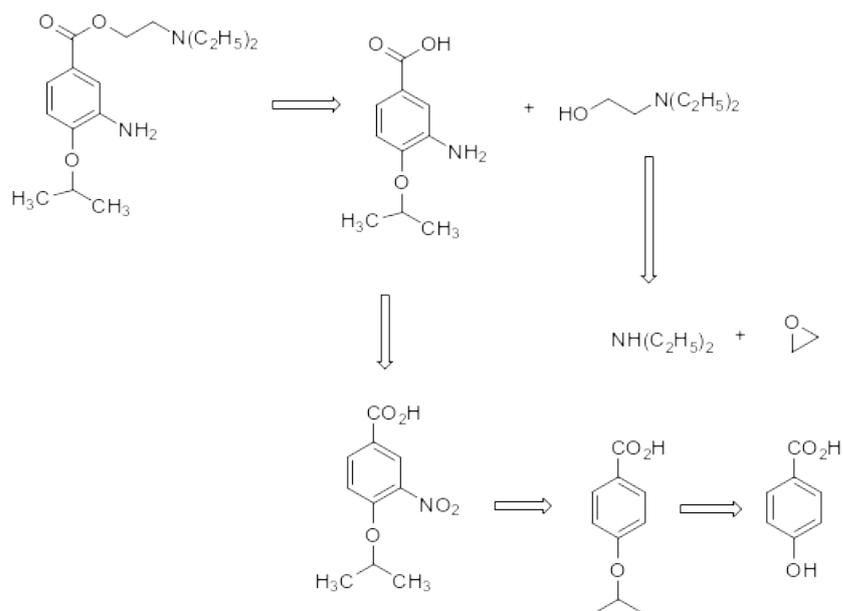
Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

137. Из бензола получить 3-(*n*-бромфенилазо)-2-нитробензол.
 138. Из ацетоуксусной кислоты получить 2,3-диметилгександиовую кислоту.
 139. Сравните реакционную способность по группе OH следующих соединений: пропанол-1, *n*-крезол, бензиловый спирт, пропановая кислота, бензойная кислота, тиофен-2-карбоновая кислота, никотиновая кислота и этиленглицоль. Покажите реакции и их механизм.
 140. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

141. Из ацетоуксусного эфира получить 3,4-диметил-2-пентанон.
 142. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение пропаналя в триметилэтилен?
 143. Какие реакции и по какому механизму будут идти по связи C-H в следующих соединениях: этилбензол, нитробензол, анилин, пиридин, пиррол, нафталин, пиридинин,? Сравните их реакционную способность.
 144. На основе схемы ретросинтетического анализа структуры, приведенной ниже, осуществите синтез целевого соединения.



Напишите уравнения соответствующих реакций синтеза, укажите условия их протекания.

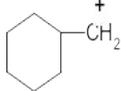
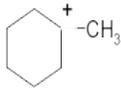
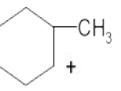
145. Из ацетоуксусного эфира получить изобутилметилкетон.

146. С помощью каких реакций и реагентов можно осуществить превращение бензола в 3,3'-дибром-4,4'-диаминодифенил?

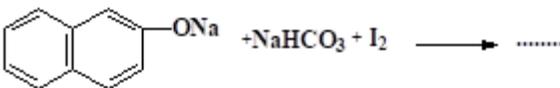
Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

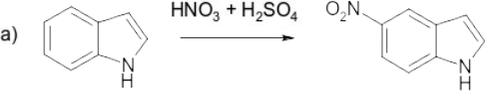
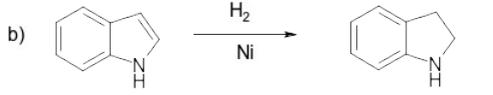
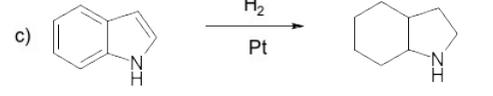
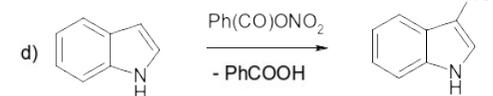
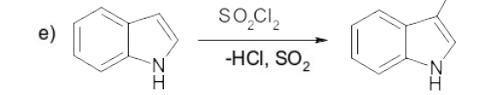
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции				
ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений				
1.	Задание закрытого типа (на выбор одного варианта ответа)	<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>Какой продукт анодного окисления образуется при электролизе натриевой соли этилового эфира янтарной кислоты:</p> <p>а) диэтиловый эфир адипиновой кислоты; б) бутан; в) 2,4-пентадион, г) октан?</p>	а	5 мин
2.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>Устойчивость радикалов изменяется в ряду:</p> <p>а) $\text{CH}_2=\text{CH}\dot{\text{C}}\text{H}_2 < \dot{\text{C}}\text{H}_3 < \text{R}_2\dot{\text{C}}\text{H} < \text{R}_3\dot{\text{C}} < \text{PhCH}_2 < \text{CH}_2=\dot{\text{C}}\text{H} < \text{RCH}_2$</p> <p>б) $\text{PhCH}_2 > \text{CH}_2=\text{CH}-\dot{\text{C}}\text{H}_2 > \text{R}_3\dot{\text{C}} > \text{R}_2\dot{\text{C}}\text{H} > \text{RCH}_2 > \text{CH}_2=\dot{\text{C}}\text{H} > \dot{\text{C}}\text{H}_3$</p> <p>в) $\dot{\text{C}}\text{H}_3 < \text{CH}_2=\dot{\text{C}}\text{H} < \text{PhCH}_2 < \text{CH}_2=\text{CH}-\dot{\text{C}}\text{H}_2 < \text{RCH}_2 < \text{R}_2\dot{\text{C}}\text{H} < \text{R}_3\dot{\text{C}}$</p>	б	5 мин
3.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>Если циклопентан реагирует с более чем одним эквивалентом хлора при высокой температуре, то сколько дихлорциклопентанов может образоваться в этом случае?</p> <p>а) 2; б) 3; в) 4; г) 6; д) 7; е) 8</p>	е	5 мин
4.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>Расположите следующие молекулы и анионы в порядке возрастания нуклеофильности в водном растворе:</p> <p>а)  б) CH_3OH в) HO^- г) $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{O}^-$ е) CH_3S^-</p>	1	5 мин

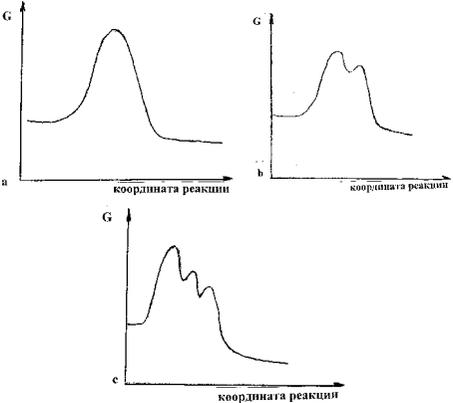
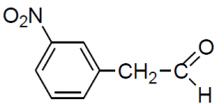
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1. e>c>a>d>b 2. b>e>c>d>a 3. a>b>e>d>c 4. e>b>d>a>c		
5.		<p><i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</i></p> <p>Какие из приведенных пар структур являются разными энантиомерами:</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>a)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>b)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>c)</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;"> <p>d)</p> </div> </div>	a	5 мин
6.	<p>Задание закрытого типа (на выбор нескольких вариантов ответа)</p>	<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i></p> <p>Какие из приведенных ниже карбокатионов способны к перегруппировке:</p>	a,c,e	5 мин

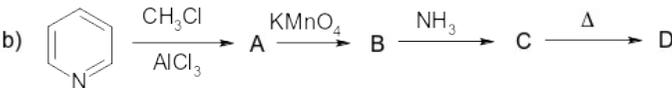
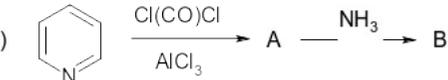
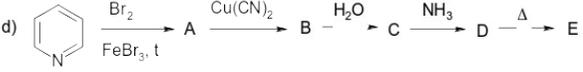
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		a)  b)  c)  d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$ e) $\text{CH}_3-\overset{+}{\text{C}}\text{H}-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$		
7.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i></p> <p>Какие из следующих реакций могут протекать по SET-механизму:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сульфирование бензола 2) некоторые реакции нуклеофильного ароматического замещения 3) реакцию Вюрца 4) гидридное восстановление 	3,4	2 мин
8.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i></p> <p>Какие из перечисленных веществ относятся к моносахаридам?</p> <ol style="list-style-type: none"> а. крахмал; б. сахароза; в. гликоген; г. мальтоза; д. глюкоза; ж. лактоза; з. дезоксирибоза; и. целлюлоза. 	д,з	1
9.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i></p> <p>Для каких из перечисленных гидроксизамещенных кислот возможно восстановление в карбоновую кислоту при действии H_2:</p> <ol style="list-style-type: none"> а) 2-гидроксипропановая кислота; б) 3-гидроксимасляная 	а,д	1

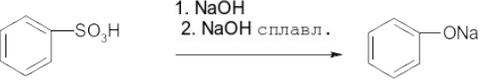
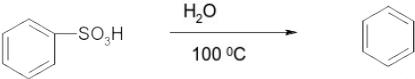
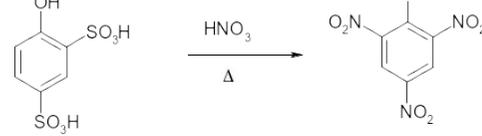
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		кислота; с) 4-гидроксивалериановая кислота; d) гликолевая кислота?		
10.		<i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i> С бромной водой реагируют: а) фенол; б) глюкоза; в) метакриловая кислота; г) уксусная кислота.	а,б,в	1
11.	Задание открытого типа (расчетные задачи)	<i>Прочитайте текст, решите задачу, запишите расчеты и решение задачи.</i> Скорость реакции замещения 2-бромбутана с гидроксид-ионом (75 % водный этанол) при 30 °С описывается кинетическим уравнением: $v = 3,20 \times 10^{-5} [2\text{-бромбутан}] [\text{HO}^-] + 1,5 \times 10^{-6} [2\text{-бромбутан}]$ Какая часть 2-бромбутана прореагирует по механизму S _N 2 в этих условиях, если [HO ⁻]= 1,00 М.	96%	10 мин
12.		<i>Прочитайте текст, решите задачу, запишите расчеты и решение задачи.</i> ΔG° конверсии аксиального фторциклогексана в экваториальный фторциклогексан при 25 °С равна – 0,25 ккал/моль (или 1,05 кДж/моль). Вычислите процент молекул фторциклогексана, которые имеют заместитель F в экваториальном положении (подтвердить расчетом) а) 20 %; б) 50 %; с) 60 %; d) 80 %	60%	10 мин
13.		<i>Прочитайте текст, решите задачу, запишите расчеты и решение задачи.</i> Образец газообразного углеводорода объемом 10 мл смешали с 70 мл кислорода и смесь подожгли. После реакции и конденсации воды объем смеси составил 65 мл. После пропускания полученной газовой смеси	C ₂ H ₂	5 мин

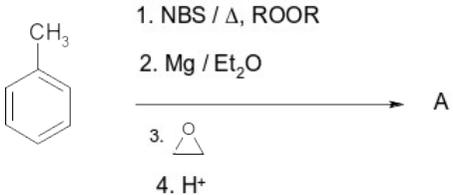
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		в раствор гидроксида калия ее объем уменьшился до 45 мл. Установите химическую формулу соединения. Обоснуйте свой ответ.		
14.	Комбинированный (Задание с выбором одного ответа и обоснованием выбора)	<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Напишите продукты реакции окисления, уравняйте методом электронного баланса и найдите сумму всех коэффициентов.</p> 	16	10 мин
15.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Напишите структурную формулу вещества C₄H₈O, если оно дает гидросульфитное соединение, реагирует с гидроксиламин, дает реакцию «серебряного зеркала» и окисляется в изомасляную кислоту. Напишите уравнения протекающих реакций.</p>		5 мин
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции				
ОПК-2 Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием				
1.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</p> <p>Какое из приведенных ниже уравнений реакций индола написано неверно:</p>	а	5 мин

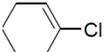
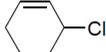
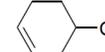
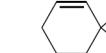
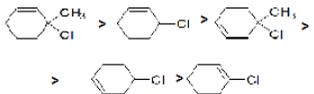
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p> <p>e) </p>		
2.		<p><i>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа.</i></p> <p>Правильный вариант определения понятия «ароматичность»</p> <p>1) Ароматичность – совокупность химических свойств, выражающаяся в склонности к реакциям замещения бензола и его гомологов.</p> <p>2) Ароматичность – совокупность структурных, энергетических свойств и особенностей реакционной способности циклических структур с системой сопряженных связей.</p> <p>3) Ароматичность – совокупность энергетических и магнитных свойств циклических соединений.</p>	2	5 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
3.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа. Энергетический профиль S_N2 замещения:</p> 	а	2 мин
4.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа. Гипсохромный сдвиг - это</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) уменьшение интенсивности поглощения в электронном спектре. 2) смещение полос поглощения в электронном спектре в коротковолновую область. 3) смещение полос поглощения в электронном спектре в длинноволновую область. 	2	2 мин
5.		<p>Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа. Приведенному ниже соединению соответствует название по международной номенклатуре</p> 	2	2 мин

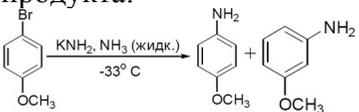
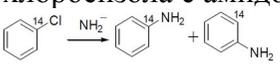
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1) 3-нитрофенилуксусный альдегид 2) 3-нитрофенилацетальдегид 3) м-нитрофенилуксусный альдегид		
6.	Задание закрытого типа (на выбор нескольких вариантов ответа)	<p>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</p> <p>По каким схемам нельзя получить витамин РР:</p> <p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p>	b,c	5 мин
7.		<p>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</p> <p>Укажите реакции, иллюстрирующие способность сульфогруппы замещаться по электрофильному механизму:</p>	b,c	5 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		<p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p> <p>d) </p>		
8.		<p><i>Прочитайте текст, выберите все правильные варианты ответов.</i></p> <p>В процессе выполнения работы по синтезу органического вещества студенту нужно было осушить диэтиловый эфир. Из предложенного перечня веществ выберите вещества, которые будут пригодны для осушки диэтилового эфира. 1. K, 2. Mg, 3. NaOH (тв.), 4. Na, 5. конц. H₂SO₄, 6. CaO</p>	3,4,6	5 мин
9.	<i>Задание открытого типа</i>	<p><i>Прочитайте текст, запишите ответ с обоснованием выбора.</i></p> <p>Плохо подготовленный химик, желая получить этиловый эфир 3-метил-3-гидроксипентановой кислоты подействовал на ацетоуксусный эфир реактивом Гриньяра (этилмагниибромидом). Пошла энергичная реакция с разогревом и выделением пузырьков газа. Однако, после обработки реакционной массы водой он выделил вместо ожидаемого продукта исходный ацетоуксусный эфир. Укажите реальную причину наблюдаемого явления.</p>	3	5 мин

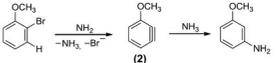
№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		1. Загрязнение эцетоуксусного эфира примесями; 2. Несоблюдение температурного режима; 3. Способность ацетоуксусного эфира к кето-енольной таутомерии; 4. Неверная последовательность смешения реагентов. Напишите, какую реакцию хотел провести химик, и какая реакция пошла на самом деле.		
10.		<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый ответ.</i></p> <p>Установите строения соединения $C_6H_{13}NO$, при гидролизе которого образуется диметиламин и вещество $C_4H_8O_2$. Последнее в ИК спектре дает характеристические полосы поглощения при $2700-2500\text{ см}^{-1}$ и может быть получено окислением изобутилового спирта.</p> <p>а) N,N-диметиламид изомасляной кислоты; б) N-метиламид валериановой кислоты; в) амид капроновой кислоты. Дайте развернутое обоснование вашего выбора.</p>	а	5 мин
11.		<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый ответ.</i></p> <p>Какой продукт образуется в результате следующих превращений:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>а) 2-метил-2-фенилэтанол; б) 3-фенилпропанол-1; в) 2-фенил-пропанол-2</p> <p>Напишите уравнения всех реакций.</p>	б	10 мин
12.		<p><i>Прочитайте текст и запишите развернутый ответ.</i></p> <p>Чем объясняется увеличение кислотных свойств о-гидроксibenзойной кислоты (pKa 3,00) и о-метоксибензойной (pKa 4,09) кислоты по</p>	Орто-эффект.	5 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		сравнению с незамещенной бензойной кислотой (рКа 4,18). Дайте обоснованный ответ		
13.		<p><i>Ситуационная задача. Прочитайте текст и дайте развернутые ответы на вопросы к нему.</i></p> <p>Перед вами стоит задача получения адипиновой кислоты. Вам предоставили всего 2 реагента: циклогексанол и азотную кислоту двух концентраций 50% и 65%. Какую кислоту вы бы использовали? В каких условиях, каким образом проводили реакцию? Какие меры безопасности необходимо соблюдать при выполнении синтеза? Напишите уравнение реакции получения адипиновой кислоты и уравняйте его методом электронного баланса.</p>	<p>Необходимо использовать 65% азотную кислоту. Необходимо довести до кипения азотную кислоту, взятую в избытке по отношению к циклогексанолу. Реакцию проводят в вытяжном шкафу, т.к. выделяются оксиды азота. Циклогексанол добавляют очень медленно. Вначале добавляется 1 капля, а затем с учетом скорости выделения оксидов азота. Если кислота не закипела, то добавлять циклогексанол нельзя, т.к. может произойти взрыв.</p>	10 мин
14	Задание открытого типа	<p><i>Прочитайте текст и дайте развернутые ответы на вопросы к нему.</i></p> <p>Расположите перечисленные ниже вещества в порядке снижения реакционной способности в реакциях S_N1. Обоснуйте свой выбор. Приведите механизм реакции.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Поскольку мономолекулярное нуклеофильное замещение предполагает образование на скорости лимитирующей стадии карбокатиона в качестве интермедиата, то чем устойчивее этот интермедиат, тем выше скорость замещения. Механизм реакции включает 2 стадии:</p> <p>1 стадия. Ионизация с образованием карбокатиона с sp²гибридизацией центрального</p>	5 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			атома под действием полярного растворителя (скорость лимитирующая стадия) 2. Атака плоского карбокатиона нуклеофилом с обеих сторон плоскости (быстрая стадия)	
15		<p><i>Прочитайте текст и дайте развернутые ответы на вопросы к нему.</i></p> <p>Углеводород A был получен двумя различными путями:</p> <p>1) $\text{Cl}-\text{C}_4\text{H}_7-\text{Br} + 2 \text{Na} \longrightarrow \text{A}$ 1-бром-3-хлорциклобутан</p> <p>2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHN}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{A}$ аллилдиазометан</p> <p>Методом масс-спектрометрии установлено, что молекулярный вес соединения равен 54. При применении газовой хроматографии установлено, что углеводород A имеет другое время удерживания, чем циклобутан, бутадиев или метиленициклопропан. Соединение A устойчиво при 180° С (в отличие от циклобутана), но превращается в бутадиев при 225° С. В ЯМР-спектре A имеются следующие сигналы:</p> <p>а) синглет, δ 0.45 м.д. (2H) б) мультиплет, δ 1.34 м.д. (2H) в) мультиплет, δ 1.44 м.д. (2H)</p> <p>1. Какой единственной структуре углеводорода A соответствуют эти факты? 2. В результате какой известной реакции образуется углеводород A?</p>	<p>1) $\text{Cl}-\text{C}_4\text{H}_7-\text{Br} + 2 \text{Na} \longrightarrow$ 1-бром-3-хлорциклобутан $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{NaBr} + \text{NaCl}$ A Реакция Вюрца</p> <p>2) $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHN}_2 \xrightarrow{h\nu}$ аллилдиазометан $\text{C}_4\text{H}_8 + \text{N}_2$ A</p> <p>Из аллилдиазометана образуется аллилкарбен и далее происходит внутримолекулярное присоединение метиленовой группы по двойной связи.</p> <p>$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\dot{\text{C}}\text{H} \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_8$ A</p>	15 мин
16		<p><i>Прочитайте текст и дайте развернутые ответы на вопросы к нему.</i></p>	По брутто-формуле	10 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>ИК-спектр: 3550–3450 см⁻¹ – соответствует гидроксильной группе; 1670 см⁻¹ – валентные колебания –C=C–связи; 1650 см⁻¹ – валентные колебания –C=C–связи дизамещенных несимметричных этиленов (RR'-C=CH₂); 830 см⁻¹ – неплоские деформационные колебания –C–H связи в трехзамещенных этиленах. Механизмы S_N1 и E1.</p>	
18		<p>Прочитайте текст и дайте развернутые ответы на вопросы к нему.</p> <p>Известно, что замещение галогена в арилгалогенидах, не содержащих активирующих групп, часто проходящее в довольно жестких условиях, сопровождается тем, что входящая группа не всегда занимает положение, освобождаемое уходящей группой. Так из <i>p</i>-броманизола образуются в равных количествах два изомерных продукта:</p>  <p>1. Как называются такие реакции?</p> <p>2. Приведите механизм предложенной реакции, который объяснит образование изомерных продуктов.</p> <p>3. Как называется данный механизм?</p> <p>4. Почему в подобной реакции из <i>o</i>-броманизола образуется исключительно <i>m</i>-аминоанизол?</p>	<p>Замещение в арилгалогенидах, не содержащих активирующих групп, проходящее в довольно жестких условиях сопровождается образованием не одного, а двух и более изомерных продуктов называется кинетическим замещением. То есть входящая группа, не всегда занимает положение, освобождаемое атомом галогена. Это было изящно продемонстрировано на примере реакции 1-¹⁴C-хлорбензола с амидом калия:</p>  <p>Продукт состоит из почти равных количеств анилина, меченного по положениям 1 и 2.</p> <p>Эти факты можно объяснить</p>	10 мин

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>механизмом, включающим элиминирование и последующее присоединение:</p> $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{NH}_2^- \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5^- + \text{NH}_3 + \text{Cl}^-$ <p style="text-align: center;">(1)</p> $\text{C}_6\text{H}_5^- + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2 + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ <p style="text-align: center;">(1)</p> <p>При действии сильного основания из α-положения бензольного кольца отщепляется активный водород в виде протона, из образовавшегося аниона вытесняется анион хлора и образуется очень активная электронейтральная частица – дегидробензол или арин (1). Нуклеофильный реагент атакует симметричный интермедиат (1) и присоединяется к любому из двух связанных тройной связью атомов углерода с равной вероятностью. Этот механизм называется ариновым механизмом. В некоторых случаях ароматическое нуклеофильное замещение происходит исключительно по другому положению. Эти реакции получили название кинезамещения. Например, из о-</p>	

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			<p>броманизола при действии амида натрия образуется исключительно в м-аминоанизол:</p>  <p>В этой реакции не образуется смеси изомеров, так как в несимметричном интермедиате (2) метоксигруппа направляет нуклеофил в <i>мета</i>-положение. Арилгалогениды, имеющие два <i>орто</i>-заместителя, не вступают в реакции нуклеофильного замещения из-за невозможности образования дегидробензола. Для замещения галогена на гидроксигруппу в неактивированных аренах требуются жесткие условия, поскольку из-за мезомерного эффекта галоген прочно связан с бензольным кольцом.</p>	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля).

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине(модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
5 семестр				
Основной блок				
1.	Посещение всех лекций	1	10	по расписанию
2	Выполнение и отчет по лабораторным работам	1	10	по расписанию
3	Автоматизированное тестирование на платформе Moodle	2,5	5	по расписанию
4	Участие в разборе конкретных ситуаций на практических занятиях	2,5	5	по расписанию
5	Выполнение контрольных работ	5	10	по расписанию
6	Участие в дискуссии на коллоквиумах	5	10	по расписанию
Всего			50	-
Блок бонусов				
8	Активность на занятии		10	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
	Экзамен		50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-
6 семестр				
Основной блок				
2.	Посещение всех лекций	1	10	по расписанию
2	Выполнение и отчет по лабораторным работам	1	10	по расписанию
3	Автоматизированное тестирование на платформе Moodle	2,5	5	по расписанию
4	Участие в разборе конкретных ситуаций на практических занятиях	2,5	5	по расписанию
5	Выполнение контрольных	5	10	по расписанию

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
	работ			
6	Участие в дискуссии на коллоквиумах	5	10	по расписанию
Всего			50	-
Блок бонусов				
8	Активность на занятии		10	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
	Экзамен		50	
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
<i>Опоздание на занятие</i>	-0,5 ...
<i>Нарушение учебной дисциплины</i>	-0,5 ...
<i>Неготовность к занятию</i>	-1 ...
<i>Пропуск занятия без уважительной причины</i>	-1 ...

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Реутов О. А. Органическая химия : учебник : в 4 ч. / О. А. Реутов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004 – 2005.

2. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс] / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 6-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324248.html> (ЭБС «Консультант студента»)

3. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс] / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 6-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2014. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324255.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Органическая химия: в 4 ч. Ч. 3 [Электронный ресурс] / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. - 5-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323678.html> (ЭБС «Консультант студента»)
5. Органическая химия: ч. 4 [Электронный ресурс] / Реутов О.А., Курц А.Л., К.П. Бутин. - М. : БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322763.html> (ЭБС «Консультант студента»)
6. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. Часть I [Электронный ресурс] / Ливанцов М.В. - М.: БИНОМ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310531.html> (ЭБС «Консультант студента»)
7. Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями. Часть II [Электронный ресурс] / Ливанцов М.В. - М.: БИНОМ, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996310548.html> (ЭБС «Консультант студента»)
9. Практикум по органической химии : доп. УМО по классич. университетскому образованию в качестве учеб.пособ. для студ. вузов, обуч. по спец. ВПО 020101.65 "Химия" / авт. В.П. Теренин [и др.]; Под ред. Н.С. Зефинова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010.
10. Великородов А.В. Лабораторный практикум по органической химии: учебное пособие. – Астрахань: Изд-ль Сорокин Роман Васильевич, 2024. 202 с. (4 экз.).

8.2. Дополнительная литература

1. Органическая химия: термины и основные реакции [Электронный ресурс] / Боровлев И. В. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329366.html> (ЭБС «Консультант студента»)
2. Химия. Раздел: Название органических соединений [Электронный ресурс] / Пестряк И.В. - М. :МИСиС, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239563.html> (ЭБС «Консультант студента»)
3. Химия ароматических гетероциклических соединений [Электронный ресурс] / М.А. Юровская. - М.: БИНОМ, 2015. - (Учебник для высшей школы). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996327836.html> (ЭБС «Консультант студента»)
4. Органическая химия. Полифункциональные производные углеводов [Электронный ресурс]: учеб.пособие / Хелевина О.Г. - Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2016. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ghtu_021.html (ЭБС «Консультант студента»)
5. Основы современного органического синтеза [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. - М. : БИНОМ, 2012. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996308071.html> (ЭБС «Консультант студента»)
6. Бакова О.В., Великородов А.В., Имашева Н.М. Кислородсодержащие соединения: уч.-метод. пос. - Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2008, 93 с.
7. Бакова О.В., Великородов А.В., Ковалев В.Б.. Азотсодержащие соединения: уч.-метод. пос. - Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2008, 70 с.
8. Шабаров, Ю.С. Органическая химия : Рек. М-вом образования РФ в качестве учеб.для вузов . - 4-е изд. ; стер. - М. : Химия, 2002. - 848 с. - (Для высшей школы). - ISBN 5-7245-1218-1
9. Резников, В.А. Сборник задач по органической химии : доп. УМО по классич. универ. образов.в качестве учеб.- метод. пособ. для студентов вузов, обучающихся по спец. ВПО "Химия" и по направ. "Химия". - 2-е изд. ; стереотип. - СПб : Лань, 2014. - 288 с. : ил. - (Учебники для вузов.Спец. лит.). - ISBN 978-5-8114-1634-9

10. Гитис, С.С. Практикум по органической химии : Учеб. пособие для вузов. - М. : Высш. школа, 1991. - 303 с.

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

<i>Наименование интернет-ресурса</i>	<i>Сведения о ресурсе</i>
Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru	Федеральный портал (предоставляется свободный доступ)
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации https://minobrnauki.gov.ru	
Министерство просвещения Российской Федерации https://edu.gov.ru	
Федеральное агентство по делам молодёжи (Росмолодёжь) https://fadm.gov.ru	
Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) http://obrnadzor.gov.ru	
Информационно-аналитический портал государственной программы Российской Федерации «Доступная среда» http://zhit-vmeste.ru	
Российское движение школьников https://рдш.рф	

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекции и семинарские занятия по дисциплине «Органическая химия» проводятся в аудитории, снабженной доской, компьютером и проектором.

Лабораторные занятия проводятся в специализированной лаборатории органической химии, снабженной лабораторными столами с подключением водоснабжения и электрической энергии, вытяжными шкафами, плитками электрическими. Для проведения работ по органической химии в лаборатории также имеется холодильник, средства пожаротушения, аптечка.

Для выполнения лабораторных и курсовых работ также используется лабораторное оборудование, находящееся в лаборатории «Инструментальные методы анализа»:

Спектрофотометр InfraLum

Спектрофотометр Shimadzu

Испаритель ротационный (2 шт.)

Рефрактометр лабораторный

pH-метр

Оборудование для проведения тонкослойного хроматографического анализа

Колбонагреватель

Установка для микродистилляции фирмы RHYWE

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).