

Программа дисциплины «Органическая химия»

для студентов потока «Биохимия и молекулярная биология»

(кафедры биоорганической химии, биохимии, вирусологии, иммунологии, микробиологии, молекулярной биологии, физиологии растений)

I. Название дисциплины - Органическая химия

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

III. Цели и задачи дисциплины

A. Цель дисциплины – сформировать и развить у студентов потока «Биохимия и молекулярная биология» 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. Обучить студентов основным практическим приемам работы с органическими веществами и методам их очистки.

IV. Место дисциплины в структуре ООП:

A. 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 **III – IV**;

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

- **высшая математика;**
- **общая и неорганическая химия;**
- **аналитическая химия;**
- **коллоидная химия и химия высокомолекулярных соединений.**

Г. Общая трудоемкость: **288 час, 8 зачетных единиц.**

Д. Экзамен.

V. Формы проведения:

- занятий с указанием суммарной трудоемкости:

лекции – 78 час.;

семинары - 78 час.;

лабораторные работы – 48 час.;

самостоятельная работа (письменные домашние задания; реферат) - 84 час.

- формы текущего контроля:

письменные контрольные работы;

курсовая работа (реферат);

экзамен (III 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)		
1. Теоретическая часть					

1.1.	Углеводороды					
1.1.1	Алканы	6	4		2	
1.1.2	Алкены	6	4		4	
1.1.3	Алкины	4	2		2	
1.1.4	Алкадиены	2	2		2	
1.1.5	Циклоалканы	2				
1.1.6	Ароматические углеводороды	8	8		4	
1.1.			2		2	Контр. работа по материалу раздела 1.1
1.2.	Галогенпроизводные					
1.2.1	Алифатические галогенпроизводные	2	2		2	
1.2.2	Механизм нуклеофильного замещения и элиминирования	4	4		4	
1.2.3	Ароматические галогенпроизводные	2	2		2	
1.3.	Спирты, фенолы, простые эфиры					
1.3.1	Спирты	4	4		2	
1.3.2	Фенолы, простые эфиры	4	4		2	
1.2-1.3			2		2	Контр. работа по материалу разделов 1.2-1.3
1.4.	Оксосоединения					
1.4.1	Оксосоединения. Общая характеристика.	2	4		2	

1.4.2	Реакции нуклеофильного присоединения к С=О-группе	2	4		2	
1.4.3	Реакции присоединения-отщепления; реакции с участием альфа-атомов водорода (механизм).	4	4		4	
1.4.			2		2	Контр.работа по материалу раздела 1.4
1.5.	Карбоновые кислоты. Углеводы.					
1.5.1	Монокарбоновые кислоты	2	2		2	
1.5.2	Производные кислот	2	2		2	
1.5.1— 1.5.2			2		2	Контр.работа по материалу разделов 1.5.1-1.5.2
1.5.3	Дикарбоновые кислоты	2	2		2	
1.5.4	Оксокислоты	2	2		2	
1.5.5	Гидроксикислоты.	2	2		2	
1.6.	Углеводы.	4	2			
1.5.3.- 1.5.5. и 1.6.			2		2	Контр.работа по материалу разделов 1.5.3.-1.5.5 и 1.6.
1.7.	Амины. Аминокислоты					
1.7.1	Алифатические амины	2	2		2	

1.7.2	Ароматические амины. Диазосоединения	2	2		2	
1.7.3	Аминокислоты	2	2			
1.7.			2		2	Контр. работа по материалу раздела 1.7
1.8.	Гетероциклические соединения	4				
1.9.	Идентификация органических соединений	2				
2. Лабораторная часть						
2.1.	Основные правила работы в лаборатории органической химии			2		
2.2.	Перекристаллизация органических веществ.			4	2	
2.3.	Разгонка смеси органических жидкостей			4	2	
2.4-2.9.	Синтезы некоторых органических соединений			24	8	
2.10.	Хроматографическое определение чистоты полученных веществ			4	2	
2.1-2.10				4	4	Зачет по материалу разделов 2.1-2.10
2.11	Правила пользования химической литературой			2		

2.12	Курсовая работа (реферат)			4	8	Зачет по материалу раздела 2.11-2.12
------	---------------------------	--	--	---	---	--------------------------------------

VII. Содержание дисциплины.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1.1. Углеводороды.

Тема 1.1.1. Алканы

Предмет органической химии, ее связь с биологией. Основные понятия органической химии. Основные положения теории химического строения А.М. Бутлерова. Способы построения названий (номенклатура) органических соединений: тривиальные, рациональные, систематические названия. Гомология и гомологические ряды. Структурная изомерия (изомерия углеродного скелета и изомерия, вызванная положением заместителя). Пространственная изомерия (цис-, транс- и оптическая изомерия). Типы химических связей в органических соединениях: ковалентная, электровалентная, семиполярная, координационная и водородная связи.

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. Проекция 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 1.1.2. Алкены

Алкены. Гомологический ряд. Номенклатура. Изомерия (углеродного скелета, положения двойной связи). Природа двойной углерод-углеродной связи. sp^2 -гибридное состояние атома углерода. Геометрия двойной связи (цис-, транс- и Z-, E-номенклатура). Способы получения алкенов. Дегидрогалогенирование, дегидратация (правило Зайцева).

Крекинг. Теплоты гидрирования. Оценка стабильности алкенов (влияние алкильных заместителей).

Химические свойства алкенов. Гидрирование (гомогенное и гетерогенное). Электрофильное присоединение к алкенам (гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация). Понятие об электрофильных агентах. Механизм электрофильного присоединения к ненасыщенным системам (π - и σ -комплексы). Энергетический профиль реакции.

Карбокатионы, их стабильность. Правило Марковникова и его современное толкование. Сопряженное присоединение. Гидридные и алкильные миграции. Стереохимия электрофильного присоединения к алкенам. Стерео- и региоселективность. Присоединение гидридов бора. Окисление алкенов (гидроксилирование -реакция Вагнера, эпоксилирование – реакция Прилежаева, окислительное расщепление, озонирование, окисление в присутствии солей палладия – Вакер-процесс). Радикальные реакции. Присоединение бромистого водорода по Харащу (механизм). Аллильное галогенирование (механизм).

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

Тема 1.1.3. Алкины

Алкины (ацетилены). Номенклатура. Изомерия. Природа тройной углерод–углеродной связи. sp -гибридное состояние атома углерода. Геометрия тройной связи. Способы получения ацетиленов. Химические свойства. Гидрирование. Электрофильное присоединение к алкинам: гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация (реакция Кучерова), гидроборирование. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов.

Восстановление алкинов (стереоселективность). Присоединение спиртов, цианистого водорода. Химические свойства терминальных алкинов. Реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода (получение ацетиленидов металлов, конденсация с карбонильными соединениями). Ацетилениды металлов. Полимеризация ацетилена. Ди-, три- и тетрамеризация ацетилена.

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

Тема 1.1.4. Алкадиены

Алкадиены. Номенклатура, изомерия, классификация алкадиенов. 1,3-диены, эффект сопряжения. Промышленные способы получения сопряженных диенов (бутадиен, изопрен). Химические свойства 1,3-алкадиенов. Механизм электрофильного 1,2- и 1,4-присоединения, кинетический и термодинамический контроль. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Диены и диенофилы. Полимеризация диенов. Представление о пространственных и линейных полимерах. Каучуки. Пластические массы. Понятие о строении терпенов и каротинов, изопреновое правило.

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

Тема 1.1.5. Циклоалканы

Циклоалканы. Номенклатура. Виды изомерии в циклоалканах (размер цикла, число и взаимное положение заместителей; стереоизомерия). Устойчивость циклов. Напряжение угловое и торсионное. Основы конформационного анализа. Конформация циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации "кресло" циклогексана. Способы получения циклоалканов. Химические свойства циклоалканов. Влияние размера цикла на свойства циклоалканов. Характер связей в циклопропане. Сравнение химических свойств циклоалканов, алканов и алкенов.

Тема 1.1.6. Ароматические углеводороды.

Ароматические углеводороды. Бензол (электронное и пространственное строение). Формула Кекуле. Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля. Энергия стабилизации ароматических систем (энергия сопряжения). Небензоидные ароматические системы. Гетероароматические циклы. Номенклатура и изомерия ароматических углеводородов ряда бензола. Способы получения.

Химические свойства бензола: нитрование; галогенирование; сульфирование; алкилирование, ацилирование (реакция Фриделя-Крафтса). Электрофильные агенты. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре, π - и σ -комплексы, доказательства их существования. Энергетический профиль реакции.

Реакционная способность замещенных ароматических соединений. Ориентация вступления новой группы при наличии заместителя в бензольном кольце. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции бензольного кольца с нарушением ароматической системы связей (гидрирование, озонирование, хлорирование).

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

Арены. Получение гомологов бензола (побочные процессы - полиалкилирование, изомеризация алкилирующего агента). Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей. Галогенирование, нитрование по Коновалову боковых цепей алкилбензолов. Окисление алкилбензолов до бензойных кислот.

Полициклические (многоядерные) ароматические системы (дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Арены». Подготовиться к контрольной работе по материалу раздела «Углеводороды».

Раздел 1.2. Галогенпроизводные.

Тема 1.2.1. Алифатические галогенпроизводные.

Галогенпроизводные. Алифатические галогенпроизводные. Номенклатура и изомерия. Природа связи C-Hal. Способы получения (галогенирование углеводородов, присоединение галогенов и галогеноводородов к непредельным соединениям, замещение гидроксильной группы на галоген в спиртах). Химические свойства. Понятие о нуклеофильных агентах. Нуклеофильность и основность. Реакции нуклеофильного замещения галогена на гидроксильную, алкоксильную, амино-, циано-группы и др. Механизм нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода (S_N1 и S_N2). Энергетический профиль реакции.

Тема 1.2.1. Механизм нуклеофильного замещения и элиминирования.

Мономолекулярное нуклеофильное замещение (S_N1). Зависимость от структуры исходного соединения (электронные и пространственные факторы), нуклеофильности реагента, природы уходящей группы, растворителя. Карбокатионы. Факторы, определяющие их стабильность. Перегруппировки карбокатионов. Бимолекулярное нуклеофильное замещение (S_N2), зависимость от различных параметров (строения субстрата, природы уходящей группы, реагента, растворителя). Стереохимия реакций нуклеофильного замещения (рацемизация; Вальденовское обращение).

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

Реакции элиминирования E1 и E2 (механизм). Конкуренция реакций замещения и элиминирования, зависимость от структуры алкилгалогенида и основности (нуклеофильности) реагента. Реакция алкилгалогенидов с металлическим натрием, с магнием (реактив Гриньяра). Природа связи углерод-металл, применение магнийорганических соединений в органическом синтезе (реакции с карбонильными соединениями, углекислотой, спиртами, водой, со сложными эфирами).

Полигалогеналканы. Хлористый метилен, хлороформ, четыреххлористый углерод. Галоформная реакция. Непредельные галогенпроизводные. Методы получения. Сравнение реакционной способности аллил-, винил- и алкилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения.

Тема 1.2.3. Ароматические галогенпроизводные.

Арилгалогениды. Получение (условия введения галогена в ядро и в боковую цепь). Различие в подвижности галогена в бензил- и фенилгалогенидах (сравнить с алкил-, винил- и аллилгалогенидами). Общее представление о механизме нуклеофильного ароматического замещения. Анионные комплексы Мейзенгеймера. Механизм присоединения-отщепления. Дегидробензол. Влияние заместителей в ароматическом кольце на реакционную способность арилгалогенидов.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Ароматические галогенпроизводные. Реакция Гриньяра».

Раздел 1.3. Спирты, фенолы, простые эфиры.

Тема 1.3.1. Спирты.

Спирты. Одноатомные предельные спирты. Гомологический ряд. Номенклатура, изомерия. Методы получения спиртов (из углеводородов, галогенпроизводных, карбонильных соединений, сложных эфиров и карбоновых кислот). Синтезы с помощью реактива Гриньяра. Физические свойства. Ассоциация, водородная связь, кислотность спиртов. Химические свойства. Реакции водорода гидроксильной группы (с участием связи О-Н спиртов): образование алколюлятов, ацилирование, взаимодействие с реактивом Гриньяра.

Реакции гидроксильной группы (с участием связи С-ОН спиртов): замещение на галоген (под действием галогеноводородов, галогенидов фосфора, хлористого тионила), дегидратация (внутри- и межмолекулярная). Окисление спиртов. Сравнение свойств первичных, вторичных и третичных спиртов (замещение гидроксильной группы на галоген). Метанол, этанол. Высшие спирты в природе. Непредельные спирты. Изомеризация винилового спирта в ацетальдегид. Аллиловый спирт. Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин. Получение. Пинаколиновая перегруппировка (механизм).

Меркаптаны. Сравнение со свойствами спиртов.

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

Тема 1.3.2. Фенолы, простые эфиры.

Фенолы. Номенклатура и изомерия. Методы синтеза. Промышленное получение фенола из кумола (механизм). Синтез фенолов из хлорбензола, арилсульфокислот, арилдиазосоединений. Химические свойства. Взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного кольца. Кислотные свойства фенола, сравнение со спиртами. Влияние заместителей на кислотность фенолов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре фенола (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование).

Получение простых и сложных эфиров фенола. Перегруппировка сложных эфиров фенолов (перегруппировка Фриса). Перегруппировка аллиловых эфиров фенола (перегруппировка Кляйзена). Конденсация фенола с карбонильными соединениями. Фенолформальдегидные смолы. Нитрофенолы. Пикриновая кислота (таутомерия). Хиноны. Хиноидная структура как хромофорная группа.

Простые эфиры. Номенклатура и изомерия. Способы получения. Реакция Вильямсона, межмолекулярная дегидратация спиртов. Химические свойства: образование оксониевых солей, расщепление кислотами. Диэтиловый эфир. Циклические эфиры. Окись этилена, диоксан, тетрагидрофуран. Нуклеофильное раскрытие кольца. Краун-эфиры.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Фенолы». Подготовиться к контрольной работе по материалу разделов «Галогенпроизводные» и «Спирты, фенолы, простые эфиры».

Раздел 1.4. Оксосоединения.

Тема 1.4.1. Оксосоединения. Общая характеристика.

Оксосоединения. Номенклатура. Изомерия. Способы получения оксосоединений: при окислении спиртов, при гидролизе дигалогенпроизводных, из карбоновых кислот и их производных, из ацетиленов (по реакции Кучерова и при гидроборировании); синтез кетонов с помощью ацетоуксусного эфира. Строение карбонильной группы. Влияние заместителей на реакционную способность C=O- группы.

Тема 1.4.2. Реакции нуклеофильного присоединения к C=O-группе.

Химические свойства карбонильных соединений. Общее представление о механизме нуклеофильного присоединения по связи C=O. Кислотный и основной катализ. Присоединение бисульфита натрия, синильной кислоты, магнийорганических соединений, воды, спиртов, аминов. Ацетали, полуацетали. Конденсация оксосоединений с ацетиленами (С-Н – кислота). Полимеризация альдегидов (параформ, паральдегид).

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

Тема 1.4.3. Реакции присоединения-отщепления. Реакции с участием альфа-атомов водорода.

Реакция присоединения-отщепления при взаимодействии оксосоединений с гидроксиламином (оксими), с гидразином и его производными (гидразоны), с семикарбазидом (семикарбазоны) (механизм). Перегруппировка Бекмана (механизм). С-Н-кислотные свойства карбонильных соединений - реакции с участием альфа-атомов водорода: галогенирование (хлораль), альдольная и кротоновая конденсации (механизм реакции, кислотный и щелочной катализ). Кето-енольная таутомерия. Понятие о карбанионах и их стабилизации. Енолизация альдегидов и кетонов. Влияние структуры на положение кето-енольного равновесия. Галоформная реакция (механизм). Восстановление альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов. Реакция Канниццаро (диспропорционирование альдегидов). Реакция Тищенко. Получение пинаконов и пинаколиновая перегруппировка (механизм).

Формальдегид, ацетон.

α -, β - непредельные альдегиды и кетоны. Получение (кротоновая конденсация). Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод–углеродной связью. Присоединение галогеноводородов к непредельным карбонильным соединениям. Акролеин, кротоновый альдегид. Ароматические альдегиды и кетоны. Получение бензальдегида из толуола. Введение ацильной группы в ароматическое кольцо (по Фриделю–Крафтсу).

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Реакции присоединения-отщепления и по альфа-водородному атому для оксосоединений. Получение и свойства альфа-бета-непредельных соединений». Подготовиться к итоговой контрольной работе по материалу III семестра.

Раздел 1.5. Карбоновые кислоты.

Тема 1.5.1. Монокарбоновые кислоты.

Карбоновые кислоты. Монокарбоновые кислоты. Гомологический ряд. Изомерия и номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Ассоциация кислот. Влияние заместителей на кислотные свойства. Сравнение кислотности карбоновых и сульфоновых кислот. Способы получения карбоновых кислот: при окислении углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов; при гидролизе функциональных производных кислот; при взаимодействии магнийорганических соединений с диоксидом углерода; на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Химические свойства: галогенирование по Геллю–Фольгардту–Зелинскому (механизм); декарбоксилирование; электролиз по Кольбе.

Тема 1.5.2. Производные кислот.

Производные карбоновых кислот. Соли, галогенангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры, нитрилы. Получение, взаимные превращения. Химические свойства. Образование амидов из оксимов (перегруппировка Бекмана, механизм). Ацилирование аминов, спиртов и фенолов хлорангидридами или ангидридами кислот. Ряд ацилирующих агентов. Этерификация кислот и омыление сложных эфиров (механизм). Сложноэфирная конденсация Кляйзена (механизм). Муравьиная, уксусная, пальмитиновая, стеариновая кислоты. Особые свойства муравьиной кислоты. Непредельные кислоты. Получение (из галоген- и гидроксид-кислот). Химические свойства. Цис- и транс-изомерия. Фумаровая и малеиновая кислоты. Различия по физическим и химическим свойствам. Малеиновый ангидрид как диенофил в реакции диенового синтеза. Акриловая и метакриловая кислоты. Полимерные материалы на основе производных акриловой и метакриловой кислот.

Задание для самостоятельной работы: выполнить домашнее задание по теме «Монокарбоновые кислоты». Подготовиться к контрольной работе.

Тема 1.5.3. Дикарбоновые кислоты.

Дикарбоновые кислоты. Номенклатура. Общие методы получения. Особые свойства метиленовой группы малонового эфира как C-H-кислоты. Декарбоксилирование малоновой кислоты. Синтезы с помощью малонового эфира. Конденсация Кневенагеля (механизм). Янтарная кислота, ее ангидрид и амид. N-бромсукцинимид (NBS). Ароматические карбоновые кислоты. Бензойная кислота, методы ее получения. Дикарбоновые ароматические кислоты. Синтез и практическое применение фталевой и терефталевой кислот. Ангидрид и амид фталевой кислоты. Реакция Габриэля (получение аминов). Жиры. Аналитические характеристики жиров. Химические свойства. Мыла, детергенты, воски. Понятие о липидах.

Тема 1.5.4. Оксокислоты.

Оксокислоты. Пировиноградная кислота, ее свойства. Ацетоуксусный эфир. Получение (сложноэфирная конденсация Кляйзена, механизм). Кето-енольная таутомерия (влияние строения на положение равновесия). Реакции кетонной и енольной форм ацетоуксусного эфира. Натрацетоуксусный эфир. Алкилирование. Кислотное и кетонное

расщепление. Использование ацетоуксусного эфира для синтеза органических соединений (моно- и дикарбоновых кислот, кетонов).

Тема 1.5.5. Гидроксикислоты.

Гидроксикислоты. Изомерия, номенклатура. Способы получения: при восстановлении кетокилот; при окислении гликолей; через гидроксинитрилы. Дегидратация α -, β -, γ -гидроксикислот. Лактиды и лактоны. Гликолевая, молочная и винная кислоты. Нахождение в природе. Свойства. Оптическая изомерия - вид пространственной изомерии. Оптическое вращение. Асимметрический атом углерода, структурные формулы, проекционные формулы Фишера. Стереохимия соединений с двумя асимметрическими атомами углерода. Антиподы (энантиомеры), рацематы, диастереомеры, мезоформы. Различие физических и химических свойств энантиомеров и диастереомеров. Абсолютная и относительная конфигурации. D,L - система. Принципы R,S-номенклатуры. Определение старшинства заместителей у асимметрического атома углерода. Конфигурация и знак вращения. Стереохимия молочных и винных кислот. Способы разделения рацематов. Понятие об асимметрическом синтезе.

Раздел 1.6. Углеводы.

Углеводы (сахара). Классификация углеводов (моно-, ди- и полисахариды). Моносахариды. Альдопентозы (рибоза, дезоксирибоза, арабиноза, ксилоза), альдогексозы (глюкоза, манноза, галактоза), их строение и нахождение в природе. Стереохимия альдоз и кетоз. Связь конфигурации сахаров с D- и L - глицериновым альдегидом. Глюкоза, открытая и циклическая (полуацетальная) формы глюкозы (пиранозная, фуранозная). Формулы Хеуорса. Гликозидный гидроксил. Кольчато-цепная таутомерия и мутаротация сахаров. α - и β -формы (аномеры). Химические свойства. Окисление, восстановление, ацилирование. Гликозиды (циклические ацетали) и агликаны. Озаны. Эпимеры. Реакции укорочения и удлинения цепи. Конформация глюкопиранозы (форма "кресло", аксиальное и экваториальное расположение гидроксильных групп). Конфигурация циклической формы у рибозы и дезоксирибозы. Фруктоза как пример кетозы. Строение, свойства. Эпимеризация моносахаридов (взаимопревращение глюкозы, маннозы и фруктозы). Сахароза как представитель дисахаридов, ее строение, инверсия оптической активности при гидролизе. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара. Крахмал, клетчатка (полисахариды). Строение, химическая переработка клетчатки.

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

Раздел 1.7. Амины. Аминокислоты.

Тема 1.7.1. Алифатические амины.

Алифатические амины. Классификация, номенклатура и изомерия. Способы получения аминов: из галогенпроизводных (реакция Гофмана), при восстановительном аминировании карбонильных соединений, при восстановлении азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, нитросоединений, из

амидов карбоновых кислот (перегруппировка Гофмана), по реакции Габриэля. Электронное строение аминогруппы. Стереохимия аминов. Химические свойства аминов. Амины как основания. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов, а также амидов. Алкилирование, ацилирование аминов. Защита аминогруппы. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины. Четвертичные аммониевые основания и их соли. Диамины, аминоспирт

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

Тема 1.7.2. Ароматические амины. Диазосоединения.

Ароматические амины (анилин, толуидин). Получение при восстановлении соответствующих нитросоединений. Взаимное влияние аминогруппы и ароматического кольца. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце ароматических аминов. Защита аминогруппы. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов. Влияние заместителя в кольце на основные свойства аминогруппы. Сульфаниловая кислота. Цвиттер-ионы. Понятие о сульфамидных препаратах. Диазотирование первичных ароматических аминов азотистой кислотой. Соли диазония, их реакции, протекающие без выделения и с выделением азота. Азосочетание как реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре. Азокрасители.

Тема 1.7.3. Аминокислоты.

Аминокислоты. Изомерия, номенклатура. Природные аминокислоты. Стереохимия аминокислот. Амфотерные (кислотно-основные) свойства аминокислот. Внутренние соли (бетаины), изоэлектрическая точка. Реакции аминокислот по карбоксильной и аминогруппам. Сравнение α -, β - и γ -аминокислот. Лактамы. Дикетопиперазины. Дезаминирование и декарбоксилирование аминокислот. Важнейшие представители природных аминокислот (глицин, аланин, фенилаланин, валин, лейцин, лизин, треонин, пролин, триптофан). Общее представление о составе, строении, физических и химических свойствах белков. Первичная структура пептидов. Определение последовательности аминокислот. Пептидные спирали и водородная связь. Пептидный синтез. Избирательная защита и активирование amino- и карбоксильной групп (карбобензоксигруппа). Общее представление о составе и строении нуклеиновых кислот. Синтетические полиамиды: нейлон, капрон.

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

Раздел 1.8. Гетероциклические соединения.

Гетероароматические соединения. Пятичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Их нахождение в природе. Строение (участие p-пары электронов гетероатома в создании ароматического секстета). Изомерия, номенклатура монозамещенных гетероциклов. Ацидофобность. Электрофильное замещение, ориентация вступления заместителя. Сравнение с реакционной способностью бензола.

Пиридин, нахождение в природе, строение, изомерия монозамещенных. Сравнение с реакционной способностью пиррола и бензола. Ориентация при электрофильном замещении. Основные свойства пиридина. Алкилирование по атому азота, входящему в гетероароматическое кольцо. Нуклеофильное замещение атома водорода, связанного с пиридиновым ядром, на аминогруппу (реакция Чичибабина). Гетероциклы как структурный элемент природных соединений (пуриновые и пиримидиновые основания).

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к итоговой контрольной работе по материалу IV семестра.

Раздел 1.9. Идентификация органических соединений.

Инфракрасная спектроскопия. Природа ИК-спектров. Форма их записи. Понятие о характеристических (групповых) частотах для отдельных классов органических соединений. Электронная спектроскопия. Природа спектров в УФ- и видимой области. Форма записи. Типы электронных переходов в органических молекулах. Понятие о хромофорных группировках. Причины окраски. Понятие о спектроскопии протонного магнитного резонанса. Природа ПМР-спектров, их основные характеристики: химический сдвиг, интенсивность, мультиплетность. Шкалы. Спектры ПМР отдельных классов органических соединений. Понятие о масс-спектрометрии. Принцип метода, фрагментация молекул органических веществ под действием электронного удара. Принцип установления строения органических веществ по данным УФ-, ИК-, ПМР- и масс-спектрометрии.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ ЧАСТЬ

Раздел 2.1. Основные правила работы в органической лаборатории.

Инструктаж по технике безопасности. Основные правила работы в органическом практикуме. Ведение лабораторного журнала. Оформление практических задач: составление плана работы, занесение в журнал наблюдений за ходом реакции и составление отчета о выполнении работы.

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к выполнению практической работы по теме «Перекристаллизация органического вещества из воды»

Раздел 2.2. Перекристаллизация органического вещества из воды.

А. Перекристаллизация органического вещества из воды. Определение температуры плавления.

Б. Правила работы с горючими веществами (ЛВЖ). Работа с химической посудой.

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к выполнению практической работы по теме «Разгонка смеси двух органических жидкостей».

Раздел 2.3. Разгонка смеси двух органических жидкостей.

А. Разгонка смеси двух органических жидкостей. Определение температуры кипения и показателя преломления.

Б. Подготовка к выполнению синтетических задач и составление отчета о синтезе. Схема прибора (посуда и оборудование). Пересчет методики на заданное преподавателем количество исходного вещества (вычисление количеств реагентов, требуемых по теории и по методике, определение вещества, данного в «недостатке» и др.). Способы выражения концентраций растворов (молярная, нормальная, процентная). Расчет выхода продукта.

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к выполнению практических работ по теме «Синтез органического соединения» (4-5 синтезов).

Раздел 2.4-2.9. Синтезы некоторых органических соединений.

За 5 практических занятий каждый студент выполняет 4 (5) синтетических задач (из списка, приведенного ниже). Набор задач составляется преподавателем таким образом, чтобы в течение семестра каждый студент ознакомился с основными экспериментальными методами и приемами работы в органическом практикуме (очистка, выделение и идентификация органических веществ; определение физико-химических констант; кристаллизация; перегонка при атмосферном давлении, перегонка в вакууме; высушивание органических веществ; возгонка; проведение реакций с механическим перемешиванием, с использованием магнитной мешалки; фильтрование; экстракция; хроматографический метод определения чистоты органического вещества (тонкослойная хроматография – ТСХ)).

ПЕРЕЧЕНЬ СИНТЕЗОВ

1. Этилформиат.
2. Бутилацетат.
3. Изоамилацетат.
4. Аспирин.
5. Трет-бутилхлорид.
6. Иодоформ.
7. Ацетанилид.
8. Бензамид.
9. п-Бензохинон.
10. Ацетилглицин.
11. Парацетамол.
12. Дибромкоричная кислота.

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к выполнению практической работы по теме «Хроматографическое определение чистоты полученного парацетамола и определение парацетамола в образце промышленного лекарственного препарата»

Раздел 2.10. Хроматографическое определение полученных веществ .

Хроматографическое определение чистоты полученного парацетамола (ТСХ) и определение парацетамола в образце промышленного лекарственного препарата.

Задание для самостоятельной работы: подготовиться к устной сдаче зачета по материалу разделов 2.1-2.10.

Раздел 2.11. Правила пользования химической литературой.

Теоретическое занятие по правилам пользования химической литературой (справочник Бейльштейна и реферативный журнал «Химия»). Основные принципы написания литературного обзора. Составление библиографии. Занятие проходит в аудитории и в помещении библиотеки Химического факультета МГУ (читальный студенческий зал и интернет-класс).

Раздел 2.12. Курсовая работа (реферат).

Целью курсовой работы (реферата) является подбор и обобщение литературных данных о методах синтеза и некоторых физико-химических константах (температура плавления, температура кипения, показатель преломления) предложенного преподавателем органического соединения. Литературный обзор выполняется по данным справочника Бейльштейна (основной том, I – IV дополнения), а также по информации из реферативного журнала РЖ«Химия» (за 5-10 лет). Самостоятельная работа студентов по подбору литературы проводится в библиотеке химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова.

Задание для самостоятельной работы: выполнить письменный обзор литературных методов синтеза и некоторых физико-химических констант органического соединения по данным справочника Бейльштейна и РЖХим. Составить библиографию использованных в обзоре литературных источников.

VIII. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины.

IX. Используемые технологии.

В преподавании дисциплины используются:

А. Образовательные технологии – лекции с демонстрацией различных химических опытов, иллюстрирующих свойства органических соединений; семинарские занятия;

Б. практические занятия, использование хромаатографического метода определения (ТСХ) чистоты полученного парацетамола, сравнение с данными промышленных лекарственных препаратов; выполнение реферата - письменного литературного обзора методов синтеза и некоторых физико-химических констант органического соединения.

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

Самостоятельная работа студентов состоит в выполнении письменных заданий по теоретическому материалу (текст передается по электронной почте). В аудиторские контрольные работы включаются задачи и примеры, аналогичные заданиям домашних работ. Для выполнения синтетических задач студенты проводят самостоятельный расчет синтезов по предварительно выданным методикам. В IV семестре студенты выполняют курсовую работу (литературный обзор и обобщение методов синтеза и некоторых физико-химических констант органических соединений). Подготовка студентов к зачету по практикуму осуществляется по заранее полученным вопросам.

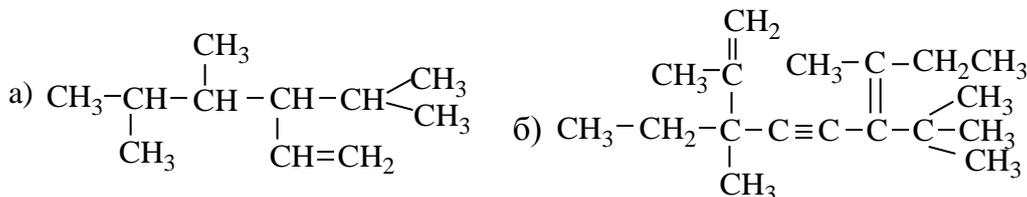
Работа студентов в семестре (выполнение домашних заданий, контрольных работ, практикума по органической химии (зачет), участие в семинарских занятиях, написание литературного обзора) оценивается преподавателем по пятибалльной шкале. Оценка передается в экзаменационную комиссию и учитывается при сдаче экзамена. Для студентов, не выполнивших учебный план, итоговая контрольная выносится на экзамен. Ее выполнение является необходимым условием начала экзамена.

Б. Примерный список заданий для проведения аттестации.

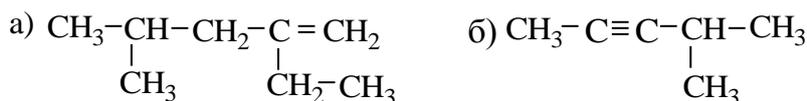
Контрольная работа по материалу раздела «Углеводороды» (2 часа)

(образец)

1. Назовите по номенклатуре IUPAC:



2. Назовите по рациональной номенклатуре:



3. Напишите механизм получения 2-бром-3-метилбутана из 2-метилбутена-2.

4. Какие продукты образуются при реакции брома с 2-метилпентеном-1, растворенном в метиловом спирте, содержащем хлористый литий?

5. Напишите схему получения гексадиена -2,4. Как идет реакция этого диена с а) HBr, б) HOCl, в) Cl₂. Укажите тип реакции и приведите ее механизм.

6. Напишите реакцию Кучерова для этилацетилена.

7. Напишите реакции бромирования в ароматическое кольцо следующих соединений: а) этилбензола; б) нитробензола; в) бензолсульфокислоты; г) о-нитротолуола; д) фенола; е) бромбензола. Расположите их в ряд по легкости вступления в реакцию бромирования. Укажите условия реакции.

8. Изобутилбензол обрабатывают бромом при облучении светом в газовой фазе. Какое производное образуется? Напишите подробный механизм реакции.
9. Предложите схему получения изопропилбензола из ацетилена, метана и неорганических веществ. Укажите условия реакций.
10. Какие продукты и по какому механизму получаются при действии на бензол следующих реагентов:
- хлористого циклогексила в присутствии трифторида бора;
 - циклогексена в присутствии фосфорной кислоты;
 - трет-бутилового спирта в присутствии серной кислоты?

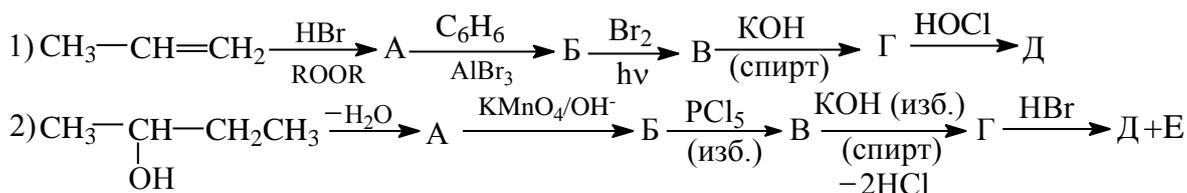
Контрольная работа по материалу разделов

«Галогенпроизводные», «Спирты, фенолы, простые эфиры» (2 часа).

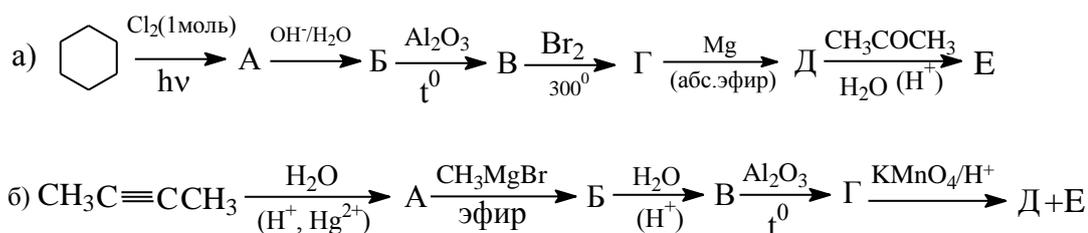
(образец)

1. Напишите уравнения реакций хлористого изоамила со следующими реагентами:
- этилат натрия;
 - металлический натрий;
 - спиртовой раствор щелочи;
 - магний в абсолютном эфире;
 - водный раствор щелочи.

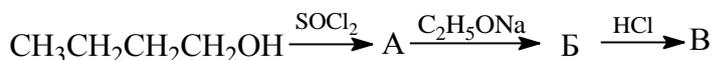
2. Расшифруйте следующие схемы:



3. Расшифруйте схемы:



4. Какие спирты образуются при взаимодействии иодистого метилмагния со следующими карбонильными соединениями (с последующим гидролизом):
- формальдегид;
 - уксусный альдегид;
 - изомасляный альдегид;
 - метилэтилкетон;
 - циклогесанон?
5. Какие спирты получаются при гидратации по А.М.Бутлерову следующих этиленовых углеводородов:
- пропилен;
 - триметилэтилен;
 - изобутилен;
 - 2,2-диметилгексен-3?
6. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ в схеме:



7. Как реагирует фенол со следующими реагентами:
- NaOH, (CH₃CO)₂O;
 - Br₂, CCl₄, 5⁰;
 - конц. H₂SO₄, 0⁰;
 - конц. H₂SO₄, 100⁰;
 - Br₂/H₂O;
 - HNO₃ (19%), 0⁰?

8. Напишите структурную формулу вещества C_4H_9Br , если при гидролизе оно превращается в первичный спирт, а в результате дегидробромирования и последующего гидробромирования образует третичный бромид.

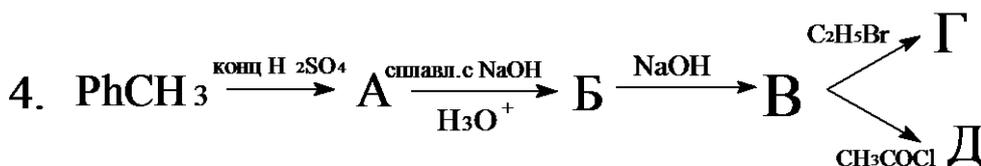
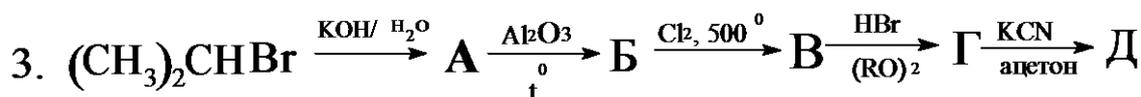
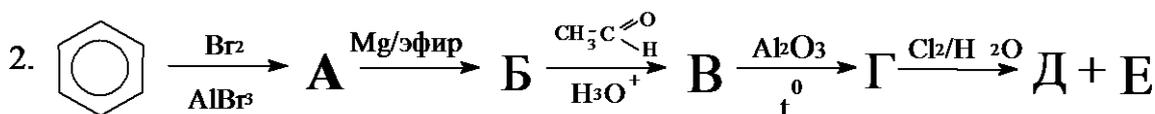
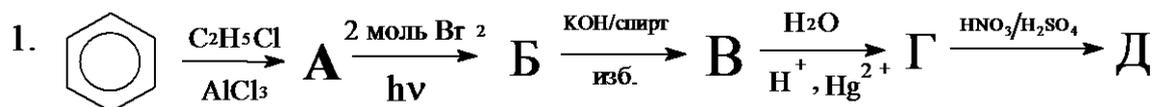
9. В каком из следующих соединений – хлористом этиле, хлористом виниле, хлористом аллиле – связь $C-Hal$ в реакции гидролиза более устойчива? Расположите их в ряд. Дайте объяснения.

10. Какие соединения получатся при действии брома на изопрен? Назовите их. Отметьте структуры, имеющие цис-транс-изомеры.

Итоговая контрольная работа (по материалу III семестра) (2 часа).

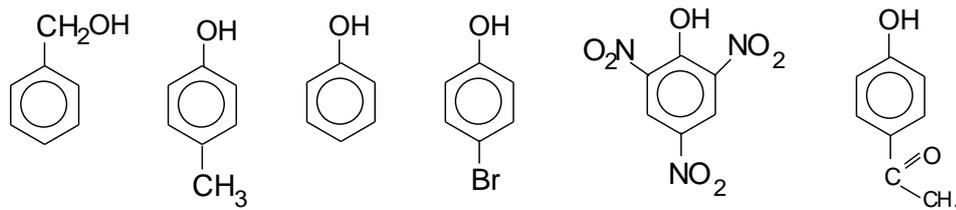
(образец)

I. Расшифруйте схемы реакций:



II. Напишите продукты и условия взаимодействия с водой следующих соединений:
 а) бутен-1; б) метилацетилен; в) хлористый этилиден; г) изопропилат натрия; д) 2-метилбутан; е) стирол; ж) гексадиен-2,4; з) фенолят натрия; и) этилмагнийбромид.

III. Расположите соединения в порядке увеличения кислотных свойств:

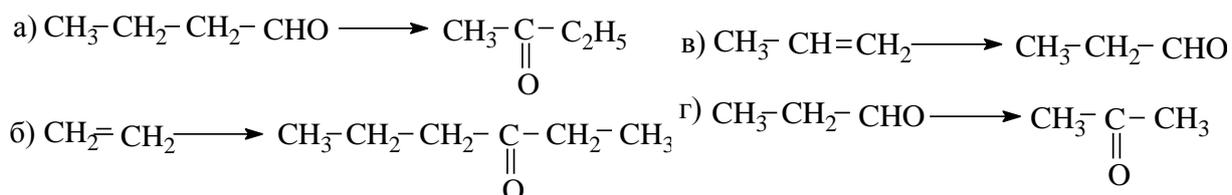


IV. Напишите уравнения реакций: а) изопрен + HCl ; б) изопрен + H_2SO_4 ; в) изопрен + $HOCl$. Укажите тип и механизм реакций.

V. Какие соединения получают при хлорировании следующих веществ: п-метилацетофенон, м-динитробензол, о-крезол, м-нитрофенол? Расположите соединения по степени легкости вступления третьего заместителя. Укажите случаи согласованной ориентации.

VI. Кальциевые соли каких соединений надо подвергнуть сухой перегонке, чтобы получить следующие карбонильные соединения: а) валериановый альдегид; б) метилизопропилкетон.

VII. Предложите схемы следующих синтезов и укажите условия реакции:



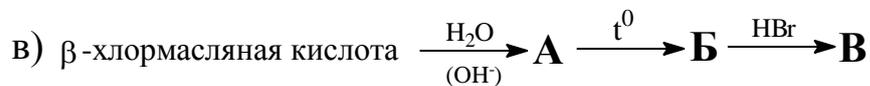
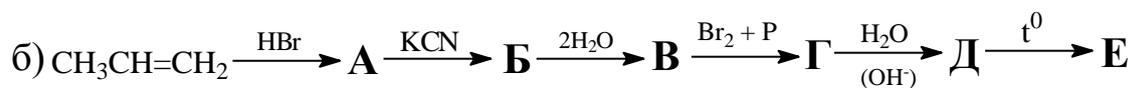
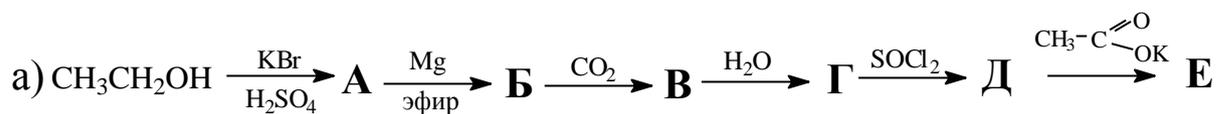
VIII. Какие соединения образуются при гидролизе продуктов присоединения синильной кислоты к следующим карбонильным соединениям: а) уксусный альдегид; б) изомасляный альдегид; в) метилэтилкетон?

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

Контрольная работа по материалу раздела «Карбоновые кислоты» (2 часа)

(образец)

1. Напишите структурные формулы: а) этилпропионат; б) ангидрид бензойной кислоты; в) N,N-диметилацетамид; г) хлористый пропионил; д) циклогексан-карбоновая кислота; е) изовалерат натрия; ж) ацетонитрил; з) изобутилбутират; и) β,β-дихлормасляная кислота; к) бензоат кальция.
2. Напишите механизм гидролиза этилбензоата (кислотный и основной).
3. Расположите в ряд по возрастанию кислотности следующие монокарбоновые кислоты: $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{NO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$, $\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$.
4. Из ацетилена и неорганических соединений получите: а) этилбутаноат; б) амид изомасляной кислоты.
5. Напишите формулы промежуточных и конечных веществ:



6. Исходя из малонового эфира, получите следующие кислоты: а) α -метилвалериановую; б) адипиновую (бутандикарбоновую-1,4); в) коричную (β -фенилакриловую).

7. С помощью ацетоуксусного эфира получите следующие соединения: а) капроновую (гексановую) кислоту; б) 3-метилпентанон-2.

8. Для пропилацетата напишите механизмы:

А) сложноэфирной конденсации по Кляйзену;

Б) конденсации с метилформиатом;

В) реакции с этилмагнийбромидом.

Назовите продукты реакций А и Б.

Итоговая контрольная работа (по материалу IV семестра) (2 часа)

(образец)

I. Напишите схему кротоновой конденсации для масляного альдегида (механизм кислотного и основного катализа).

II. Получите янтарную и валериановую кислоты, исходя из: а) малонового и б) ацетоуксусного эфиров.

III. Напишите схемы для этилпропионата: а) сложноэфирной конденсации; б) реакции с этилмагнийбромидом с последующим гидролизом.

IV. Какие вещества получают при действии водного раствора нитрита натрия и соляной кислоты при 0°C на метилэтиламин; на н-пентиламин?

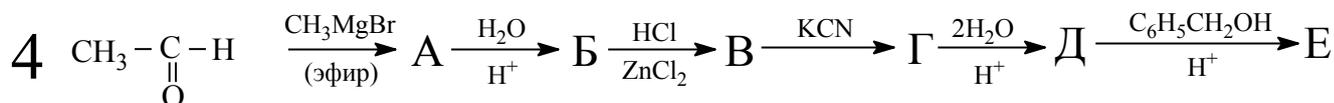
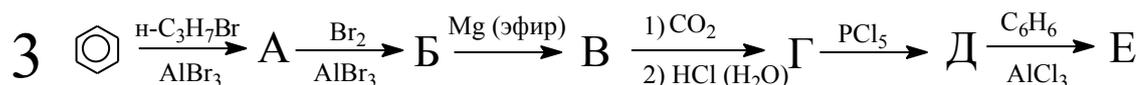
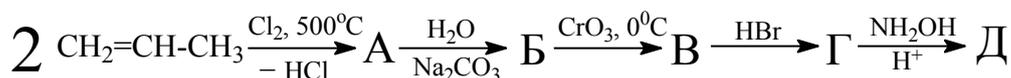
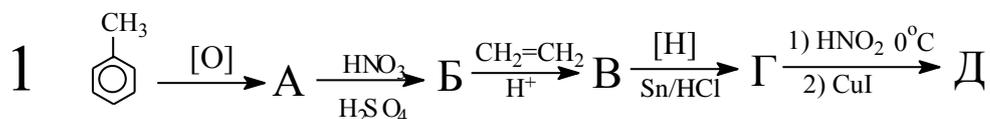
V. Из изобутилового спирта получите: а) изоамиламин; б) изопропиламин.

VI. Из метана и неорганических соединений получите изопропилфенилкетон.

VII. Напишите продукты и условия взаимодействия с водой следующих соединений:

а) акриловая кислота; б) бутиронитрил; в) бутилпропионат; г) этилат натрия; д) бензилхлорид; е) пропилацетилен; ж) метилмагнийбромид; з) бензилбензоат.

VIII. Осуществите следующие превращения:



IX. Предложите схему получения (через соли диазония): а) п-бромидбензола из анилина; б) м-бромфторбензола из анилина; в) о-хлорбензойной кислоты из о-толуидина.

X. Дайте название и установите строение азотсодержащего соединения: C₆H₁₅N, при действии на который азотистой кислоты выделяется азот и образуется смесь спирта C₆H₁₄O и алкена C₆H₁₂. Последний при озонлизе превращается в ацетальдегид и бутанон

IX. Напишите схему альдольной конденсации (если она возможна) для следующих соединений: а) уксусный альдегид; б) пропионовый альдегид; в) масляный альдегид; г) изомасляный альдегид; д) триметилуксусный альдегид; е) ацетон. Какие вещества образуются из этих соединений в результате кротоновой конденсации (если она возможна)?

Х. Сравните отношение изобутилбензола к бром: а) в присутствии катализатора; б) при освещении. Напишите уравнения реакций и их механизмы. Объясните ориентацию.

В. Примерный список вопросов для проведения аттестаций.

Экзаменационные вопросы (III семестр, промежуточная аттестация).

Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса (список приведен ниже), а также задачу, аналогичную задачам контрольных работ, выполняемых в течение семестра.

1. Алканы. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. sp^3 -гибридное состояние атома углерода. Химические свойства. Механизм свободно-радикального замещения (рассмотреть на примере хлорирования).
2. Алканы. Природа С-С и С-Н- связей. Механизм свободно-радикального замещения (рассмотреть на примере хлорирования). Различие в реакционной способности атома водорода при первичном, вторичном и третичном атомах водорода.
3. Алканы. sp^3 -гибридное состояние атома углерода. Химические свойства. Галогенирование, сульфохлорирование, нитрование (по Коновалову). Механизм свободно-радикального замещения.
4. Алкены. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Природа двойной связи. sp^2 -гибридное состояние атома углерода. Цис-транс-изомерия. Химические свойства. Механизм электрофильного присоединения к алкенам (на примере галогенирования).
5. Алкены. Химические свойства. Правило Марковникова и его современное толкование. Правило Хараши (механизм свободно-радикального присоединения).
6. Алкены. sp^2 -гибридное состояние атома углерода. Геометрия двойной связи. Способы получения алкенов. Химические свойства: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование. Правило Марковникова и его современное толкование.
7. Алкены. Химические свойства: гидрирование, гидрогалогенирование, гидратация. Окисление (реакция Вагнера, озонирование). Аллильное галогенирование.
8. Алкины. sp -гибридное состояние атома углерода. Способы получения ацетиленов. Химические свойства алкинов: реакции присоединения и реакции с участием ацетиленового атома водорода (механизм).
9. Алкины. Природа тройной углерод-углеродной связи. Химические свойства: гидрогалогенирование, галогенирование, реакция Кучерова (механизм).
10. Ацетилен. Природа тройной углерод-углеродной связи. Химические свойства: реакции присоединения; реакции с участием подвижного ацетиленового атома водорода (механизм). Полимеризация ацетиленов.
11. Алкины. sp -гибридное состояние атома углерода. Реакции с участием подвижного атома водорода. Ацетилениды металлов.
12. Алкадиены. Изомерия. Номенклатура. Классификация алкадиенов. 1,3-диены. Эффект π, π -сопряжения. Химические свойства 1,3-диенов.

13. Алкадиены. Строение 1,3-диенов. Химические свойства: электрофильное 1,2- и 1,4-присоединение (механизм). Диеновый синтез.
14. Алкадиены. 1,3-диены. Строение и свойства сопряженных диенов. Механизм электрофильного 1,2- и 1,4-присоединения. Кинетический и термодинамический контроль.
15. Циклоалканы. Гомологический ряд. Устойчивость циклов. Напряжение угловое и торсионное. Прочность циклов (циклопропан, циклобутан, циклопентан, циклогексан).
16. Циклоалканы. Химические свойства. Влияние размера цикла на свойства циклоалканов. Характер связей в циклопропане. Сравнение химических свойств циклоалканов, алканов и алкенов.
17. Циклоалканы. Устойчивость циклов. Напряжение угловое и торсионное. Основы конформационного анализа. Конформация циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи в конформации «кресло» циклогексана.
18. Ароматические углеводороды. Бензол (электронное и пространственное строение). Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля. Энергия стабилизации ароматических систем (энергия сопряжения). Небензоидные ароматические системы. Гетероароматические циклы.
19. Ароматические углеводороды. Механизм электрофильного замещения в ароматическом ядре. π - и σ -комплексы, доказательства их существования. Энергетический профиль реакции.
20. Ароматические углеводороды. Химические свойства: нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование, сульфирование. Механизм электрофильного замещения. Электрофильные агенты.
21. Ароматические углеводороды. Механизм электрофильного замещения в бензольном кольце, содержащем электронодонорные или электроноакцепторные заместители. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация.
22. Ароматические углеводороды. Получение гомологов бензола. Реакции алкилбензолов с участием боковых цепей и ароматического ядра на примере галогенирования, нитрования (механизм).
23. Алифатические галогенпроизводные. Природа связи C-Hal. Химические свойства. Понятие о нуклеофильных агентах. Реакции нуклеофильного замещения галогена (механизм).
24. Алифатические галогенпроизводные. Механизм нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода (S_N1 и S_N2). Понятие о нуклеофильных агентах. Энергетический профиль реакции. Стереохимия нуклеофильного замещения.
25. Алифатические галогенпроизводные. S_N1 -механизм нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Зависимость от различных параметров (структуры исходного соединения, нуклеофильности реагента, природы галогена, уходящей группы, растворителя). Рацемизация.
26. Алифатические галогенпроизводные. S_N2 -механизм нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода. Зависимость от различных параметров (структуры исходного соединения, нуклеофильности реагента, природы галогена, уходящей группы, растворителя). Вальденовское обращение.

27. Реакции элиминирования. Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования, зависимость от структуры алкилгалогенидов и основности (нуклеофильности) реагента.
28. Реакция алкилгалогенидов с магнием (реактив Гриньяра). Природа связи углерод – металл. Применение магниорганических соединений в органическом синтезе (реакции с карбонильными соединениями, углекислотой, спиртами, водой).
29. Галогенпроизводные. Сравнение реакционной способности аллил-, бензил-, винил-, фенил- и алкилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения.
30. Хлорирование толуола в боковую цепь и в ароматическое ядро. Сравнение свойств алкил- и арилгалогенидов. Влияние на эту реакцию положения и характера заместителей в бензольном кольце арилгалогенидов. Особенности нуклеофильного замещения в ароматическом кольце.
31. Предельные спирты. Получение спиртов. Химические свойства. Замещение гидроксильной группы на галоген под действием галогеноводородов (механизм).
32. Предельные спирты. Химические свойства. Спирты как слабые ОН-кислоты. Реакции водорода гидроксильной группы (образование алкоголятов, ацилирование, взаимодействие с магниорганическими соединениями).
33. Предельные спирты. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения спиртовой группы – замещение ОН-группы на галоген (механизм).
34. Фенолы. Сравнение свойств ОН-группы фенолов и спиртов. Зависимость кислотных свойств фенолов от природы заместителей в бензольном кольце.
35. Особенности строения фенолов. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Влияние заместителей в ароматическом ядре на кислотность фенолов.
36. Оксосоединения. Способы получения альдегидов и кетонов. Строение карбонильной группы. Общая характеристика механизма нуклеофильного присоединения по карбонильной группе (приведите примеры реакций).
37. Оксосоединения. Способы синтеза карбонильных соединений. Получение пинаконов. Пинаколиновая перегруппировка (механизм).
38. Оксосоединения. Строение карбонильной группы. Реакции нуклеофильного присоединения по двойной связи С=О в альдегидах и кетонах (взаимодействие с бисульфитом натрия, синильной кислотой, реактивом Гриньяра).
39. Оксосоединения. Строение карбонильной группы. Химические свойства: реакции с гидросиламином и его производными (механизм). Перегруппировка Бекмана (механизм).
40. Оксосоединения. Реакции с участием альфа-атомов водорода. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов. Механизм реакции (кислотный и основной катализ).
41. Оксосоединения. Реакции с участием альфа-атомов водорода. Галогенирование. Механизм реакции (кислотный и основной катализ). Галоформная реакция (механизм).
42. Оксосоединения. Альфа-СН-кислотные свойства карбонильных соединений. Роль кислотного и основного катализа в конденсациях альдольно-кетонового типа (механизм).
43. Альфа, бета- непредельные оксосоединения. Получение (с использованием конденсаций карбонильных соединений). Реакции присоединения галогеноводородов по сопряженной двойной С=C связи.

Экзаменационные вопросы (IV семестр, итоговая аттестация)

Каждый экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса (список приведен ниже), а также задачу, аналогичную задачам контрольных работ, выполняемых в течение семестра.

1. Карбоновые кислоты. Способы получения (с использованием реакции окисления, гидролиза; с помощью реактива Гриньяра; из малонового и ацетоуксусного эфиров).
2. Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Влияние заместителей на кислотные свойства кислот. Сравнение кислотности карбоновых и сульфоновых кислот.
3. Карбоновые кислоты и их производные: соли, ангидриды, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Химические свойства и взаимные превращения производных карбоновых кислот.
4. Функциональные производные карбоновых кислот (галогенангидриды, ангидриды). Их взаимодействие с водой (гидролиз), со спиртами, аминами. Ряд ацилирующих агентов.
5. Методы получения сложных эфиров кислот: этерификация карбоновых кислот (механизм), ацилирование спиртов. Гидролиз сложных эфиров (механизм).
6. Карбоновые кислоты. Альфа-СН-кислотные свойства: галогенирование, сложноэфирная конденсация Кляйзена (механизм).
7. Сложно-эфирная конденсация Кляйзена (на примере пропилпропионата). Механизм. Кислотные свойства альфа-водородных атомов бета-кетоефиров карбоновых кислот.
8. Дикарбоновые кислоты алифатического ряда. Получение с помощью малонового и ацетоуксусного эфиров. Отношение к нагреванию.
9. Фумаровая и малеиновая кислоты. Различие по физическим и химическим свойствам. Малеиновый ангидрид как диенофил в реакции диенового синтеза.
10. Гидроксикислоты. Дегидратация альфа-, бета- и гамма-гидроксикислот. Лактиды и лактоны. Stereoisomerism винных кислот.
11. Гидроксикислоты. Stereochemistry винных кислот: оптические антиподы (энантиомеры), рацемические смеси, мезоформы, диастереомеры. Принципы разделения рацемических смесей.
12. Оптическая изомерия органических соединений с несколькими асимметрическими атомами углерода. Их проекционные формулы. Особенности оптической изомерии винных кислот.
13. Оптическая изомерия органических соединений. Асимметрический атом углерода. Stereochemistry винных кислот. Антиподы (энантиомеры). Диастереомеры. Рацематы. Мезоформы. Разделение рацематов на оптические антиподы.
14. Винные кислоты, нахождение в природе. Stereoisomerism винных кислот. Антиподы, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Способы разделения рацематов.
15. Углеводы. Классификация. Моносахариды (глюкоза), дисахариды (сахароза), полисахариды (крахмал и клетчатка). Строение моносахаридов. Кольчато-цепная таутомерия. Stereochemistry моносахаридов. Альфа- и бета-стереоизомеры.

16. Углеводы. Альдогексозы, их строение и нахождение в природе. Открытая и циклическая форма глюкозы. Глюкозидный гидроксил. Кольчато-цепная таутомерия и мутаротация.
17. Амины. Классификация аминов. Методы получения: алкилирование аммиака и аминов (реакция Гофмана), синтез с помощью фталимида калия (реакция Габриэля); восстановление азотсодержащих производных карбонильных соединений.
18. Алифатические амины. Изомерия и номенклатура. Амины как органические основания. Сравнение свойств первичных, вторичных и третичных аминов, а также аммиака и амидов.
19. Алифатические амины как основания. Сравнение основных свойств первичных, вторичных и третичных аминов, а также аминов ароматического ряда. Особенности электронного строения и свойств атомов азота в пиридине и пирроле.
20. Алифатические амины. Химические свойства. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов. Алкилирование, ацилирование аминов. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины.
21. Алифатические амины. Нуклеофильные свойства. Алкилирование, ацилирование. Образование четвертичных аммониевых оснований. Взаимодействие с азотистой кислотой первичных, вторичных и третичных алифатических аминов.
22. Амины. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные алифатические амины. Реакция диазотирования ароматических аминов.
23. Ароматические амины. Взаимное влияние амино-группы и бензольного кольца. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов.
24. Ароматические амины. Реакции электрофильного замещения. Защита амино-группы. Сравнение основных свойств алифатических и ароматических аминов.
25. Ароматические амины. Галогенирование, сульфирование, нитрование ароматических аминов (механизм).
26. Ароматические амины. Галогенирование, сульфирование, нитрование, диазотирование аминов. Ароматические соли диазония.
27. Ароматические соли диазония. Их химические реакции, протекающие с выделением и без выделения азота (реакция азосочетания).
28. Особые свойства метиленовой группы малонового и ацетоуксусного эфира. Синтезы с помощью малонового и ацетоуксусного эфиров.
29. Ацетоуксусный эфир. Получение (сложноэфирная конденсация Кляйзена). Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира. Реакции кетонной и енольной форм.
30. Кето-енольная таутомерия ацетоуксусного эфира. Реакции кетонной и енольной форм. Синтезы с помощью ацетоуксусного эфира. Кислотное и кетонное расщепление.
31. Аминокислоты. Кислотно-основные свойства. Отношение к нагреванию альфа-, бета- и гамма-аминокислот. Лактамы и дикетопиперазины.
32. Аминокислоты. Реакции по амино- и карбоксильной группам. Пептидная связь. Представление о пептидном синтезе (избирательная защита и активирование амино- и карбоксильной групп).
33. Аминокислоты. Сравнение свойств альфа-, бета- и гамма-аминокислот. Представление о составе, строении, физических и химических свойствах белков. Пептидный синтез. Избирательная защита и активирование амино- и карбоксильной групп.

34. Аминокислоты – структурные фрагменты белков. Особенности их химического и пространственного строения. Реакции по амино- и карбоксильной группам. Отношение к нагреванию.
35. Пиридин. Строение. Пиридин как основание. Реакции с алкилгалогенидами. Реакции электрофильного замещения.
36. Пиридин как представитель шестичленных ароматических гетероциклов. Сравнение с реакционной способностью бензола и пиррола. Ориентация при электрофильном замещении.
37. Пятичленные гетероароматические соединения. Фуран, тиофен, пиррол. Реакции электрофильного замещения.

Вопросы для зачета по практикуму по органической химии

1. Перечислите известные Вам критерии чистоты органических веществ.
2. Какие способы очистки жидких органических веществ Вам известны?
3. Какие способы очистки твердых органических веществ Вам известны?
4. Как перегоняют жидкие вещества с низкой (высокой) температурой кипения?
5. Назовите способы высушивания органических веществ.
6. Почему после высушивания растворов прокаленными солями перед разгонкой необходимо провести отделение растворов от кристаллогидратов солей?
7. Почему при возобновлении прерванной перегонки (или при добавлении следующей порции перегоняемого вещества) необходимо использовать новые кипяильники?
8. Как зависит показатель преломления от температуры?
9. Во время отгонки растворителя в вакууме водоструйного насоса пары его могут попасть в ртутный манометр и загрязнить его. Как избежать этого?
10. Как предотвратить вспенивание и «перебросы» на первых стадиях отгонки растворителя в вакууме?
11. Почему по окончании вакуумной перегонки категорически запрещается перекрывать водоструйный насос до впуска воздуха в прибор и отключения его от насоса?
12. Опишите порядок подбора подходящего растворителя для перекристаллизации вещества, если таковой для него неизвестен.
13. Как очистить твердое вещество от нерастворимых примесей?
14. Как очистить твердое вещество от растворимых примесей?
15. Какие способы ускорения кристаллизации вам известны?
16. Почему для количественного перенесения кристаллов из сосуда на фильтр используют маточный раствор, а не чистый растворитель?
17. Почему для отделения твердого вещества от жидкости фильтрование с отсасыванием предпочитают обычному фильтрованию?
18. Как выполняется промывание твердого вещества на фильтре при обычном фильтровании и при фильтровании с отсасыванием?
19. Почему при определении температуры плавления нельзя быстро повышать температуру?

20. Каковы источники ошибок при определении температуры плавления на шарике термометра? В каких случаях используют такой способ определения температуры плавления?
21. Какие способы перемешивания реакционных смесей Вы знаете?
22. Что такое экстракция? Когда применяется этот метод?
23. Как разделить смесь двух жидких веществ (использовать различие в температурах кипения) ?
24. Как разделить смесь двух твердых веществ (использовать различие в растворимости)?
25. Способы выражения концентрации растворов (молярность, нормальность, процентная концентрация).
26. Составьте план практического выполнения синтеза органического вещества по предложенной методике (из числа задач, выполненных в течение семестра).

Вопросы по курсовой работе (реферату).

- I. Общее представление об источниках научной информации по органической химии (научные журналы, справочные издания, реферативные журналы, патентная литература, монографии, учебники).
- II. Общая характеристика справочника Бейльштейна? Какие сведения можно получить из этого издания?
- III. Что такое реферативные журналы? Какую информацию дают такие издания?
- IV. Как составляется список литературы при составлении литературного обзора?

Темы рефератов.

1. Методы синтеза о-аллилфенола.
2. Методы синтеза альфа-бромпропионового альдегида.
3. Методы синтеза 2-фенилпропаналя.
4. Методы синтеза п-хлоранизола.
5. Методы синтеза 2-метилбензофурана.
6. Методы синтеза пропенилбензола.
7. Методы синтеза о-бромфенетола.
8. Методы синтеза диметилового эфира малоновой кислоты.
9. Методы синтеза фенилаллилового эфира.
10. Методы синтеза 4-фенилбутена-1.

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.	О.А.Реутов А.Л.Курц К.П.Бутин	Органическая химия		Москва	МГУ	2004-2005		1-4	
2.	И.И.Грандберг	Органическая химия		Москва	Дрофа	2001			
3.	В.Ф.Травень	Органическая химия		Москва	Академ книга	2004		1-2	
Б. Дополнительная 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	
6.	И.И.Грандберг	Практические работы и семинарские занятия по орг.химии		Москва	Дрофа	2001			

В. Текст домашних заданий рассылается по электронной почте.

ХП. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

А. Аудитории химического и биологического факультетов, практикумы химического факультета.

Б. Оборудование: вытяжные шкафы, лабораторная мебель; водоструйные насосы, рефрактометры, прибор для определения температуры плавления, магнитные мешалки с нагревом, роторные испарители.

В. Другие материалы: химическая посуда, химические реактивы.

Авторы программы: профессор Караханов Э.А., доцент Гопиус Е.Д.