Программа дисциплины «Органическая химия»

для студентов потоков «Физиология» и «Биотехнология»

(кафедры физиологии человека и животных. высшей нервной деятельности, биофизики, биоинженерии)

I . Название дисциплины - Органическая химия

II. Шифр дисциплины – *присваивается Управлением академической политики и организации учебного процесса*

Ш. Цели и задачи дисциплины

А. Цель дисциплины – сформировать и развить у потоков «Физиология» и «Биотехнология» знание органической химии.

Б. Задачи дисциплины - создать у студентов общее представление о химических свойствах важнейших классов органических соединений и об основных механизмах превращений органических веществ; на основании полученных знаний научить предсказывать химические свойства гетерофункциональных соединений.

IV. Место дисциплины в структуре ООП:

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане:

- **ИБ** (интегрированный магистр МГ, учебный план бакалавриата);
- **Биология**;
- *наименование учебного плана (в соответствии с утвержденным Перечнем ООП);*
- *профиль подготовки;*

Б. Информация о месте дисциплины:

- **базовая часть**;
- **Химия**;
- *модуль;*
- **обязательный;**
- курс **II**;

- семестр **Ш – IV**;

В. Для начала освоения органической химии должны быть освоены следующие дисциплины:

- **высшая математика;**
- **общая и неорганическая химия;**
- **аналитическая химия;**

Г. Общая трудоемкость: **180 час, 5 зачетных единиц .**

Д. Экзамен.

V. Формы проведения:

- занятий с указанием суммарной трудоемкости:

лекции – 60 час.;

семинары - 60 час.;

самостоятельная работа (письменные домашние задания) - 60 час.

- формы текущего контроля:

письменные контрольные работы;

экзамен (Ш семестр).

VI. Распределение трудоемкости по разделам:

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Трудоемкость (в акад.часах) по форме занятий				Формы Контроля
		Аудиторная работа (с разбивкой по формам и видам			Самостоя-тельная работа	
		Лекции	Практ.занятия (семинары)	Лаборат.работы		
1	Углеводороды					
1.1	Алканы	4	4		4	Контр.работа по материалу раздела 1.1
1.2	Алкены	4	4		4	
1.3	Алкины	2	2		4	
1.4	Алкадиены	2	2		2	

1.5	Циклоалканы	2			2	Контр.работа по материалу разделов 1.1-1.5
1.6	Ароматические углеводороды	4	4		4	Контр.работа по материалу раздела 1.6
2.	Галогенпроизводные углеводородов					
2.1	Алифатические галогенпроизводные	2	2		2	
2.2	Механизм нуклео-фильного замещения и элиминирования Ароматические галогенпроизводные	2	2		2	Контр.работа по материалу раздела 2
3.	Спирты, фенолы, простые эфиры					
3.1	Спирты	4	4		2	
3.2	Фенолы, простые эфиры	4	4		2	Контр.работа по материалу разделов 2-3
4.	Оксосоединения					
4.1	Оксосоединения. Общая характе-ристика.	2	2		2	
4.2	Реакции нуклео-фильного присоеди-нения к С=О-группе	2	2		2	
4.3	Спектральные методы анализа органических соединений.	2	2		2	Контр.работа по материалу разделов 1-3
4.4	Енолы и еноляты	2	2		2	Контр.работа по материалу

						раздела 4
5.	Карбоновые кислоты.					
5.1	Монокарбоновые кислоты Дикарбоновые кислоты	4	4		4	
5.2	Производные кислот	2	2		2	Контр.работа по материалу разделов 5.1-5.2
5.3	Оксокислоты	2	2		2	
5.4	Гидроксикислоты.	2	2		2	
6.	Углеводы.	2	2		2	Контр.работа по материалу разделов 5.3-6
7.	Амины. Аминокислоты					
7.1	Алифатические амины	2	2		2	
7.2	Ароматические амины. Диазосоеди-ния	2	2		2	
7.3	Аминокислоты	2	2		2	
8.	Гетероциклические соединения	4	4		4	Контр.работа по материалу разделов 7-8

VII. Содержание дисциплины.

Раздел 1. Углеводороды.

Тема 1.1. Алканы

Предмет органической химии. Основные понятия органической химии

Алканы. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия. sp^3-гибридное состояние атома углерода. Природа С-С и С-Н-связей. Нахождение в природе. Способы получения алканов. Конформации алканов. Проекции Ньюмена. Химические свойства. Галогенирование, нитрование, сульфохлорирование, окисление. Понятие о свободных радикалах. Механизм свободно-радикального замещения в алканах (энергетика цепных свободно-радикальных реакций галогенирования). Различие в реакционной способности атома водорода при первичном, вторичном и третичном атоме углерода. Крекинг алканов (термический и каталитический).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Алканы».

Тема 1.2. Алкены

Алкены. Атом углерода в состоянии sp^2-гибридизации. Природа и геометрия двойной связи. Изомерия. Номенклатура. Изомерия. E,Z-номенклатура. Способы получения алкенов. Получение алкенов из алкилгалогенидов и спиртов, правило Зайцева. Влияние алкильных заместителей на относительную стабильность алкенов. Электрофильное присоединение к алкенам (механизм на примере реакций галогенирования и гидрогалогенирования). Стерео- и региоселективность реакций присоединения. Правило Марковникова (современная трактовка). Гидратация, гидроксимеркурирование, гидроборирование. Радикальные реакции алкенов: аллильное галогенирование, гидробромирование по Харашу. Гидрирование алкенов. Окисление алкенов: эпоксидирование (Прилежаев), гидроксилирование (Вагнер, Криге), окислительное расщепление алкенов, озонолиз, окисление в присутствии солей палладия (Вакер-процесс).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Алкены».

Тема 1.3. Алкины

Алкины. Атом углерода в состоянии sp-гибридизации. Геометрия тройной связи. Изомерия. Номенклатура. Способы получения алкинов. Химические свойства алкинов: реакции электрофильного присоединения: гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация по Кучерову, гидроборирование, восстановление. Стереоселективность реакций восстановления. Сравнение химических свойств алкенов и алкинов. Химические свойства терминальных алкинов: кислотность терминальных алкинов, реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода, ацетилениды металлов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Алкины».

Тема 1.4. Алкадиены

Алкадиены. Изомерия, номенклатура, классификация алкадиенов. 1,3-Диены. Эффект сопряжения. Химические свойства 1,3-диенов: электрофильное 1,2- и 1,4-присоединение; кинетический и термодинамический контроль. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Полимеризация 1,3-диенов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Алкадиены».

Тема 1.5. Циклоалканы

Циклоалканы. Моноциклические карбоциклы. Гомологический ряд. Изомерия. Типы напряжений в циклоалканах. Устойчивость циклов. Химические свойства. Методы получения карбоциклов. Особенности химических свойств малых циклов (на примере циклопропана).

Тема 1.6. Ароматические углеводороды.

Ароматические углеводороды. Строение бензола. Энергия сопряжения. Ароматичность. Правило Хюккеля. Ароматические карбо- и гетероциклы. Особенности химических свойств ароматических соединений (отличие от алканов и непредельных соединений). Получение гомологов бензола. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. Электрофильное замещение в бензоле: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Реакционная способность замещенных ароматических соединений. Электронодонорные и электроноакцепторные заместители. Ориентация вступления новой группы при наличии заместителей в бензольном ядре. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Электрофильное замещение в нафталине: нитрование, галогенирование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей и ароматического кольца (галогенирование, нитрование, окисление).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Ароматические углеводороды. Электрофильное замещение в ароматическом ряду».

Раздел 2. Галогенпроизводные.

Тема 2.1. Алифатические галогенпроизводные.

Галогенпроизводные углеводородов. Номенклатура. Природа связи C-Hal. Методы получения галогенпроизводных алифатических и ароматических углеводородов. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода (синтез спиртов, простых и сложных эфиров, нитрилов и других классов органических веществ). Механизмы нуклеофильного замещения (S_N1 и S_N2). Бимолекулярное нуклеофильное замещение S_N2. Вальденовское обращение. Зависимость от различных параметров: структуры исходных соединений, нуклеофильности реагента, природы уходящей группы и растворителя. Мономолекулярное нуклеофильное замещение S_N1. Зависимость от различных параметров: структуры исходных соединений, нуклеофильности реагента, природы уходящей группы и растворителя.

Тема 1.2.1. Механизм нуклеофильного замещения и элиминирования.

Реакции элиминирования E_1 и E_2. Правило Зайцева. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования, зависимость от структуры органического галогенида и основности реагента (на примере реакции Вильямсона). Галогенпроизводные ароматических углеводородов. Получение. Хлорирование толуола в цепь и ядро.

Сравнение свойств алкил- и арилгалогенидов на примере реакции гидролиза. Нуклеофильное замещение в арилгалогенидах. Механизм присоединения-отщепления и ариновый механизм. Влияние на эту реакцию положения и характера заместителей в бензольном кольце арилгалогенидов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Нуклеофильное замещение галогена в ряду алифатических галогенпроизводных».

Раздел 3. Спирты, фенолы, простые эфиры.

Тема 3.1. Спирты.

Одноатомные спирты. Номенклатура. Получение спиртов из углеводородов, галогенпроизводных и карбонильных соединений. Химические свойства спиртов: кислотность (образование алкоголятов, взаимодействие с магнийорганическими соединениями), дегидратация внутримолекулярная и межмолекулярная (механизм), ацилирование, окисление. Сравнение реакционной способности первичных вторичных и третичных спиртов при замещении гидроксильной группы на галоген (реагенты, механизм).

Многоатомные спирты. Методы синтеза 1,2-диолов. Получение глицерина. Химические свойства. Особенности химического поведения многоатомных спиртов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Спирты».

Тема 3.2. Фенолы, простые эфиры.

Простые эфиры. Строение. Методы получения, химические свойства (кислотное расщепление). Циклические эфиры. Эпоксиды. Получение. Нуклеофильное раскрытие кольца. Краун-эфиры.

Фенолы. Получение. Особенности строения фенолов. Кислотность. Влияние заместителей в ароматическом ядре на кислотность фенолов. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре фенолов: галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, формилирование, карбоксилирование (получение салициловой кислоты). Реакции с участием гидроксильной группы (алкилирование, ацилирование). Перегруппировка Кляйзена. Перегруппировка Фриса. Окисление фенолов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Фенолы».

Раздел 4. Оксосоединения.

Тема 4.1. Оксосоединения. Общая характеристика.

Альдегиды и кетоны. Изомерия, номенклатура. Строение карбонильной группы. Влияние заместителей на реакционную способность C=O группы. Способы получения оксосоединений: окисление спиртов, гидролиз дигалогенпроизводных, получение из

карбоновых кислот и их производных, из ацетиленов по реакции Кучерова, гидроборирование.

Тема 4.2. Реакции нуклеофильного присоединения к C=O-группе.

Химические свойства альдегидов и кетонов: взаимодействие с водородом, бисульфитом натрия, синильной кислотой, магнийорганическими соединениями. Реакции со слабыми нуклеофилами: спиртами (образование полуацеталей и ацеталей (кеталей)), тиоспиртами, водой. Реакции с аминами. Восстановление C=O группы до CH_2 и CH-OH групп. Реакции оксосоединений с гидроксиламином, гидразином и его производными, семикарбазидом. Перегруппировка Бекмана. Реакция Виттига. Различие в химических свойствах альдегидов и кетонов. Полимеризация альдегидов (параформ).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Оксосоединения. Реакции нуклеофильного присоединения к C=O-группе»

Тема 4.3. Спектральные методы исследования органических соединений.

ЯМР-, ИК-, УФ- и масс-спектроскопия.

Задание для самостоятельной работы: Подготовиться к итоговой контрольной работе по материалу Ш семестра.

Тема 4.4. Енолы и еноляты.

Енолизация. Кето-енольная таутомерия. Понятие о карбанионах и их стабилизации. Реакции с участием α-атомов водорода (C-H кислотность): галогенирование (хлораль), альдольная и кротоновая конденсации (механизм реакции, кислотный и щелочной катализ). Галоформная реакция (механизм). Взаимодействие с C-H кислотами: реакция с ацетиленами, конденсация с фенолом. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Окисление кетонов через образование енольных форм. Получение пинаконов, пинаколиновая перегруппировка (механизм).

Непредельные альдегиды и кетоны. Акролеин и кротоновый альдегид. Сопряжение карбонильной C=O и олефиновой C=C связей. Химические свойства α,β-непредельных карбонильных соединений. Реакции электрофильного и нуклеофильного (реакция Михаэля) присоединения к α,β-непредельным альдегидам и кетонам. Ароматические альдегиды и кетоны. Сопряжение и взаимное влияние карбонильной группы и бензольного кольца. Сравнение карбонильной активности ароматических и алифатических альдегидов и кетонов. Получение бензальдегида из толуола. Получение ароматических альдегидов и кетонов: ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Реакция Канниццаро.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Енолы и еноляты»

Раздел 5. Карбоновые кислоты.

Тема 5.1. Монокарбоновые кислоты.

Карбоновые кислоты. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства. Способы получения карбоновых кислот: окисление углеводородов, спиртов, альдегидов, кетонов, гидролиз производных кислот, взаимодействие магнийорганических соединений с диоксидом углерода. Химические свойства карбоновых кислот: кислотные свойства, галогенирование по Геллю-Фольгардту-Зелинскому, получение различных производных кислот. Муравьиная, уксусная, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Особые свойства муравьиной кислоты.Ароматические карбоновые кислоты (бензойная кислота). Методы получения и химические свойства. Сопряжение и взаимное влияние карбоксо-группы и бензольного кольца.

Дикарбоновые кислоты. Общие методы получения. Особые свойства метиленовой группы малонового эфира как С-Н кислоты. Декарбоксилирование малоновой кислоты. Синтезы на основе малонового эфира. Янтарная кислота, ее ангидрид и амид. Реагент NBS (N-бромсукцинимид). Дикарбоновые ароматические кислоты (фталевая, изофталевая и терефталевая кислоты). Ангидрид и амид фталевой кислоты. Реакция Габриэля.

Непредельные кислоты. Получение из галоген- и окси-кислот. Свойства. Цис-транс-изомерия. Фумаровая и малеиновая кислоты, нахождение в природе, различия в физических и химических свойствах. Малеиновый ангидрид как диенофил в реакции диенового синтеза (реакция Дильса-Альдера). Акриловая и метакриловая кислоты, их химические свойства.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Монокарбоновые кислоты».

Тема 5.2. Производные кислот.

Производные карбоновых кислот. Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, нитрилы. Получение, взаимные превращения. Образование амидов при перегруппировке оксимов по Бекману. Ацилирование аминов, спиртов и фенолов хлорангидридами и ангидридами кислот. Сравнение ацилирующих свойств различных производных кислот. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров (механизм).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Производные карбоновых кислот».

Тема 5.3. Оксокислоты.

Оксокислоты. Пировиноградная кислота, ее свойства. Ацетоуксусный эфир. Сложноэфирная конденсация Кляйзена (механизм). Кето-енольная таутомерия (влияние строения на положение равновесия). Реакции кетонной и енольной форм ацетоуксусного эфира. Кислотное и кетонное расщепление. Алкилирование и ацилирование натриевой соли ацетоуксусного эфира. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира.

Тема 1.5.5. Гидроксикислоты.

Оксикислоты. Изомерия, номенклатура. Способы получения α- и β-оксикислот (циангидринный синтез и реакция Реформатского). Дегидратация α-, β- и γ-оксикислот. Лактиды и лактоны. Гликолевая, молочная и винная кислоты. Нахождение в природе, свойства. Оптическая изомерия. Оптическое вращение. Асимметрический атом углерода. Энантиомеры, диастереомеры, мезо-формы, рацематы. Относительная и абсолютная конфигурации. Различие в физических и химических свойствах энантиомеров и диастереомеров. Структурные формулы, проекционные формулы Фишера. Стереохимия молочной и винной кислот. Способы разделения рацематов. Асимметрический синтез.

Раздел 6. Углеводы.

Углеводы. Классификация сахаров (моно-, ди- и полисахариды; альдозы и кетозы; тетрозы, пентозы и гексозы). Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, арабиноза, ксилоза), альдогексозы (глюкоза, манноза и галактоза), кетогексозы (фруктоза), их строение и нахождение в природе. Кольчато-цепная таутомерия: открытая и циклические (фуранозная и пиранозная) формы глюкозы, гликозидный гидроксил. Мутаротация сахаров. Окисление, восстановление, ацилирование альдоз. Озазоны. Эпимеры. Конформации глюкопиранозы («кресло»-«ванна», аксиальное и экваториальное расположение гидроксильных групп). Циклическая форма рибозы и дезоксирибозы. Фруктоза как пример кетозы, ее строение, циклические формы, нахождение в природе, свойства, образование из глюкозы. Связь конфигурации сахаров с D- и L-глицериновым альдегидом. Гликозиды и агликоны. Сахароза как представитель дисахаридов, ее строение, инверсия оптической активности при гидролизе. Крахмал и клетчатка как представители полисахаридов, их строение, химическая переработка клетчатки. Общее представление о составе и строении нуклеиновых кислот.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Дикарбоновые, оксо- и гидроксикислоты. Углеводы». Подготовиться к контрольной работе.

Раздел 7. Амины. Аминокислоты.

Тема 7.1. Алифатические амины.

Нитросоединения как исходные вещества для получения аминов. Алифатические амины. Классификация, номенклатура, изомерия. Способы получения аминов: реакция Гофмана, восстановительное аминирование карбонильных соединений, восстановление азотистых производных, перегруппировка Гофмана, реакция Габриэля. Химические свойства аминов. Амины как основания, влияние строения на основные свойства аминов: сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов, а также амидов. Нуклеофильные свойства: алкилирование и ацилирование аминов. Реакции различных аминов с азотистой кислотой. Четвертичные аммониевые основания и соли, применение аммониевых солей в межфазном катализе.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Алифатические амины».

Тема 7.2. Ароматические амины.

Ароматические амины. Анилин, толуидин. Получение восстановление нитросоединений. Взаимное влияние амино-группы и бензольного кольца. Реакции электрофильного замещения, ацилирование амино-группы как защита бензольного ядра. Сравнение основных и нуклеофильных свойств ароматических и алифатических аминов. Влияние заместителей в кольце на основные свойства амино-группы. Парацетамол. Сульфаниловая кислота. Цвиттер-ионы. Понятие о сульфамидных препаратах. Ароматические соли диазония, их устойчивость по сравнению с алифатическими солями, реакции солей диазония, протекающие с выделением и без выделения азота. Азосочетание как реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. Азокрасители.

Тема 1.7.3. Аминокислоты.

Аминокислоты. Амфотерные свойства аминокислот. Цвиттер-ионы. Сравнение химических свойств α-, β- и γ-аминокислот, лактамы, дикетопиперазины. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Синтетические полиамиды: найлон и капрон. Белки, их строение, амидные связи. Природные аминокислоты как составные части белков, их стереохимия. Важнейшие представители природных аминокислот (глицин, аланин, валин, пролин, триптофан). Общее представление о строении, физических и химических свойствах белков. Пептидные спирали и водородная связь. Пептидный синтез.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Ароматические амины. Аминокислоты».

Пятичленные гетероциклы. Пятичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Их нахождение в природе. Их строение (участие неподеленной электронной пары гетероатома в создании ароматического секстета электронов), изомерия, номенклатура. Ацидофобность. Реакции электрофильного замещения, ориентация вступления заместителя в кольцо. Сравнение с реакционной способностью бензола

Шестичленные гетероциклы. Пиридин, нахождение в природе, строение (участие свободной электронной пары гетероатома в создании ароматического секстета электронов), изомерия монозамещенных производных. Реакции электрофильного замещения, ориентация вступления заместителя в кольцо, сравнение с реакционной способностью бензола и пиррола. Реакция Чичибабина. Основные свойства пиридина, алкилирование по атому азота. Сравнение основных свойств пиррола и пиридина. Гетероциклы как структурный элемент природных соединений (пуриновые и пиримидиновые основания). Общее представление о составе и строении нуклеиновых кислот.

Задание для самостоятельной работы: анализ англоязычной научной статьи по синтезу различных классов органических соединений,подготовиться к итоговой контрольной работе по материалу IVсеместра.

VIII. *Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины.*

IX. Используемые технологии.

В преподавании дисциплины используются:

А. Образовательные технологии – лекции, лекции с использованием компьютерной анимации, семинарские занятия;

Б. Работа с англоязычной научной литературой

X. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

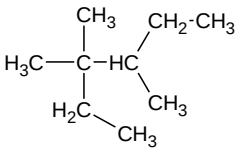
А. Самостоятельная работа студентов осуществляется в соответствии с письменными домашними заданиями по теоретическому материалу, получаемому на семинарских занятиях или передаваемых по электронной почте (выполненные задания проверяются преподавателем). Контрольные работы проводятся во время аудиторных занятий.

Для студентов, не выполнивших учебный план (успешное написание текущих контрольных работ), итоговая контрольная выносится на экзамен. Ее выполнение является необходимым условием начала экзамена.

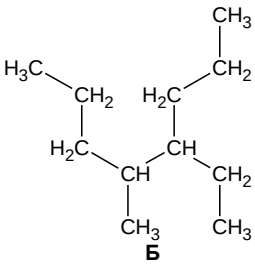
Б. Примерный список заданий для проведения аттестации.

Образец контрольной работы по теме «Алканы»

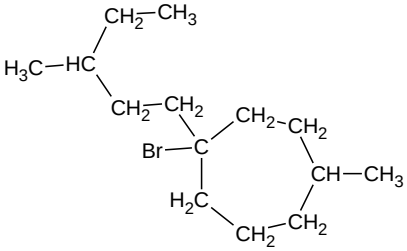
1. Назовите по систематической (IUPAC) номенклатуре следующие соединения:



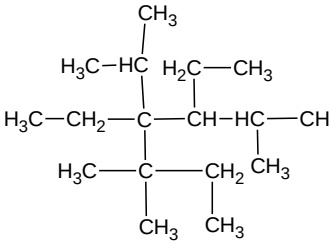
А



Б



В



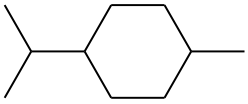
Г

2. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

а) 4-пропил-2,5-диметилгептан; б) 4-бутил-4-(1-метилпропил)-3-метилоктан;

в) 3,3-диизопропил-2,4-диметилпентан. Назовите их по рациональной номенклатуре.

3. Предскажите основные продукты радикального бромирования ме***н***тана:

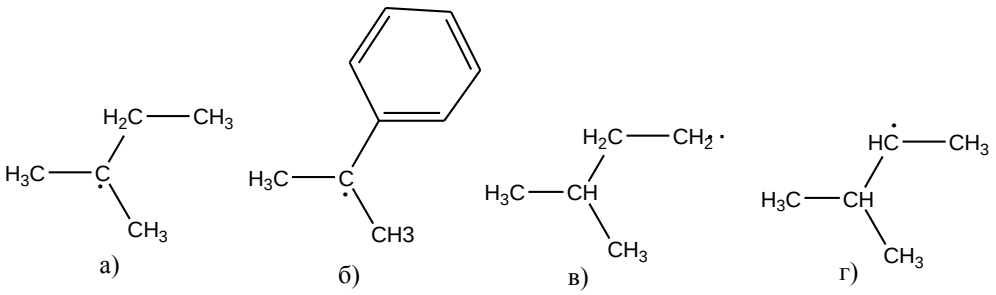


4. Завершите цепочку превращений:

$$(CH_3)_2CHCOOH \xrightarrow[\text{электролиз}]{NaOH} \mathbf{A} \xrightarrow[h\nu]{Br_2,\ 1\ \text{моль}} \mathbf{Б} \xrightarrow[110°C]{HNO_3\ (15\%)} \mathbf{В}$$

5. Напишите проекционные формулы Ньюмена наиболее и наименее устойчивых конформаций 1-бром-1-хлор-2-иодпропана по связи C(1)-C(2). Какие виды изомерии возможны для данного соединения?

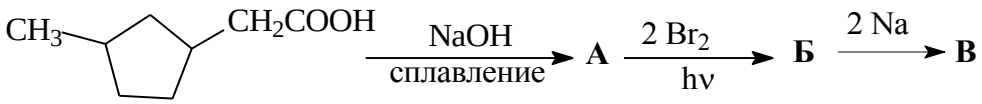
6. Расположите алкильные радикалы в ряд по убыванию устойчивости.



7. По реакции Вюрца получите а) 2,5-диметилгексан; б) октадиен-2,6.

8. Чем можно объяснить аномально высокую теплоту сгорания 3,3-диизопропил-2,4-диметилпентана (см. задание 2в), которая по крайней мере на 20ккал/моль выше, чем у изомерного ему углеводорода $C_{13}H_{28}$ нормального строения?

9.Завершите цепочку превращений:



10. Три насыщенных углеводорода с разветвлённым углеродным скелетом (C_5H_{12} - А, C_6H_{14} - Б и C_9H_{20} - В) принадлежат к *одному гомологическому ряду*. При хлорировании на свету углеводород А образует единственный монозамещенный продукт — первичный хлорид $C_5H_{11}Cl$. Углеводороды Б и В при нитровании по Коновалову каждый образуют единственное вторичное нитросоединение. Предложите структурные формулы углеводородов А, Б и В**.**

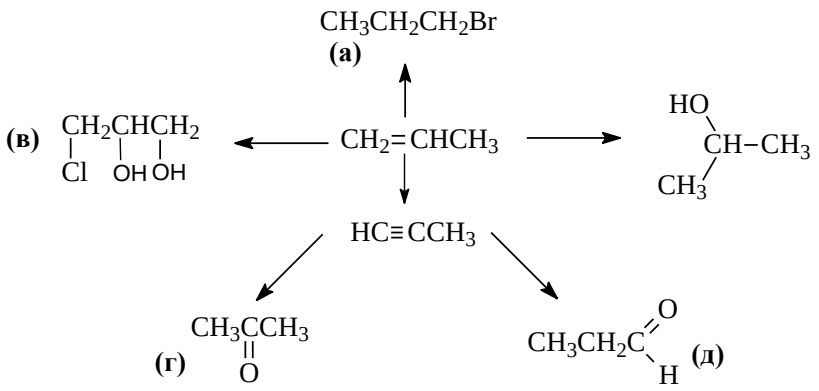
Образец контрольной работы по теме «Алкены, алкины, диены»

1. Написать структурные формулы следующих углеводородов:

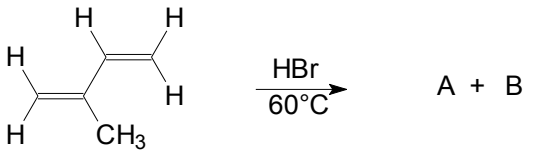
а) (Z,Z)-1,1,2-трихлор-5-изопропилоктадиен-2,4; б) *несимм*-метилизопропилэтилен;

в) изопропилпропадиен-1,2; г) *E*-гептадиен-1,5-ин-3.

2. Осуществите превращения:



3. Завершите уравнение реакции. Какой из двух продуктов будет получаться в большем количестве? Ответ обоснуйте:



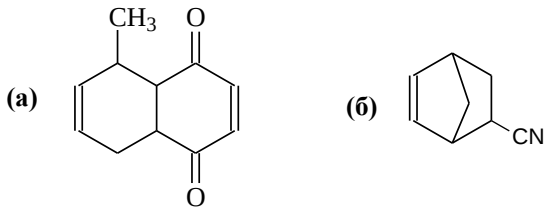
4. Углеводород состава C_7H_{12} присоединяет две молекулы брома, с аммиачным раствором однохлористой меди дает осадок, при окислении образует диэтилуксусную кислоту и CO_2. Напишите структурную формулу углеводорода.

5. В четырёх пробирках без этикеток содержатся четыре низкокипящие жидкости: *н*-пентан, пентен-2, пентин-1 и тетрахлорэтилен. Как узнать, в какой пробирке какое вещество?

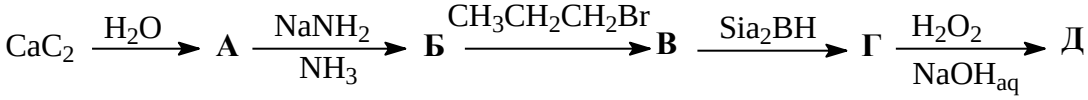
6. Написать структурную формулу углеводорода C_8H_{14}, если известно, что при его озонолизе образуются диацетил ($CH_3COCOCH_3$) и уксусный альдегид.

7. а) Написать схему диенового синтеза, применяя в качестве диена циклогексадиен-1,3, а в качестве диенофила: а) нитроэтилен; б) тетрацианэтилен.

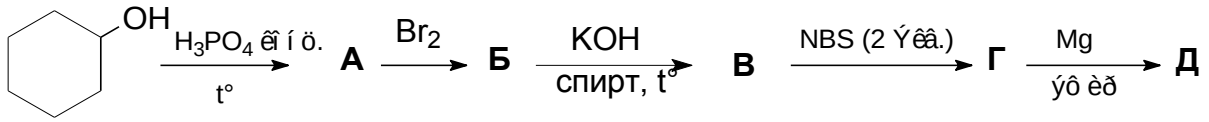
б) Какие исходные соединения необходимы для получения по реакции Дильса-Альдера следующих соединений:



8. Расшифруйте схему:



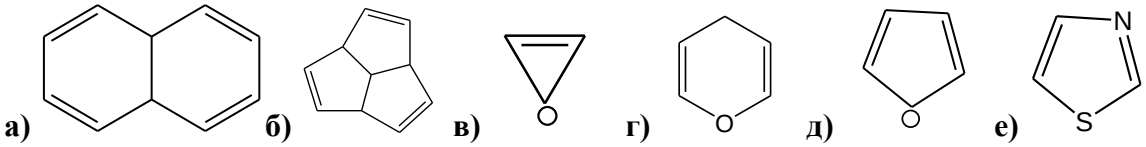
9. Расшифруйте схему:



10. Из ацетилена и необходимых реагентов получите E- и Z-изомеры гексена-3.

Образец контрольной работы по теме «Ароматические углеводороды»

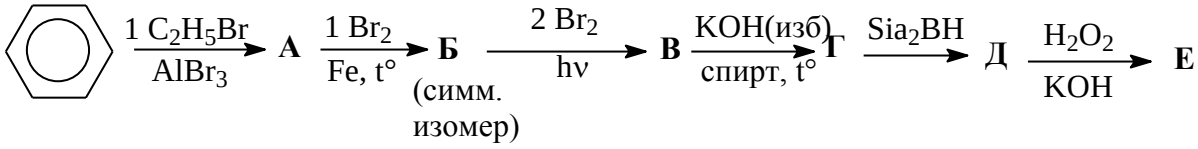
1. Из приведённых ниже соединений выберите ароматические структуры:



2. Напишите структурные формулы:

а) м-ксилол; б) *симм*-тринитробензол; в) 3-хлорбензойная кислота; г) *п*-метокси-бензолсульфокислота; д) о-метилбензилхлорид.

3. Осуществите превращения:



4. Какое строение имеет углеводород C_9H_{12} образующий один (и только один) продукт монохлорирования как в ароматическое ядро, так в и боковую цепь?

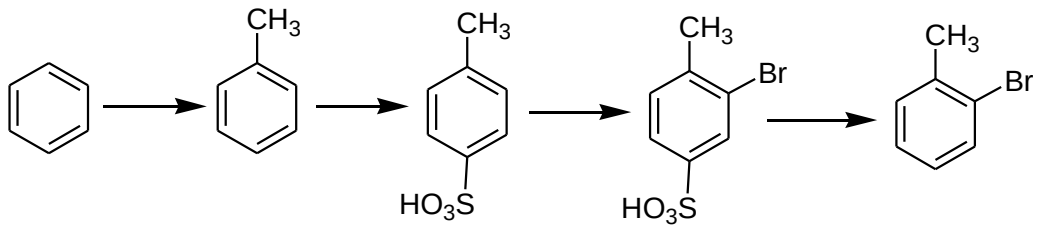
5. Из толуола синтезируйте орто-, мета- и пара-нитробензойные кислоты.

6. Осуществите следующее превращение бензола (в несколько стадий, используя необходимые реагенты):

7. Напишите структуры основных продуктов реакции:

а) п-бромфенола с хлором; б) о-фторбензойной кислоты с нитрующей смесью.

8. Предложите условия приведённых ниже превращений:



9. Приведите примеры заместителей, являющихся одновременно:

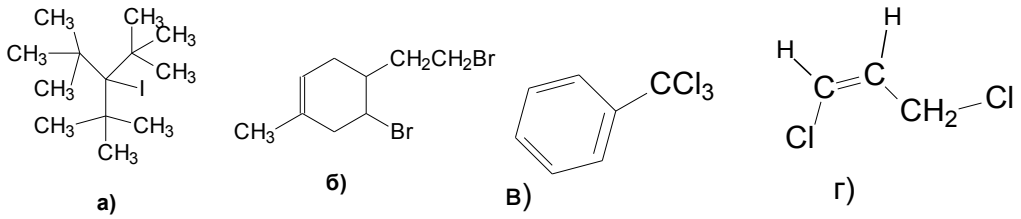
а) ориентантом II рода;
мета-ориентантом;
электроноакцепторным заместителем

б) ориентантом I рода;
орто-, *пара*-ориентантом;
электроноакцепторным заместителем

10. Ароматический углеводород состава $C_{10}H_{10}$ обесцвечивает бромную воду, при окислении образует терефталевую (*п*-бензолдикарбоновую) кислоту, а с аммиачным раствором оксида серебра даёт характерный осадок. Напишите структурную формулу углеводорода.

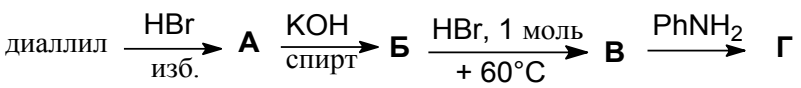
Образец контрольной работы по теме «Галогенпроизводные»

1. Назовите следующие соединения:

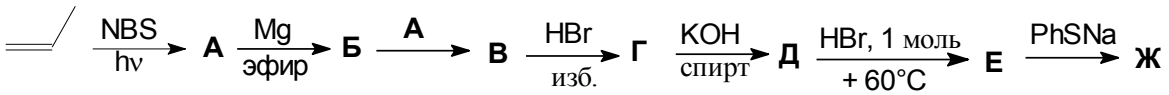


2. Расположите все разветвлённые изомеры пентилбромида, включая неопентилбромид, в порядке увеличения их реакционной способности в реакциях по S_N2 механизму. Ответ обоснуйте.

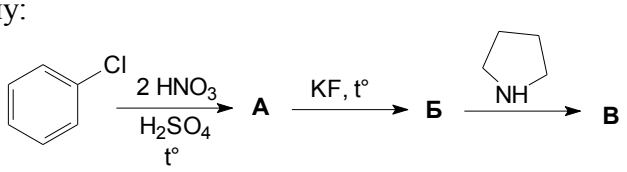
3. Расшифруйте схему:



4. Расшифруйте следующую схему:

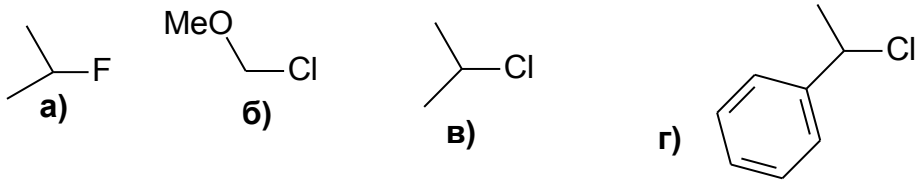


5. Расшифруйте схему:



6. а) Укажите, какие продукты будут преимущественно образовываться при монобромировании (в ядро): м-ксилола, фенола, цианбензола, этилбензола.

   б) Расположите в ряд по увеличению реакционной способности в реакциях с нуклеофилами следующие галогенпроизводные:



7. Напишите структурную формулу соединения состава C_4H_9Br, если при гидролизе это вещество превращается в первичный спирт, а в результате дегидробромирования и последующего гидробромирования — в третичное бромпроизводное.

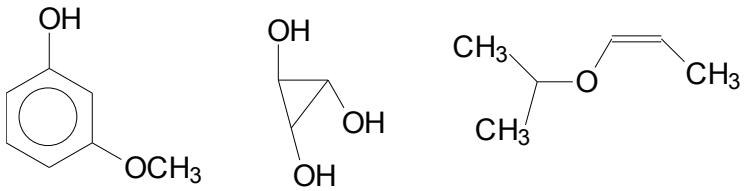
8. Предложите схему превращения, используя только неорганические реагенты:

а) ацетилена в 3,4-дибромбутен-1; б) бутена-1 в валериановую (пентановую) кислоту.

9. Определите строение вещества C_4H_7Cl, которое не реагирует ни с цианистым калием, ни с азотнокислым серебром. При нагревании его со спиртовым раствором едкого кали образуется углеводород C_4H_6, не реагирующий ни с аммиачным раствором закиси меди, ни с CH_3MgI.

Образец контрольной работы по теме «Спирты, простые эфиры, фенолы»

1. Назовите соединения:

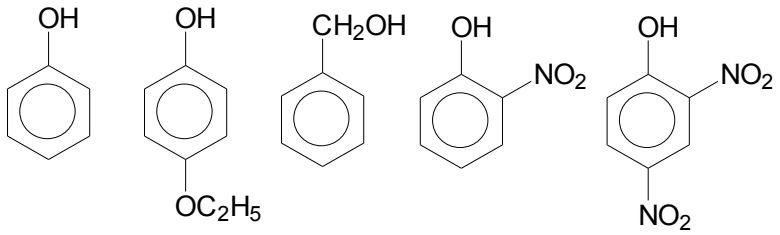


2. Напишите уравнения реакций 4-гидроксиметилфенола со следующими реагентами: а) металлическим натрием; б) карбонатом натрия; в) бромной водой; г) HBr (конц).

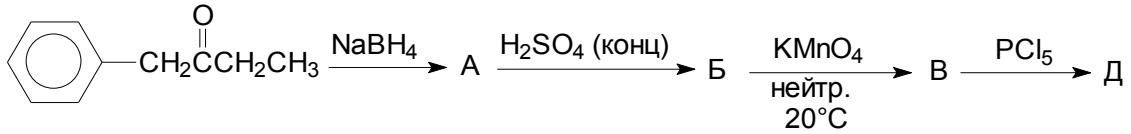
3. С помощью магнийорганического синтеза получите 1-фенилэтанол.

4. Получите из бензола 2,6-дибром-4-хлорфенол.

5. Расположите следующие соединения в порядке возрастания кислотных свойств.



6. Расшифруйте схему превращений:



7. Соединение $C_5H_{12}O$ окисляется под действием $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$, превращаясь в соединение $C_5H_{10}O$; восстановление последнего по Клеменсену (Zn/HCl) дает н-пентан. Продукт окисления $C_5H_{10}O$ также взаимодействует с этилмагнийбромидом, образуя (после обработки реакционной смеси разбавленным раствором кислоты) спирт $C_7H_{16}O$, который представляет собой смесь двух оптических изомеров. Напишите схемы обсуждаемых превращений.

8. Предложите качественные химические реакции, позволяющие отличить друг от друга следующие соединения: а) трет-амиловый спирт (2-метилбутанол-2); б) втор-амиловый спирт; в) метил-н-бутиловый эфир

9. Слабая кислота $C_6H_6O_2$ образует соль с двумя эквивалентами гидрооксида натрия, при взаимодействии с одним эквивалентом реагента Br_2·диоксан образует только одно монобромпроизводное состава $C_6H_5BrO_2$ и легко окисляется с образованием ярко-жёлтого соединения состава $C_6H_4O_2$. Напишите схемы описанных превращений.

10. Предложите схему превращения этилового спирта в диоксан ( ).

Образец контрольной работы по теме «Альдегиды и кетоны»

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) бензальдегид; б) акролеин; в) 2-гидрокси-5-оксогексановая кислота; г) γ-гидроксибутаналь; д) 3-метилциклогексанон; е) ди(втор-бутил)кетон; з) бензофенон.

2. С помощью каких реакций можно отличить бутанон от бутаналя и бутилового спирта?

3. Напишите реакции альдольно-кротоновой конденсации (при кислотном катализе) для:

а) пентаналя;

б) уксусного альдегида с циклопентаноном (основной продукт);

в) бензальдегида с ацетоном (основной продукт).

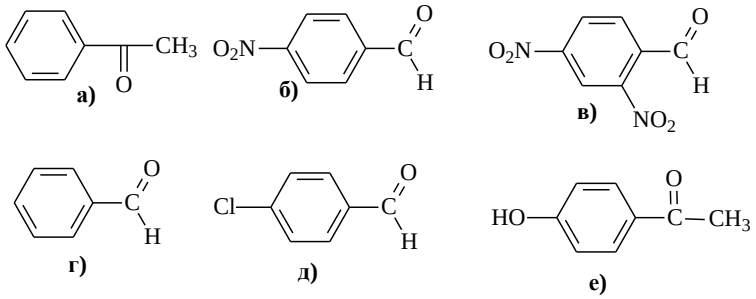
4. Получите метилфенилкетон из фенилацетальдегида и неорганических реагентов.

5. Напишите уравнения реакций ацетона с:

а) метанолом (при кислотном катализе); б) гидразином; в) бисульфитом натрия; г) этилмагнийибромидом; д) иодом в присутствии щелочи.

6. Из метилового и этилового спиртов получите пентанол-3.

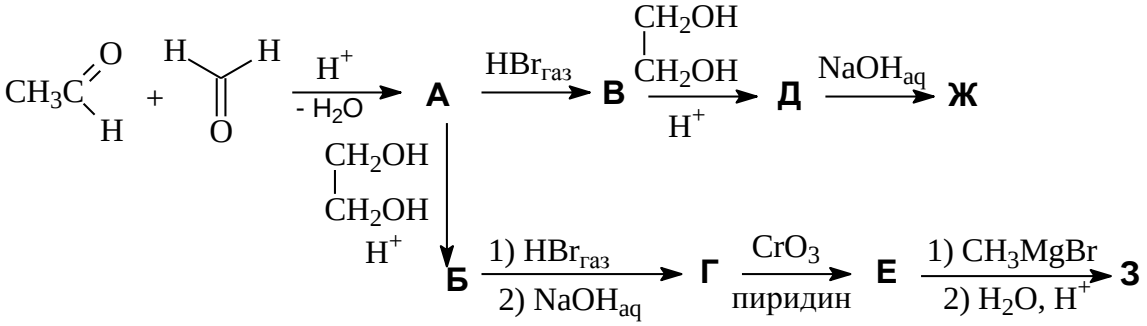
7. Расположите в ряд по возрастанию активности карбонильной группы следующие соединения:



8. Определите строение вещества состава $C_6H_{12}O$, которое под действием CH_3MgBr превращается в третичный спирт $C_7H_{16}O$, не даёт положительной йодоформной реакции, а при окислении в кислой среде образует смесь уксусной, пропионовой и масляной кислот. Напишите уравнения реакций исходного соединения с метиламином и CH_3MgBr.

9. Напишите схемы получения фенилвинилкетона (альдольно-кротоновой конденсацией) и его реакции с а) синильной кислотой; б) бромом в CCl_4; в) HCl.

10. Расшифруйте схему:



Образец контрольной работы по теме «Карбоновые кислоты и их производные»

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) 3-метилбутановая кислота; б) ацетамид; в) α-оксипропионовая кислота; г) малеиновый ангидрид; д) формиат натрия; е) изобутил бутират; ж) нитрил 2,2-диметилпентановой кислоты; з) диэтиловый эфир 2-этилмалоновой кислоты

2. Расположите в ряд по увеличению кислотных свойств следующие кислоты:

а) хлоруксусная к-та; б) уксусная к-та; в) гидроксиуксусная к-та;

г) нитроуксусная к-та; д) фенол; е) триметилуксусная к-та.

3. Напишите реакции пропионовой кислоты со следующими веществами:

а) этиловым спиртом в присутствии кислоты; б) этилатом натрия; в) аммиаком при 20°С и при нагревании; г) хлористым тионилом.

4. Расположите в ряд по увеличению карбонильной активности следующие соединения:

а) метилэтилкетон; б) метил ацетат; в) хлористый ацетил; г) трифторметил ацетат;

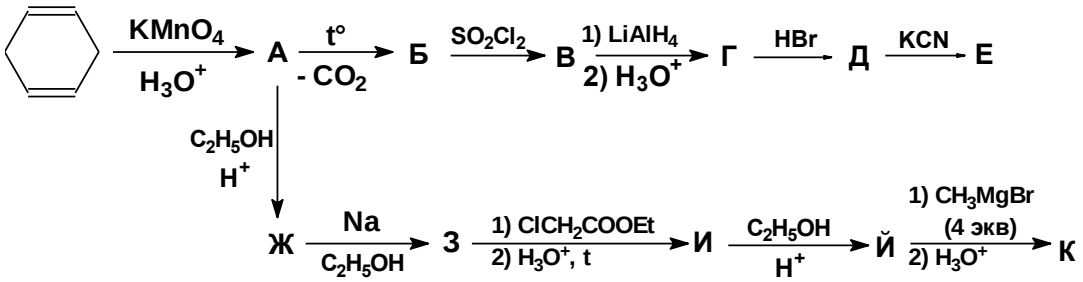
д) этил трифторацетат; е) ацетат лития.

5. Из этилового спирта и неорганических реагентов получите:

а) этиловый эфир пропионовой кислоты;

б) этиловый эфир 3-хлорпропионовой кислоты.

6. Завершите цепочку превращений:



7.Какие из перечисленных ниже ацилирующих агентов могут быть использованы для получения:

а) этилацетата в реакции с 1 эквивалентом C_2H_5OH;

б) этилацетата в реакции с C_2H_5ONa в избытке C_2H_5OH;

в) ацетамида в реакции с аммиаком;

г) соли кислоты в реакции со щёлочью;

д) смешанного ангидрида в реакции с HCOONa.

Ацилирующие агенты: CH_3COOH, CH_3COCl, $(CH_3CO)_2O$, CH_3COOCH_3, $CH_3CON(CH_3)_2$.

8. Из малонового эфира (и других необходимых органических реагентов) получите:

а) метилэтилуксусную кислоту; б) циклопентанкарбоновую кислоту.

9. Соединение А ($C_4H_6O_4$), реагирует с гидрокарбонатом натрия с выделением газа, а при кипячении с раствором гидроксида натрия превращается в вещество Б ($C_2H_3NaO_3$). При нагревании соединения А с большим избытком этанола в присутствии серной кислоты образуются вещества Г ($C_4H_8O_2$) и В ($C_4H_8O_3$). Определите структуру соединения А и напишите уравнения упомянутых реакций.

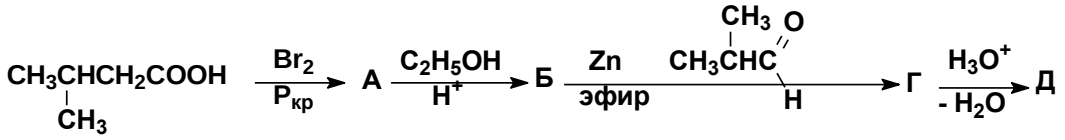
10. При изучении механизма гидролиза сложных эфиров методом изотопной метки были получены следующие результаты:

а) в результате гидролиза $C_6H_5C(^{18}O)OEt$ в щелочной среде получается смесь примерно равных количеств меченой (^{18}O) обычной бензойных кислот;
б) при гидролизе $C_6H_5C(O)^{18}OBu$-*t* в нейтральной среде получается только немеченый спирт.
Объясните данные результаты.

Образец контрольной работы по теме «Оксокислоты, оксикислоты, сахара»

1. Из ацетилена и неорганических реагентов синтезируйте α–оксипропионовую (молочную) кислоту. Приведите примеры селективных реакций по каждой из функциональных групп.

2. Расшифруйте цепочку превращений:



3. Напишите проекционные формулы Фишера для всех оптических изомеров эритрозы ($HOCH_2$-CH(OH)-CH(OH)-CHO). Укажите пары оптических антиподов (энантиомеров) и диастереомеров.

4. Напишите реакции ацетоуксусного эфира с бисульфитом натрия, фенилгидразином, PCl_5 и бромом.

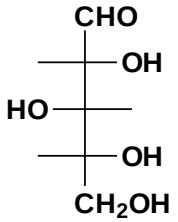
5. Из ацетоуксусного эфира и других необходимых реагентов синтезируйте:
а) бензилацетон; б) янтарную кислоту.

6. Напишите циклические формулы следующих веществ:
а) бутил β-D-глюкопиранозид; б) метил α-D-фруктофуранозид;

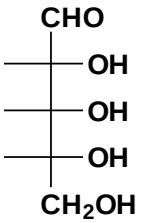
в) β-D- глюкопиранозил(1→3)-β-D-глюкопираноза.

7. Напишите реакции D-глюкозы со следующими реагентами: а) CH_3OH в присутствии HCl, б) азотной кислотой при нагревании, в) избытком уксусного ангидрида в присутствии пиридина, г) NaCN/HCN в воде.

8. Будет ли обладать оптической активностью спирт, образовавшийся при восстановлении D-ксилозы (I) и триоксиглутаровая кислота, полученная окислением D-рибозы (II) ?

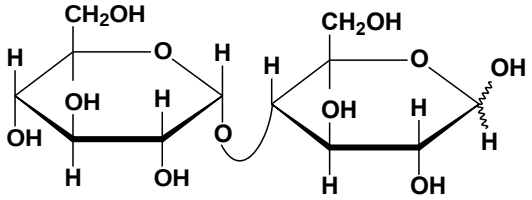


(I)

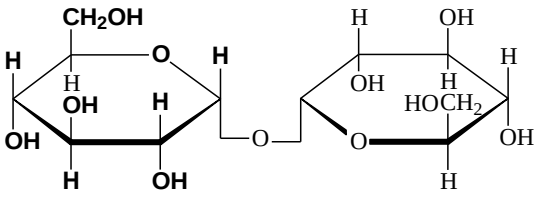


(II)

9. Какой из приведённых ниже сахаров восстанавливает реактив Фелинга, а какой не восстанавливает и почему?



мальтоза



трегалоза

10. Для установления строения L-арабинозы ($C_5H_{10}O_5$) её подвергли следующим превращениям:

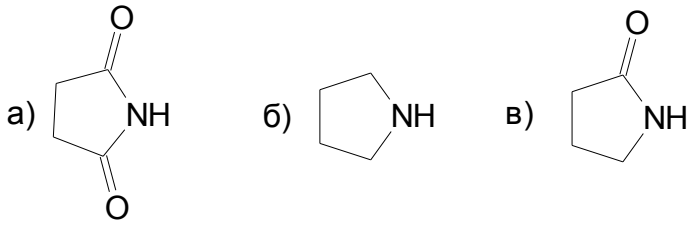
$$C_5H_{10}O_5 \xrightarrow[OH^-]{(CH_3)_2SO_4\ \text{изб.}} A \xrightarrow{H_3O^+} Б \xrightarrow{[O]} B \xrightarrow[\text{изб}]{HI\ \text{конц.}} HOOC(CH_2)_3COOH$$

Расшифруйте эту последовательность превращений. Какой вывод можно сделать о строении L-арабинозы?

Образец контрольной работы по теме «Амины. Азо- и Диазосоединения. Полифункциональные соединения»

1. Определите строение вещества состава $C_5H_{13}N$, взаимодействующего с водным раствором азотистой кислоты с выделением азота и образованием соединения $C_5H_{12}O$, которое при окислении перманганатом калия в кислой среде образует уксусную и пропионовую кислоту. Получите соединение $C_5H_{13}N$ из этанола, пропанола-1 и неорганических реагентов. Напишите реакцию исходного вещества $C_5H_{13}N$ с уксусным ангидридом.

2. Сравните кислотные свойства и основные свойства иминных групп в следующих соединениях:



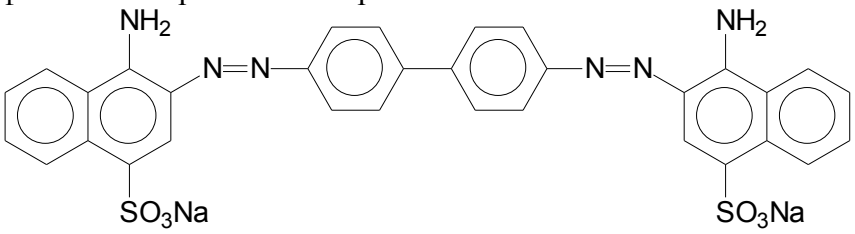
3. Предложите способ получения сорбиновой кислоты (CH_3-CH=CH-CH=CH-COOH), в котором использовались бы реакции уксусного альдегида.

4. Предложите способы получения метиламина, этиламина, 1-пропиламина и 2-бутиламина из метилэтилкетона, через общее для всех аминов промежуточное соединение.

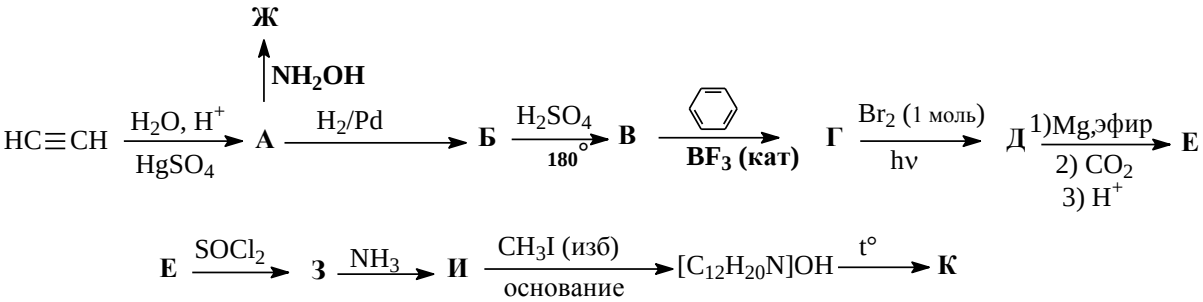
5. Используя реакцию диазотирования, из нитробензола получите:
   а) *пара*-метоксифенол; б) *орто*-бромбензойную кислоту.

6. Вещество состава $C_5H_{10}O$ реагирует с гидроксиламином с образованием соединения состава $C_5H_{11}NO$. При обработке последнего серной кислотой оно перегруппировывается в изомерное соединение ($C_5H_{11}NO$), которое может быть гидролизовано до пропионовой кислоты и этиламина. Определить строение всех указанных соединений и написать уравнения реакций.

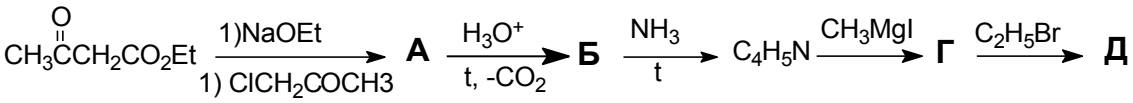
7. Напишите схему синтеза красителя Конго красного исходя из α-нитронафталина, 4,4'-динитродифенила и неорганических реагентов.



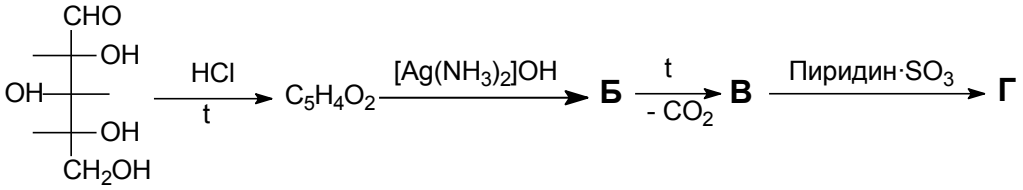
8. Расшифруйте приведенную ниже схему превращений. Назовите все соединения.



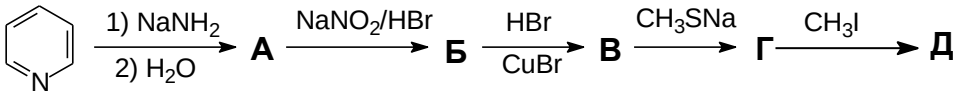
9. Завершите цепочку превращений



10. Завершите цепочку превращений



11. Завершите цепочку превращений



XI. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

№ п/п	Автор	Название Книги/статьи	Отв.ред.(для коллек.работ	Место издан.	Из-во	Год Издан.	Назван. журн./ сборн.	Том(выпуск) журн. /сборн.	Номер Журн.
А. Основная литература									
1.	В.Ф.Травень	Органическая химия		Москва	Бином	2013		1-3	
2.	М.А.Юровская, А.В.Куркин	Основы органической химии		Москва	Бином	2010			
3.	А.Л.Курц , М.В.Ливанцов, А.В.Чепраков, Л.И.Ливанцова	Задачи по органической химии с решениями		Москва	Бином	2011			
Б. Дополнит ельная литература									
4.	А.Терней	Современная органическая химия		Москва	Мир	1981		1-2	
5.	Дж.Робертс М.Кассерио	Основы органической химии		Москва	Мир	1978		1-2	

XII. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

А. Аудитории химического и биологического факультетов.

Автор программы: профессор Теренин В.И.