

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Химический институт им. А.М. Бутлерова



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Органическая химия СЗ.Б.3

Специальность: 020201.65 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Органическая химия

Квалификация выпускника:

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Антипин И.С.

**Рецензент(ы):**

Коновалов А.И.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Химического института им. А.М. Бутлерова:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Антипин И.С. Кафедра органической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Igor.Antipin@kpfu.ru

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) "Органическая химия" являются освоение теоретических основ органической химии и получение навыков работы с органическими веществами.

Основные задачи изучения дисциплины состоят в получении студентами знаний основных концепций теоретической органической химии, современных методов синтеза органических соединений, методов определения состава, строения и реакционной способности органических веществ, основных путей практического использования органических соединений в народном хозяйстве, экономической целесообразности использования различных видов растительного и минерального сырья в химической промышленности.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите курсовой и выпускной квалификационной работы, при решении научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственно-технологических задач в будущей профессиональной деятельности.

Усвоение теоретических знаний требует посещения лекций, самостоятельной работы с учебником, подготовку к семинарским занятиям и регулярно проверяется на контрольных точках рейтинговой системы и зачетах. Контроль за освоением практических навыков осуществляется при выполнении лабораторных работ и курсовой работы (литературного синтеза).

Лабораторные занятия направлены на экспериментальную проработку теоретических знаний о свойствах отдельных классов органических соединений, получение навыков практической работы с органическими веществами, химической посудой и приборами, темы занятий следуют параллельно лекционному курсу.

Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы и конкретными заданиями преподавателя с учетом индивидуальных особенностей студентов.

## 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "С3.Б.3 Профессиональный" основной образовательной программы 020201.65 Фундаментальная и прикладная химия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 3 курсе, 5, 6 семестры.

Дисциплина "Органическая химия" входит в раздел С.3 "Профессиональный цикл" и изучается студентами 3 курса Химического института им. А.М.Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета в течение 2-х семестров (всего 38 недель, 612 часов) и включает лекционный курс (88 часов), лабораторные (192 часа) и семинарские занятия (44 часа) и самостоятельную работу (216 часов).

Для изучения органической химии в университете необходимы знания в области общей и неорганической химии, физики, высшей математики, квантовой механики и химии, а также прохождение практики по неорганической и аналитической химии.

Изучение дисциплины "Органическая химия" создает теоретическую базу для успешного освоения как ряда общих (химия высокомолекулярных соединений, основы биохимии, строение вещества, коллоидная химия и т.д.), так и специальных курсов.

Требования к "входным" знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимым при освоении дисциплины "Органическая химия" и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин (модулей):

- владение основами теории фундаментальных разделов общей, неорганической и квантовой химии;
- способность применять основные законы химии при решении задач;

- владение навыками химического эксперимента в области химии;
- владение навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов;
- владение способами оформления и методами обработки результатов экспериментов.

Освоение курса "Органическая химия" необходимо для освоения следующих теоретических дисциплин: Химия высокомолекулярных соединений, Химическая технология, Основы биохимии, Строение вещества, Методы элементоорганической химии в органическом синтезе, Основы нанотехнологии, Супрамолекулярная химия, Каталитические методы в органической химии, Химия гетероциклических соединений, Классические методы органического синтеза, Электронная и пространственная структура органических соединений; а также спецпрактикума "Физические методы исследования органических соединений"

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-10 (профессиональные компетенции)	владеет современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передаче информации при проведении самостоятельных научных исследований, свободно владеет ими при проведении самостоятельных научных исследований;
ПК-11 (профессиональные компетенции)	знает основы теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии);
ПК-12 (профессиональные компетенции)	умеет применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных;
ПК-13 (профессиональные компетенции)	владеет навыками химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций;
ПК-15 (профессиональные компетенции)	владеет методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;
Пк-16	понимает необходимость безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств, способен проводить оценку возможных рисков;
ПК-17 (профессиональные компетенции)	способен на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности владеет навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований;
ПК-18 (профессиональные компетенции)	умеет анализировать научную литературу с целью выбора направления и методов, применяемых в исследовании по теме дипломной работы, способен самостоятельно составлять план исследования;
ПК-19 (профессиональные компетенции)	способен анализировать полученные результаты, делать необходимые выводы и формулировать предложения;

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	понимает роль естественных наук (химии в том числе) в выработке научного мировоззрения;
ПК-20 (профессиональные компетенции)	имеет опыт профессионального участия в научных дискуссиях, умеет представлять полученные в исследованиях результаты в виде отчетов и научных публикаций (стендовые доклады, рефераты и статьи в периодической научной печати);
ПК-21 (профессиональные компетенции)	способен определять и анализировать проблемы, планировать стратегию их решения;
ПК-22 (профессиональные компетенции)	владеет основами делового общения, имеет навыки межличностных отношений и способен работать в научном коллективе;
ПК-5 (профессиональные компетенции)	знает основные этапы и закономерности развития химической науки, имеет представления о системе фундаментальных химических понятий и методологических аспектов химии, форм и методов научного познания, их роли в общеобразовательной профессиональной подготовке химиков;

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

классификацию и номенклатуру органических соединений, важнейшие классы органических соединений - строение, способы получения, физические и химические свойства, основные теоретические представления в органической химии, взаимные превращения классов органических соединений;

2. должен уметь:

выделять и очищать органические соединения, определять основные константы органических соединений, проводить качественный анализ органических соединений; составлять схему многостадийного синтеза нужного препарата и синтезировать его по литературным методикам, пользоваться справочной, обзорной и монографической литературой в области органической химии;

3. должен владеть:

теоретическими представлениями органической химии, знаниями о составе, строении и свойствах органических веществ - представителей основных классов органических соединений; навыками безопасной работы с химической посудой и органическими веществами, техникой проведения эксперимента в лаборатории органического синтеза.

применять свои знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 17 зачетных(ые) единиц(ы) 612 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет и экзамен в 5 семестре; зачет и экзамен в 6 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основные понятия органической химии	5	1	4	0	7	домашнее задание
2.	Тема 2. Реакционная способность органических соединений	5	2	2	0	10	домашнее задание
3.	Тема 3. Насыщенные углеводороды	5	3	4	0	7	устный опрос
4.	Тема 4. Непредельные углеводороды ряда этилена	5	4-5	4	0	7	устный опрос
5.	Тема 5. Углеводороды с двумя двойными связями	5	5	2	0	7	устный опрос
6.	Тема 6. Ацетиленовые углеводороды	5	6-7	4	0	7	домашнее задание устный опрос
7.	Тема 7. Циклические углеводороды	5	7-8	4	0	7	домашнее задание устный опрос
8.	Тема 8. Ароматические углеводороды	5	8-9	6	0	11	домашнее задание устный опрос
9.	Тема 9. Поточная контрольная работа по теме "Углеводороды"	5	10	2	0	6	контрольная работа
10.	Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов	5	11-12	6	0	9	домашнее задание устный опрос
11.	Тема 11. Спирты	5	13	4	0	11	домашнее задание устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
12.	Тема 12. Фенолы	5	14	2	0	9	домашнее задание устный опрос
13.	Тема 13. Простые эфиры	5	15	2	0	9	домашнее задание устный опрос
14.	Тема 14. Карбонильные соединения	5	15-17	6	0	10	домашнее задание устный опрос
15.	Тема 15. Потоквая контрольная работа по теме "Спирты и карбонильные соединения"	5	17	2	0	0	контрольная работа
16.	Тема 16. Ди- и непредельные карбонильные соединения	5	18	0	0	9	домашнее задание устный опрос
17.	Тема 17. Экзамен	5		0	0	0	
18.	Тема 18. Одноосновные карбоновые кислоты и их производные	6	1-2	4	0	12	домашнее задание устный опрос
19.	Тема 19. Двухосновные и непредельные карбоновые кислоты	6	3	2	0	7	домашнее задание устный опрос
20.	Тема 20. Потоквая контрольная работа по теме "Карбоновые кислоты"	6	4	2	0	7	контрольная работа
21.	Тема 21. Нитросоединения	6	5	2	0	7	домашнее задание устный опрос
22.	Тема 22. Амины	6	6	2	0	8	домашнее задание устный опрос
23.	Тема 23. Диазо- и азосоединения	6	7	2	0	7	домашнее задание устный опрос
24.	Тема 24. Основные источники информации по органической химии	6	8	2	0	7	творческое задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
25.	Тема 25. Поточная контрольная работа по теме "Амины и diaзосоединения"	6	9	2	0	7	контрольная работа
26.	Тема 26. Оптическая изомерия	6	10	2	0	9	устный опрос домашнее задание
27.	Тема 27. Бифункциональные соединения. Гидрокси-, альдегидо- и кетокислоты	6	11-12	4	0	12	домашнее задание устный опрос
28.	Тема 28. Углеводы	6	13-14	4	0	12	домашнее задание устный опрос
29.	Тема 29. Аминокислоты и белки	6	15	2	0	8	устный опрос домашнее задание
30.	Тема 30. Ароматические гетероциклические соединения	6	16-17	4	0	7	домашнее задание устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	экзамен зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен зачет
	Итого			88	0	236	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные понятия органической химии

#### *лекционное занятие (4 часа(ов)):*

Предмет органической химии и связь с другими химическими науками, биологией, медициной. Сырьевые источники органических соединений. Значение соединений углерода в практической деятельности человеческого общества. Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Структурные представления Купера, Кекуле, теория химического строения А.М.Бутлерова. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений. Изомерия, гомология, изология. Структурная изомерия и ее разновидности. Пространственная изомерия: понятия о конфигурации и конформации. Конформационный анализ. Молекулярные модели. Способы изображения пространственных структур (проекционные формулы Фишера, Ньюмена и т.д.).

#### *лабораторная работа (7 часа(ов)):*

Техника безопасности. Вводная беседа. Знакомство с приборами (учебная сборка-разборка). Качественный анализ органических соединений.

### Тема 2. Реакционная способность органических соединений

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Химическая связь и реакционная способность органических соединений Химическая связь как проявление единого взаимодействия в молекуле. Типы химической связи: ионная, ковалентная, семиполярная. Направленность связи. Приближенные математические методы описания электронного строения молекул: метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО), метод валентных связей (ВС) и теория резонанса и др. Молекулярные орбитали, способы их описания:  $\sigma$ - и  $\pi$ - связи, банановые? связи; локализованные и делокализованные МО. Две группы характеристик электронного строения: энергетические и связанные с распределением электронной плотности. Энергетические характеристики: полная энергия образования молекулы, потенциальная поверхность молекулы; энергия связи, потенциал ионизации, сродство к электрону, энергия граничных МО. Характеристики, связанные с распределением электронной плотности: эффективный заряд на атоме, дипольный момент отдельных связей и молекулы в целом. Гибридизация и гибридные орбитали. Простые и кратные связи. Их описание на основе представлений об  $sp$ -,  $sp^2$  и  $sp^3$ -гибридизации. Взаимное влияние атомов в молекуле. Основные понятия об электронных эффектах. Индуктивный эффект и эффект поля. Сопряжение и сверхсопряжение (гиперконъюгация) и их описание в рамках теории резонанса и метода молекулярных орбиталей. Реакционная способность органических соединений. Классификация органических реакций: реакции замещения, присоединения, отщепления, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции и перегруппировки. Понятие о механизме реакции: промежуточные частицы, переходное состояние. Кинетический и термодинамический контроль. Типы разрыва химической связи (гомолитический и гетеролитический). Процессы, протекающие с синхронным разрывом и образованием связей. Гомогенный, гетерогенный катализ. Представления о межфазном и металлокомплексном катализе.

### **лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Простая перегонка индивидуального вещества.

### **Тема 3. Насыщенные углеводороды**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Гомологический ряд алканов, их изомерия и номенклатура. Алкильные радикалы. Природные источники парафинов. Основные методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галоген- и кислородсодержащих соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот. Электронное строение алканов на основе представлений об  $sp^3$ -гибридизации. Длины связей и валентные углы. Пространственное строение насыщенных углеводородов: конформации и факторы, определяющие относительную стабильность конформеров. Физические свойства парафинов и их зависимость от длины и степени разветвленности углеводородной цепи. Химические свойства. Реакции, протекающие с гомолитическим разрывом связи. Механизм цепных свободно-радикальных реакций замещения в алканах (галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление). Свободные радикалы: качественная трактовка их строения на основе представлений об  $sp^2$ -гибридизации; факторы, определяющие стабильность свободных радикалов. Связь между стабильностью и селективностью в реакциях свободно-радикального замещения.

#### **лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Перегонка с паром.

### **Тема 4. Непредельные углеводороды ряда этилена**

#### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Гомологический ряд алкенов, их изомерия, номенклатура. Геометрическая (цис-, транс-) изомерия. Описание электронного строения алкенов в терминах локализованных  $\sigma$ - и  $\pi$ -молекулярных орбиталей. Способы образования двойной связи: дегидрирование алканов и промышленное получение олефинов путем термических превращений насыщенных углеводородов (крекинг), частичное гидрирование тройной связи, дегидрогалогенирование, дегидратация (правило Зайцева), дегалогенирование, термическое разложение четвертичных аммониевых оснований (реакция Гофмана). Относительная стабильность структурных и геометрических изомеров олефинов и их изомеризация. Основные типы механизмов в химических превращениях алкенов. Реакции электрофильного присоединения кислот, галогеноводородов, воды, галогенов. Регио- и стереоселективность электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация с позиций электронных эффектов заместителей и их влияния на относительную стабильность изомерных карбкатионов. Карбкатионы, их электронное строение ( $sp^2$ -гибридизация). Реакции радикального присоединения. Перекисный эффект (Караша-Майо) и обращение ориентации присоединения галогеноводородов как результат изменения механизма реакции. Координация олефинов с переходными металлами, образование  $\pi$ -комплексов. Гидроборирование и каталитическое гидрирование. Окислительные реакции: эпоксирирование, цис-, транс-гидроксилирование, озонлиз, окислительное расщепление. Катионная, свободнорадикальная и координационная полимеризация алкенов, теломеризация. Реакции алкенов по аллильному положению: галоидирование, окисление. Аллильная  $\pi$ -электронная система,  $p, \pi$ -сопряжение, качественное описание характера распределения электронной плотности в терминах теории резонанса в аллильных катионе, радикале и анионе.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Перегонка индивидуального вещества под вакуумом

**Тема 5. Углеводороды с двумя двойными связями**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Классификация, изомерия и номенклатура. Электронное строение сопряженных диенов:  $\pi, \pi$ -сопряжение, представления о делокализованных  $\pi$ -молекулярных орбиталях. Важнейшие 1,3-диены (бутадиен, изопрен) и способы их получения реакциями дегидрирования, дегидрохлорирования и дегидратации. Химические свойства: каталитическое гидрирование, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов и направление присоединения в условиях кинетического и термодинамического контроля (1,2- и 1,4-присоединение). Диеновый синтез. Циклоолигомеризация. Полимеризация диенов и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук, стереорегулярные полимеры, вулканизация каучука. Кумулены: электронное и пространственное строение кумуленов на основе представления об  $sp$ -гибридизации. Химические свойства: восстановление, гидратация, димеризация, изомеризация.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Фракционная перегонка смеси растворителей

**Тема 6. Ацетиленовые углеводороды**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Изомерия и номенклатура. Молекулярно-орбитальное описание тройной связи,  $sp$ -гибридизация. Методы образования тройной связи, основанные на реакциях дегидрогалогенирования. Карбидный и пиролизный методы синтеза ацетилена. Получение гомологов ацетилена алкилированием ацетиленидов. Химические свойства алкинов: каталитическое гидрирование, гидратация (реакция Кучерова), карбоксилирование, присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогенов, галогеноводородов. Электрофильный и нуклеофильный механизмы присоединения. Димеризация и циклоолигомеризация алкинов. Окислительные превращения ацетиленов. Кислотные свойства алкинов-1, ацетилениды металлов.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Перекристаллизация твердого вещества.

**Тема 7. Циклические углеводороды**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Классификация, номенклатура и структурная изомерия. Относительная устойчивость циклов, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений: угловое и торсионное. Геометрическая изомерия. Пространственное строение малых и средних циклов (C3- C6). Конформации циклогексана (кресло, ванна, твист) и его производных, экваториальные и аксиальные связи. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца. Синтетические методы построения насыщенных циклов: циклизация дигалогеналканов по реакции Вюрца, реакции циклоприсоединения, гидрирование ароматических углеводородов. Химические свойства циклобутана, циклопентана, циклогексана. Реакции свободнорадикального замещения. Проявление особенностей строения циклопропана в его химических свойствах. Реакции присоединения. Взаимные переходы циклов. Полициклические насыщенные углеводороды. Типы бициклических систем: соединения с изолированными циклами, спиранные, конденсированные и мостиковые системы. Каркасные соединения, адамантан.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Колоночная хроматография. Тонкослойная хроматография.

**Тема 8. Ароматические углеводороды**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Бензол и его гомологи, изомерия, номенклатура. Противоречие между формальной ненасыщенностью бензольного кольца и химическими свойствами бензола: относительная устойчивость к окислению, склонность к реакциям замещения, термохимия гидрирования. Формулы Кекуле, Дьюара, Ладенбурга. Современные представления об электронном строении бензола. Ароматичность, ее признаки. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы; циклопропенильный и циклогептатриенильный катионы, циклопентадиенильный анион, пятичленные гетероциклы. Реакции ароматического электрофильного замещения: изо?топный обмен, сульфирование, нитрование, галоидирование, алкилирование, ацилирование. Механизм реакции:  $\pi$ - и  $\sigma$ -ком?плексы. Протонные кислоты и кислоты Льюиса как катализаторы электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Пра?вила ориентации. Реакции радикального замещения и присоедине?ния. Алкилбензолы. Способы получения с использованием реакций алкилирования, Вюрца-Виттига. Реакции электрофильного за?мещения в бензольном кольце. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная  $\pi$ -система. Относительная устой?чивость бензильного радикала. Окислительные превращения алкилбензолов, реакции дегидрирования (промышленный синтез сти?рола). Дифенил- и трифенилметаны, их синтез реакцией Фриделя-Крафтса, восстановлением триарил-карбинолов и галогенидов. Кислотные свойства углеводородов, шкала СН-кислотности. При?чины повышенной стабильности карбанионов, карбкатионов и радикалов, образующихся из полиарилметанов. Красители трифенилметанового ряда. Дифенил, его электронная и пространственная структура. Реакции электрофильного замещения, ориентирующий эффект в этих реакциях. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, антра?цен, фенантрен. Изомерия и номенклатура их производных. Эле?ктронное строение и ароматичность. Реакции электрофильного замещения и присоединения. Гидрирование и окисление конденсированных ароматических систем. Антрацен в диеновом синтезе.

**лабораторная работа (11 часа(ов)):**

Реакции ацилирования. Синтез ацетанилида, аспирина.

**Тема 9. Поточковая контрольная работа по теме "Углеводороды"**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа

**лабораторная работа (6 часа(ов)):**

Абсолютное растворение растворителя.

**Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Моногалогенопроизводные алифатических углеводородов, их изомерия и номенклатура. Способы образования связи C-Hal: замещение атома водорода и гидроксильной группы, реакции присоединения по кратным связям. Химические свойства: нуклеофильное замещение атомов галогенов, представления о механизмах SN1, SN2. Реакции отщепления, правило Зайцева. Влияние различных факторов (природа и концентрация нуклеофила и основания, строение алкилгалогенида, природа растворителей) на реакционную способность галогеналканов и учет этих факторов в планировании синтезов. Комплексообразование галогеналканов с ионами металлов и кислотами Льюиса. Восстановление галогеналканов водородом и йодистым водородом. Взаимодействие с металлами: образование металлоорганических соединений, реакция Вюрца. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Соединения с повышенной подвижностью галогена - аллилгалогениды. Аллильный катион. Соединения с пониженной подвижностью галогена - винилгалогениды. Причины пониженной подвижности. Реакция полимеризации, полимеры на основе галогенопроизводных этилена. Ароматические галогенопроизводные. Способы получения: галогенирование ароматических углеводородов, разложение солей диазония (реакции Зандмейера, Шимана). Реакции замещения галогена в ароматическом кольце и в боковой цепи. Бензильный катион, причины его повышенной стабильности. Дегидробензол. Взаимодействие арилгалогенидов с металлами: получение металлоорганических соединений, диариллов. Реакции электрофильного замещения. Влияние галогенов (как заместителей) на ориентацию и скорость взаимодействия. Ди- и трифенилхлорметаны. Стабильные свободные радикалы и карбокатионы.

**лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Реакции нуклеофильного замещения в алифатическом ряду. Синтез бромалкана (этилбромида, изопропилбромида, бутилбромида, изобутилбромида)

**Тема 11. Спирты**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Одноатомные насыщенные спирты. Изомерия, классификация, номенклатура. Методы синтеза: присоединение воды к двойной связи, гидролиз связи C-Hal, восстановление карбонильной и карбоксильной групп, синтезы с использованием металлоорганических соединений. Электронное строение O-H связи. Водородная связь в спиртах и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах. Химические свойства: кислотные свойства, получение алколятов и их использование в органическом синтезе, замещение гидроксильной группы, дегидратация. Эфиробразование: простые и сложные эфиры. Присоединение спиртов к ацетиленам. Окисление и дегидрирование спиртов. Многоатомные спирты. Гликоли, способы их получения. Химические свойства: окисление йодной кислотой, взаимодействие с борной кислотой, превращение в  $\alpha$ -окиси, дегидратация, пинаколиновая перегруппировка. Глицерин: образование комплексов с ионами металлов, дегидратация. Непредельные спирты. Представления о свойствах винилового спирта, кето-енольная таутомерия. Виниловые эфиры и их полимеризация. Аллиловый спирт. Методы синтеза, основанные на использовании пропилена. Особенности химического поведения, связанные с аллильным положением гидроксильной группы. Бензиловый спирт, ди- и трифенилкарбинол, причины повышенной подвижности гидроксильной группы.

**лабораторная работа (11 часа(ов)):**

Синтез сложного эфира .

**Тема 12. Фенолы**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Строение, изомерия, номенклатура. Способы введения гидроксильной группы в ароматическое ядро: щелочное плавление солей сульфокислот, гидролиз арилгалогенидов, замена аминогруппы на гидроксил через соли диазония, кумильный способ получения фенола. Кислотно-основные свойства фенолов. Причины повышенной кислотности фенолов по сравнению с алифатическими спиртами, влияние заместителей. Образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения: галогенирование, нитрование, алкилирование и ацилирование. Перегруппировка сложных эфиров как способ ацилирования по кольцу (реакция Фриса). Конденсация фенолов с карбоксильными соединениями, фенол-формальдегидные смолы. Реакции электрофильного замещения, характерные для фенолов и фенолятов как ароматических соединений с повышенной активностью: карбоксилирование, нитрозирование, азосочетание, карбонилирование. Гидрирование и окисление фенолов. Стабильные феноксильные радикалы, применение стерически загруженных фенолов в качестве антиоксидантов. Многоатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол. Химические свойства: электрофильное замещение, реакции окисления.

**лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Реакция окисления (синтез ацетона)

**Тема 13. Простые эфиры**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Классификация, номенклатура. Диалкиловые эфиры. Методы синтеза: дегидратация спиртов, реакция Вильямсона, присоединение спиртов к олефинам. Расщепление простой эфирной связи (гидролиз). Взаимодействие эфиров с протонными кислотами и кислотами Льюиса. Эфираты.  $\alpha$ -Окиси. Методы промышленного и лабораторного получения оксиранового кольца. Химические свойства: взаимодействие с галогеноводородами, водой, спиртами, аммиаком, магниорганическими соединениями.

**лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Реакция восстановления (синтез анилина)

**Тема 14. Карбонильные соединения**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Классификация и номенклатура. Способы образования карбонильной группы: каталитическое окисление алканов, алкенов и алкилароматических углеводородов, оксо-синтез, гидратация алкинов, гидролиз гем-дигалогенпроизводных, окисление и дегидрирование спиртов. Синтез альдегидов и кетонов из карбоновых кислот и их производных: восстановление галогенангидридов, взаимодействие с металлоорганическими соединениями, пиролиз солей карбоновых кислот. Получение ароматических оксо-соединений реакцией ацилирования. Электронное строение карбонильной группы, распределение электронной плотности в ней. Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения. Взаимодействие с гетероатомными нуклеофилами: присоединение воды, спиртов, бисульфита натрия, пятихлористого фосфора. Механизм этих реакций, кислотный и основной катализ. Взаимодействие с N-нуклеофилами: образование оксимов, гидразонов, реакции с первичными (образование оснований Шиффа) и вторичными (образование енаминов и аминалей) аминами. Реакции с C-нуклеофилами: присоединение синильной кислоты, металлоорганических соединений. Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: галогенирование и галоформное расщепление, алкилирование. Альдожно-кетоновая конденсация, ее механизм в условиях кислотного и основного катализа. Конденсации карбонильных соединений с соединениями, содержащими активную метиленовую группу. Реакции окисления альдегидов и кетонов (правило Попова). Каталитическое гидрирование карбонильных соединений, восстановление комплексными гидридами металлов, спиртами в присутствии алкоголятов алюминия, цинком в соляной кислоте. Восстановление кетонов металлами с образованием металлкетиллов и пинаконов. Окислительно-восстановительные реакции: Канницарро, Тищенко. Бензоиновая конденсация. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах. Дикарбонильные соединения. Классификация, номенклатура. Методы синтеза, основанные на реакциях окисления и конденсации (Кляйзен).  $\beta$ -Дикарбонильные соединения: кето-енольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов. Непредельные карбонильные соединения, их классификация.  $\alpha$ ,  $\beta$ -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы синтеза: окисление олефинов в аллильное положение и спиртов аллильного типа, кетоновая конденсация карбонильных соединений. Электронное строение: сопряжение  $\pi$ -связей, распределение  $\pi$ -электронной плотности. Химические свойства. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака, HCN, металлоорганических соединений.

**лабораторная работа (10 часа(ов)):**

Реакция нитрования. (Синтез нитробензола, нитроацетанилида)

**Тема 15. Поточковая контрольная работа по теме "Спирты и карбонильные соединения"**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа

**Тема 16. Ди- и непредельные карбонильные соединения**

**лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Анализ функциональных групп. Сдача отчета по практикуму.

**Тема 17. Экзамен**

**Тема 18. Одноосновные карбоновые кислоты и их производные**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Классификация и номенклатура. Методы получения: окисление углеводов, спиртов и альдегидов, синтезы с использованием магний- и литийорганических соединений, окиси углерода, малонового и ацетоуксусного эфиров, гидролиз нитрилов и сложных эфиров. Синтез уксусной кислоты карбонилированием метанола на родиевом катализаторе. Природные источники карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-аниона. Физические свойства карбоновых кислот и их производных. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Химические свойства. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре. Производные карбоновых кислот: соли, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Представление о механизме взаимопревращений карбоновых кислот и их производных, роль кислотного и основного катализа на примере реакций этерификации и омыления. Восстановление и галогенирование кислот (реакция Гелля-Фольгарда-Зелинского). Реакции замещения в бензольном кольце кислот ароматического ряда. Производные карбоновых кислот. Соли: реакция декарбоксилирования и ее каталитические варианты, анодное окисление карбоксилат-анионов (реакция Кольбе), действие галогенов на серебряные соли (реакция Бородина-Хундикера). Практическое использование солей карбоновых кислот. Мыла. Галогенангидриды: реакции с нуклеофилами и использование хлорангидридов в качестве ацилирующих реагентов. Сложные эфиры: каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов. Реакции гидролиза (омыления), переэтерификации и сложноэфирной конденсации. Ангидриды карбоновых кислот: реакции с нуклеофилами (ацилирование). Амиды: кислотные свойства, причины пониженной основности и повышенной кислотности по сравнению с аммиаком и аминами, основные пути превращения в амины (восстановление, реакция Гофмана и родственные ей превращения гидразидов, азидов и гидроксамовых кислот). Взаимопревращения амидов и нитрилов. Свойства нитрилов: каталитическое гидрирование, восстановление алюмогидридом лития, реакции с магнийорганическими соединениями.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Синтезы с помощью магнийорганических соединений. Абсолютирование диэтилового эфира. Очистка исходных веществ.

**Тема 19. Двухосновные и непредельные карбоновые кислоты**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Дикарбоновые кислоты. Номенклатура и классификация. Методы синтеза: окисление циклоалканов, алициклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводородов, гидролиз динитрилов, синтеза с использованием малонового и ацетоуксусного эфиров. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Образование производных по одной и обеим карбоксильным группам, смешанные производные. Щавелевая кислота: реакции декарбоксилирования, декарбонилирования, окисления. Диэтилоксалат, реакции сложноэфирной конденсации с его участием и их синтетическое использование. Малоновая кислота: декарбоксилирование и причины повышенной легкости его протекания, конденсации с карбонильными соединениями. Свойства малонового эфира и их синтетическое использование: конденсации с карбонильными соединениями, присоединение по кратной связи, активированной электроно-акцепторными заместителями, образование и алкилирование натрмалонового эфира, превращение продуктов этих реакций в карбоновые кислоты. Янтарная и глутаровая кислоты: образование ангидридов и имидов. Сукцинимид, его применение в реакции бромирования органических соединений. Фталевая кислота и ее производные: фталевый ангидрид и его применение для синтеза антрахинона и его производных, триарилметановых красителей; фталимид и его использование для синтеза аминов (реакция Габриэля) и антралиловой кислоты; сложные эфиры и их практическое применение. Репелленты, пластификаторы. Терфталевая кислота и ее использование (лавсан). Непредельные монокарбоновые кислоты. Классификация. Методы получения  $\alpha, \beta$ -непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и связи  $C=C$ . Присоединение воды, аммиака, галогеноводородов, причины ориентации, наблюдаемой в этих реакциях. Методы получения и пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных. Плексиглас. Природные источники и практическое значение олеиновой, линолевой, арахидоновой кислот. Понятие о простагландинах. Липиды, жиры. Олифа и другие высыхающие масла. Непредельные дикарбоновые кислоты. Способы получения малеиновой кислоты и ее ангидрида. Стереои́зомерия и взаимопревращения малеиновой и фумаровой кислот, проявление стереои́зомерии в различиях их химических свойств и в пространственном строении продуктов их реакций, протекающих по связи  $C=C$ . Ацетилендикарбоновая кислота как диенофил в реакции Дильса-Альдера.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Синтезы с помощью магнийорганических соединений. Синтез спирта с помощью реактива Гриньяра. (продолжение)

**Тема 20. Поточковая контрольная работа по теме "Карбоновые кислоты"**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Синтезы с помощью магнийорганических соединений. Очистка готового продукта. (продолжение)

**Тема 21. Нитросоединения**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Номенклатура и классификация. Способы получения нитросоединений: нитрование углеводородов (радикальное и электрофильное замещение), обмен атома галогена на нитрогруппу, окисление аминов, синтез через соли диазония. Электронное строение нитрогруппы и ее акцепторный характер. Химические свойства: восстановление в кислот, нейтральной и щелочной средах.  $C-N$  кислотность алифатических нитросоединений и их таутомерия (аци-форма). Продукты неполного восстановления нитросоединений. Нитрозосоединения, фенилгидроксиламин, азоксибензол, гидразобензол. Бензидиновая перегруппировка.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Реакция конденсации. Синтез ацетоуксусного эфира.

**Тема 22. Амины**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Классификация, номенклатура. Способы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген-, гидроксид- и аминопроизводных алифатических и ароматических углеводородов; реакции восстановления нитросоединений (реакция Зинина), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот, перегруппировок амидов (реакция Гофмана), азидов (перегруппировка Курциуса), гидразидов карбоновых кислот и гидроксамовых кислот (реакция Лоссена). Электронное строение амино-группы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксиалкилирование, ацилирование; взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Четвертичные аммониевые соли: получение из третичных аминов и алкилгалогенидов (Меншуткин); электронное строение, практическое использование в качестве катализаторов межфазного переноса, реакции разложения с образованием олефинов (реакция Гофмана). Свойства ароматических аминов: взаимодействие с электрофилами. Реакции алкилирования и сульфирования ароматических аминов, сульфаниловая кислота и сульфамидные препараты. Ацильная защита амино-группы. Нитрозирование и диазотирование ароматических аминов. Важнейшие представители ароматических моно- и диаминов, основные пути их использования. Синтез гетероциклических соединений из о-фенилендиамина и о-аминофенола.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Реакция аминосоединений

**Тема 23. Диазо- и азосоединения**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Диазотирование ароматических аминов (реакция Грисса). Электронное строение, катион диазония, как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (реакции Зандмейера, Несмеянова). Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание: диазо- и азосоставляющие, зависимость условий проведения азосочетания от природы азосоставляющей. Синтез, электронное строение и структурные особенности азокрасителей. Метилоранж и конго красный, как представители красителей, используемых в качестве индикаторов. Восстановление солей диазония и азосоединений. Использование этих реакций для синтеза производных гидразина и аминов. Соли диазония как реагенты арилирования ароматических соединений. Диазосоединения жирного ряда: диазометан, диазоуксусный эфир. Синтезы на их основе.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Реакции ароматических диазосоединений. Синтез азосоединения.

**Тема 24. Основные источники информации по органической химии**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные источники информации по органической химии

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Поиск методик синтеза вещества по поисковым системам интернета.

**Тема 25. Поточная контрольная работа по теме "Амины и диазосоединения"**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Контрольная работа

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Реакции ароматических диазосоединений. Синтез галоид-дарена (фенола).

**Тема 26. Оптическая изомерия**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Алифатические оксикислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Методы синтеза оксикислот, их общие и специфические свойства. Лактиды и лактоны. Природные оксикислоты: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная, миндальная. Хиральность молекул и оптическая изомерия. Хиральный (асимметрический) атом углерода. Оптическая изомерия в ряду оксикислот. Проекционные формулы Фишера и Ньюмена. Энантиомеры, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Разделение рацематов на оптические антиподы. Абсолютная и относительная конфигурация. Вальденовское обращение и сохранение конфигурации. Понятие о трео- и эритроизомерах. Асимметрический синтез. Номенклатура Кана, Ингольда, Прелога. Оптическая изомерия в ряду алленов, спиранов, дифенила, циклофанов

**лабораторная работа (9 часа(ов)):**

Литературный синтез.

**Тема 27. Бифункциональные соединения. Гидрокси-, альдегидо- и кетокислоты**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Номенклатура и классификация. Алифатические гидроксикислоты. Общие методы синтеза, основанные на свойствах непредельных, галоген-, кето- и аминокарбоновых и дикарбоновых кислот, многоатомных спиртов, гидроксиальдегидов и гидроксинитрилов. Синтез  $\beta$ -гидроксикислот по реакции Реформатского. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот. Гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Химические свойства. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксильной групп. Ароматические гидроксикислоты: получение карбоксилированием фенолятов и нафтолятов по Кольбе-Шмидту. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Салициловая кислота, аспирин, салол. Номенклатура и классификация.  $\beta$ -Альдегидо- и  $\beta$ -кетокислоты, специфика их свойств. Получение сложных эфиров по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его С-Н-кислотность и таутомерия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот.

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Литературный синтез.

**Тема 28. Углеводы**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Классификация, строение, номенклатура. Методы синтеза оксиксо-соединений различных типов. Гликолевый и глицериновый альдегиды; диоксиацетон. Оптическая изомерия глицеринового альдегида. Общие и особые свойства оксиксосоединений. Оксо-циклольная таутомерия. Полуацетали фуранозного и пиранозного типа. Тетрозы. Пентозы. Гексозы. Моносахариды. Генетический ряд сахаров, альдозы и кетозы, пентозы и гексозы, взаимные переходы между ними. Переходы моноз от высших к низшим и обратно. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз, пентоз и гексоз. Открытые формы Фишера и циклические Колли-Толленса, их графическое изображение по Фишеру и Хеуорсу. Оксоциклольная таутомерия сахаров и явление мутаротации: фуранозы и пиранозы. Гликозидный гидроксил и гликозидная связь; аномеры и аномерный эффект. Агликоны. Эпимеры и эпимеризация. Установление строения и конфигурации моноз. Отдельные представители моноз - дезоксирибоза, рибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Виды брожения сахаров. Дисахариды. Классификация: невосстанавливающие (трегалоза, сахароза) и восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) биозы. Доказательство их строения, типы связей моносахаридных остатков. Инверсия сахарозы. Общие и специфические свойства биоз. Полисахариды. Пентозаны (гемицеллюлоза), гексозаны (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Пути рационального использования полисахаридов. Целлюлозная промышленность и химия клетчатки. Искусственное волокно

**лабораторная работа (12 часа(ов)):**

Литературный синтез.

**Тема 29. Аминокислоты и белки**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Номенклатура и классификация. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Синтезы из карбонильных соединений через циангидрины; из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфиров; галоген- и кетокарбоновых кислот. Методы синтеза  $\beta$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп. Представление о пептидном синтезе. Капролактамы и его техническое значение. Антралиловая и *p*-аминобензойная кислоты: методы получения, свойства и пути использования Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции. Пептиды. Геометрия пептидной связи. Гидролиз белков. Принципы установления концевых групп и последовательности аминокислотных фрагментов; ступенчатый гидролиз. Принципы структурного направленного синтеза полипептидной цепи; защита аминогруппы, активирование карбоксила, удаление защитных групп. Вторичная и третичная структура белков.

**лабораторная работа (8 часа(ов)):**

Литературный синтез.

**Тема 30. Ароматические гетероциклические соединения**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Классификация гетероциклических соединений и их номенклатура. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Методы синтеза и их взаимопревращения (Юрьев). Зависимость степени ароматичности от природы гетероатома и ее влияние на особенности взаимодействия гетероцикла с электрофилами. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола и бензола. Реакции гидрирования и окисления. Фурфурол и тиофен-2-альдегид, пироглизиновая кислота. Кислотные свойства пиррола и их использование в синтезе. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Пиррол-2-альдегид и его превращение в порфин. Пиррольный цикл как структурный фрагмент хлорофилла и гемоглобина. Индол и его производные. Методы построения индольного ядра, основанные на использовании ароматических аминов и арилгидразонов (реакция Фишера). Химические свойства индола как аналога пиррола. Синтез важнейших производных. Представления о природных соединениях индольного ряда, индиго. Понятие о индигоидных красителях и кубовом крашении. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Ароматичность и основность пиридинового цикла. Проявление нуклеофильных свойств: реакции с электрофилами по атому азота и образование N-окиси. Отношение пиридина и его гомологов к окислителям. Гидрирование пиридинового ядра. Влияние гетероатома на реакционную способность пиридинового цикла в целом, и его отдельных положений. Аналогия в химических свойствах пиридина и нитробензола. Реакции электрофильного замещения в ядро пиридина и его N-окиси. Реакции нуклеофильного замещения водорода (реакция Чичибабина) и атомов галогена. Таутомерия гидроксипиридинов. Соли пиридиния, расщепление пиридинового цикла. Хинолин и его простейшие производные. Методы построения хинолинового ядра, основанные на реакциях анилина с глицерином и карбонильными соединениями (синтезы Скраупа и Дебнера-Миллера). Окисление хинолина. Сходство и различие химических свойств пиридина и хинолина. Изохинолин. Представление о природных соединениях, лекарственных средствах и красителях - производных пиридина. Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\alpha$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина.

**лабораторная работа (7 часа(ов)):**

Литературный синтез.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основные понятия органической химии	5	1	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
2.	Тема 2. Реакционная способность органических соединений	5	2	подготовка домашнего задания	5	домашнее задание
3.	Тема 3. Насыщенные углеводороды	5	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Непредельные углеводороды ряда этилена	5	4-5	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Углеводороды с двумя двойными связями	5	5	подготовка к устному опросу	5	устный опрос
6.	Тема 6. Ацетиленовые углеводороды	5	6-7	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
7.	Тема 7. Циклические углеводороды	5	7-8	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	3	устный опрос
8.	Тема 8. Ароматические углеводороды	5	8-9	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
9.	Тема 9. Поточная контрольная работа по теме "Углеводороды"	5	10	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
10.	Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов	5	11-12	подготовка домашнего задания	6	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	8	устный опрос
11.	Тема 11. Спирты	5	13	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	7	устный опрос
12.	Тема 12. Фенолы	5	14	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
13.	Тема 13. Простые эфиры	5	15	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
14.	Тема 14. Карбонильные соединения	5	15-17	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	9	устный опрос
15.	Тема 15. Поточковая контрольная работа по теме "Спирты и карбонильные соединения"	5	17	подготовка к контрольной работе	6	контрольная работа
16.	Тема 16. Ди- и непредельные карбонильные соединения	5	18	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	5	устный опрос
18.	Тема 18. Одноосновные карбоновые кислоты и их производные	6	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	7	устный опрос
19.	Тема 19. Двухосновные и непредельные карбоновые кислоты	6	3	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
20.	Тема 20. Поточковая контрольная работа по теме "Карбоновые кислоты"	6	4	подготовка к контрольной работе	10	контрольная работа
21.	Тема 21. Нитросоединения	6	5	подготовка домашнего задания	1	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
22.	Тема 22. Амины	6	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
23.	Тема 23. Диазо- и азосоединения	6	7	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
24.	Тема 24. Основные источники информации по органической химии	6	8	подготовка к творческому заданию	6	творческое задание
25.	Тема 25. Поточная контрольная работа по теме "Амины и диазосоединения"	6	9	подготовка к контрольной работе	8	контрольная работа
26.	Тема 26. Оптическая изомерия	6	10	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
27.	Тема 27. Бифункциональные соединения. Гидрокси-, альдегидо- и кетокислоты	6	11-12	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	5	устный опрос
28.	Тема 28. Углеводы	6	13-14	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	7	устный опрос
29.	Тема 29. Аминокислоты и белки	6	15	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	2	устный опрос
30.	Тема 30. Ароматические гетероциклические соединения	6	16-17	подготовка домашнего задания	3	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	5	устный опрос
Итого					216	

### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Тестовые задания разработаны с помощью компьютерной программы "СИНТеЗ" (Система Интерактивного Тестирования Знаний), которая также позволяет проводить тестирование, проверять и анализировать полученные результаты. Банк тестовых заданий применяется на кафедре органической химии КФУ и ориентирован на проверку остаточных знаний студентов III-V курсов Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ.

Банк тестовых заданий сформирован из достаточно большого количества вариантов теста. Каждый вариант содержит 19 тестовых заданий по конкретным темам и разделам общего курса "Органическая химия".

### 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

## Тема 1. Основные понятия органической химии

домашнее задание , примерные вопросы:

Химическая связь в органических молекулах: ковалентная, ионная, водородная. Их характеристика (длина, энергия, полярность, поляризуемость). Два механизма образования ковалентной связи. Сигма- и пи-связи. Атомные орбитали элементов 2-го периода. Семиполярная связь в их соединениях. Электронная конфигурация атома углерода. Концепция гибридизации и валентные состояния атома углерода.

## Тема 2. Реакционная способность органических соединений

домашнее задание , примерные вопросы:

Индукционный (полярный) эффект и электроотрицательность элементов. Его направленность, распространение и затухание. Сопряжение в молекулах органических соединений, условия его возникновения. Эффект сопряжения, его направленность и распространение. Метод валентных связей в описании электронного строения органических молекул. Графические способы отображения перераспределения электронной плотности в молекулах в результате индукции и сопряжения (прямые и кривые стрелки, нецелочисленные связи, символика резонанса). КСР. Решение задач повышенной сложности.(2 часа)

## Тема 3. Насыщенные углеводороды

устный опрос , примерные вопросы:

Изомерия и номенклатура алканов (тривиальная, рациональная, систематическая ИЮПАК). Природа C-C и C-H  $\sigma$ -связей: ( $sp^3$ -гибридизация). Промышленные и лабораторные способы получения алканов. Пространственное строение насыщенных углеводородов, понятие о конформации. Графическое представление конформаций: формулы Ньюмена. Зависимость устойчивости конформеров от взаимного расположения заместителей (на примере этана и бутана). Классификация органических реакций: реакции замещения, отщепления, присоединения, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции, перегруппировки. Гомо- и гетеролитический разрыв связи. Свободные радикалы и ионы (электрофил, нуклеофил). Понятие о механизме химических реакций. - Реакции свободно-радикального замещения в алканах: галоидирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Цепной механизм этих реакций: стадии иницирования, развития и обрыва цепи. Факторы, определяющие реакционную способность различных СН-связей (первичных, вторичных, третичных). Взаимосвязь энергии связи и стабильности образующихся радикалов. - Термический и каталитический крекинг.

## Тема 4. Непредельные углеводороды ряда этилена

устный опрос , примерные вопросы:

Гомологический ряд алкенов. Природа двойной связи ( $sp^2$ -гибридизация). Структурная и пространственная изомерия. Номенклатура. Способы получения алкенов. - Реакции электрофильного присоединения к олефинам: присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Сопряженное присоединение. Механизм реакции:  $\pi$ - и  $\sigma$ -комплекс, классические и ониевые катионы. Стереохимия электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация с позиций электронных эффектов. Причины "нарушения" правила Марковникова: влияние электроноакцепторных заместителей, свободно-радикальное присоединение (эффект Караша-Майо). - Конкуренция реакций присоединения и аллильного замещения. Аллильная  $\pi$ -электронная система,  $p, \pi$ -сопряжение, качественное описание характера распределения электронной плотности в терминах теории резонанса в аллильных катионе, радикале и анионе. - Реакции окисления алкенов по Вагнеру, Прилежаеву, Гарриесу (озонолиз). Гидрирование и гидроборирование.

## Тема 5. Углеводороды с двумя двойными связями

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация диенов: диены с кумулированными, сопряженными и изолированными двойными связями. Особенности электронного строения кумулированных и сопряженных диенов. Способы получения диенов. - Химические свойства сопряженных диенов: реакции 1,2 - и 1,4-присоединения, реакция Дильса-Альдера. Полимеризация диенов. Натуральные и синтетические каучуки. -

## Тема 6. Ацетиленовые углеводороды

домашнее задание , примерные вопросы:

Контрольные задания: 1. Напишите структуру и механизм образования олефина C<sub>10</sub>, получение которого возможно при реакции димеризации; при озонировании этот олефин дает бута-нон-2 и карбонильное соединение с шестью атомами углерода. 2. Каково строение продуктов реакции трет-бутилэтилена с HBr? 3. Исходя из относительной скорости бромирования алканов при 127°C на один атом водорода (1600 : 82 : 1 = трет. : втор. : перв.) и, используя фактор вероятности, предскажите соотношение изомеров при бромировании 2,3,5-триметилгексана. 4. Предложите способ синтеза 2,3-дибромбутана из 2,2-дибромбутана. Как можно осуществить обратный синтез: 2,2-дибромбутан из 2,3-дибромбутана? Укажите условия осуществления предложенных реакций. КСР. Решение задач повышенной сложности. (4 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Алкины. Природа тройной связи (sp-гибридизация). Способы получения алкинов. Химические свойства алкинов: присоединение галогенов, галогеноводородов, воды (реакция Кучерова). Реакции присоединения нуклеофильных реагентов: спиртов, аминов. Кислотные свойства алкинов: ацетилениды и магнийорганические производные терминальных ацетиленов. Ди-, три- и тетрамеризация ацетилена.

### Тема 7. Циклические углеводороды

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. стр.10-12. КСР. Разбор задач из задачника Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. (4 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация и номенклатура алициклов, их геометрическая изомерия. Способы получения циклоалканов. - Стабильность алициклов различного размера. Байеровское (угловое) и Питцеровское (торсионное) напряжение. - Конформационный анализ малых циклов: циклобутана, циклопентана. Конформации циклогексана: ванна, кресло, причины их различной стабильности. Экваториальные и аксиальные связи. - Особенности электронного строения малых циклов: циклопропана и циклобутана. Сходство их химического поведения с поведением алкенов.

### Тема 8. Ароматические углеводороды

домашнее задание , примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Ароматические углеводороды" I. Укажите, какая из приведенных ниже сульфокислот будет более сильной кислотой. 1) 2,4-динитробензолсульфокислота 4) п-сульфофенол 2) п-толуолсульфокислота 5) п-нитробензолсульфокислота 3) сульфаниловая кислота II. Какое из перечисленных соединений наиболее активно в реакциях электрофильного замещения? 1) хлорбензол 4) бензойная кислота 2) анилин 5) ацетанилид 3) нитробензол III. Каким из перечисленных способов удобнее получить бензол? 1) из н-гептана 4) перегонкой солей бензойной кислоты со щелочами 2) из 2-метилпентана 5) по реакции Фриделя-Крафтса 3) по реакции Вюрца-Фиттига IV. Что получится при окислении пара-ксилола? 1) бензол-1,4-дикарбоновая кислота 4) бензойная кислота 2) бензол-1,3-дикарбоновая кислота 5) малеиновая кислота 3) фталевая кислота V. Что получится при хлорировании толуола в присутствии хлорного железа? 1) о- и п-хлортолуол 4) м-хлортолуол 2) о-хлортолуол 5) хлористый бензил 3) п-хлортолуол КСР. Разбор задач повышенной сложности. (4 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация и номенклатура алициклов, их геометрическая изомерия. Способы получения циклоалканов. Стабильность алициклов различного размера. Байеровское (угловое) и Питцеровское (торсионное) напряжение. Конформационный анализ малых циклов: циклобутана, циклопентана. Конформации циклогексана: ванна, кресло, причины их различной стабильности. Экваториальные и аксиальные связи. Особенности электронного строения малых циклов: циклопропана и циклобутана. Сходство их химического поведения с поведением алкенов.

### Тема 9. Поточная контрольная работа по теме "Углеводороды"

контрольная работа , примерные вопросы:

Вариант курсовой контрольной работы по теме "Углеводороды" 1. Напишите структурные формулы соединений и назовите их по номенклатуре IUPAC: а) метилацетилен, б) 2,3-диметилбутадиен-1,3; в) изобутилбензол; г) па-ра-динитробензол; д) 1-бром-2,2-диметилнонан; е) аллилвинилметан. 2. Напишите уравнения реакции: а) бромирования изопропилацетилена; б) алкилирования бензола втор-бутилхлоридом в присутствии  $AlBr_3$ ; в) сульфирования толуола; г) ацилирования бензола хлористым ацетилом в присутствии  $AlCl_3$ . 3. Установите строение соединения  $C_3H_5Br$ , при нагревании которого с натрием образуется вещество состава  $C_6H_{10}$ , дальнейшее окисление последнего перман-ганатом калия в кислой среде дает янтарную кислоту  $HOOC-CH_2CH_2-COOH$ . 4. Как с помощью химических реакций различить а) бутин-1 и бутин-2; б) бензол и циклогексадиен-1,3; в) дифенилацетилен и дифенилметан. 5. Напишите структурную формулу соединения по брутто-формуле  $C_9H_{12}$ , если при монохлорировании в присутствии  $AlCl_3$  образуется только один изомер. КСР. Разбор контрольной работы (2 часа)

## Тема 10. Галогенпроизводные углеводородов

домашнее задание, примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Галогенпроизводные углеводороды" I. Соответствует ли правилам систематической номенклатуры ИЮПАК название? 3-иод-4-этил-1-гексен? 1) неправильно выбрана главная цепь 2) неправильно выбрано начало нумерации цепи 3) неправильно расположены составные части названия 4) название правильное 5) невозможно написать формулу, исходя из такого названия II. Какое число изомерных галоидных алкилов состава  $C_4H_9Br$  существует? 1) три 2) четыре 3) пять 4) шесть 5) семь III. При дегидрогалогенировании какого из нижеперечисленных соединений продуктом реакции будет являться 2-метил-1-бутен? 1) 2-иод-2-метилбутан 2) 3-иод-2-метилбутан 3) 4-иод-2-метилбутан 4) 1-иод-2,2-диметилпропан 5) 1-иод-2-метилбутан IV. В какой из реакций образуется изобутан? 1)  $CH_3Br + (CH_3)_2CHBr + 2Na$  2)  $2(CH_3)_2CHBr + 2Na$  3)  $2C_2H_5Br + 2Na$  4)  $2C_2H_5Br + 2Na + CH_3Br$  5)  $CH_3CH_2CH_2CH_3 + H_2$  V. Какие ацетиленовые углеводороды следует взять для синтеза 2,2-дихлорбутана? 1) метилацетилен 2) диэтилацетилен 3) этилацетилен 4) метилэтилацетилен 5) изопропилацетилен

устный опрос, примерные вопросы:

Изомерия галогенпроизводных углеводородов. Номенклатура. Способы получения. Реакции нуклеофильного замещения. Механизм этих реакций:  $SN_1$  и  $SN_2$ . Карбокатионы и влияние заместителей на их стабильность. Стереохимия реакций нуклеофильного замещения. - Реакции отщепления. Их конкуренция с реакциями нуклеофильного замещения. - Особенности строения галогенидов винильного и аллильного типа. Причины различной подвижности галогенов в аллильном и винильном положениях

## Тема 11. Спирты

домашнее задание, примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Спирты" I. Какое соединение будет иметь самую высокую температуру кипения? 1) бутиловый спирт 2) 2-метилпропанол-1 3) диэтиловый эфир 4) трет-бутиловый спирт 5) метилпропиловый эфир II. Какой спирт нужно взять, чтобы реакцией последовательного замещения гидро-ксилов на галоген при действии  $PCl_5$  получить 2,3-дихлорбутан? 1) этиленгликоль 2) 1,4-бутандиол 3) 1,3-пропиленгликоль 4) 1,3-бутандиол 5) 2,3-бутандиол III. Какой из нижеуказанных спиртов будет обладать наименее кислотными свойствами? 1) метанол 2) 1,2-пропиленгликоль 3) этиленгликоль 4) изопропиловый спирт 5) глицерин IV. Укажите строение углеводорода состава  $C_5H_{10}$ , если известно, что при его ката-литическом гидрировании получается 2-метилбутан, а при взаимодействии с  $HCl$  - вещество, которое, гидролизуясь, превращается в спирт; при окислении спирта образуется кетон. 1) 2-метилбутен-1 2) 2-метилбутен-2 3) пентен-1 4) 3-метилбутен-1 5) 2,2-диметилпропен V. Какое количество структурных формул существует для спиртов состава  $C_5H_{11}OH$ ? 1) восемь 2) пять 3) семь 4) четыре 5) шесть

устный опрос, примерные вопросы:

Предельные одноатомные спирты. Строение, классификация, номенклатура. Методы синтеза: лабораторные и промышленные. Гидратация и окислительное гидроборирование алкенов, гидролиз алкилгалогенидов или сложных эфиров, синтеза Зайцева-Гриньяра. Ассоциация спиртов и водородная связь. Химические свойства: кислотнo-основныe свойства, получение алкогoлятов и их использование в органическом синтезе, замещение гидроксильной группы, дегидратация. Эфиrhoобразованиe: простые и сложные эфиры. Присоединение спиртов к ацетиленам. Окисление и дегидрирование спиртов. - Двухосновные спирты (гликоли). Их получение. Химические свойства: окисление йодной кислотой, превращение в  $\alpha$ -окиси, пинаколиновая перегруппировка. - Непредельные спирты. Правило Эльтекова-Эрленмейера и кето-енольная таутомерия. Виниловые эфиры и их полимеризация. Поливиниловый спирт. Аллиловый спирт, его свойства и промышленное применение.

## Тема 12. Фенолы

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. стр.17-19. КСР. Разбор задач повышенной сложности. (2 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Промышленные и лабораторные методы получения фенолов. Физические и химические свойства фенолов. Взаимное влияние гидроксильной группы и ядра. Кислотность фенолов и их активность в реакциях восстановления, окисления, электрофильного замещения. Фенолформальдегидные смолы и их практическое значение. Бензиловый спирт.

## Тема 13. Простые эфиры

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. стр.17-18.

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация, номенклатура. Диалкиловые эфиры. Методы синтеза: дегидратация спиртов, реакция Вильямсона, присоединение спиртов к олефинам. Расщепление простой эфирной связи (гидролиз). Взаимодействие эфиров с протонными кислотами и кислотами Льюиса.  $\alpha$ -Окиси. Методы промышленного и лабораторного получения оксиранового кольца. Химические свойства: взаимодействие с галогеноводородами, водой, спиртами, аммиаком, магниорганическими соединениями.

## Тема 14. Карбонильные соединения

домашнее задание , примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Альдегиды и кетоны" I. Сколько структурных формул существует для изомерных кетонов состава  $C_6H_{12}O$ ? 1) три 4) пять 2) четыре 5) семь 3) шесть II. При гидратации углеводорода в кислой среде образуется спирт (А), не изменяющийся при действии бихромата калия в разбавленной серной кислоте. Присоединение к тому же углеводороду  $HBr$  по Харрашу и щелочной гидролиз полученного галогеналкила дают спирт (Б), изомерный спирту (А). Спирт (Б) при мягком окислении образует соединение состава  $C_5H_{10}O$ , которое реагирует с аммиачным раствором окиси серебра. Какой исходный углеводород был взят? 1) 2-метилбутен-2 4) пентен-1 2) 3-метилбутен-1 5) 2-метилбутен-1 3) пентен-2 III. На какое соединение нужно действовать 2-метилпропилмагнийбромидом, а затем водой, чтобы получить метилизопропилизобутилкарбинол? 1) 3-метилбутанон-2 4) 3-метилбутаналь 2) метилизопропилкетон 5) уксусный альдегид 3) изомасляный альдегид IV. Из какого соединения получится по реакции Кучерова этилпропилкетон? 1) гексин-2 4) диэтилацетилен 2) пентин-2 5) метилизопропилацетилен 3) пентин-1 V. Сколько кислот образуется при окислении дибутылкетона перманганатом калия в кислой среде? 1) одна 4) четыре 2) две 5) пять 3) три КСР Разбор контрольной работы. ( 2 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Электронное строение карбонильной группы. Методы синтеза карбонильных соединений. - Реакции нуклеофильного присоединения по C=O кратной связи: бисульфита натрия, синильной кислоты, аммиака и его производных (аминов, гидразина, гидросиламина), спиртов (получение ацеталей). Механизм этих реакций. Присоединение металлорганических соединений. - Кето-енольная таутомерия. Реакции, проходящие через образование енолов: галогенирование, алкилирование. Альдольно-кетоновая конденсация. - Окислительно-восстановительные реакции. Правило Попова для окисления кетонов. Реакции Тищенко и Канницарро.

### **Тема 15. Поточная контрольная работа по теме "Спирты и карбонильные соединения"**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вариант курсовой контрольной работы по теме "Спирты" 1. Взяв в качестве исходного вещества изобутиловый спирт, получите 2-метилпропандиол-1,2. 2. В каком порядке изменяется подвижность брома в реакциях, проходящих по механизму SN1 и SN2, в следующих соединениях: а) 5-бром-2-метилпентан, б) 3-бром-2-метилпентан-2, в) 4-бром-2-метилбутен-2? Приведите соответствующие пояснения. 3. Напишите схемы получения бутанола-2 из указанных соединений: а) 2-хлорбутана; б) бутена-1; в) бутанола-2; г) бутина-2, д) уксусного альдегида, е) пропионового альдегида. . Напишите схемы получения бутанола-2 из указанных соединений: а) 2-хлорбутана; б) н-бутана; в) бутена-1; г) бутанола-2; д) бутина-2. . 4. Предложите нуклеофил, под действием которого н-бутилбромид превратится в а) н-октан; б) тетра-н-бутиламмонийбромид. Представьте механизм реакции. 5. Осуществите следующие превращения: пропанол-1 1-бромпропан н-гексан бензол изопропилбензол фенол КСР. Разбор контрольной работы (2 часа)

### **Тема 16. Ди- и непредельные карбонильные соединения**

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998.стр.22-23.

устный опрос , примерные вопросы:

Дикарбонильные соединения. Классификация, номенклатура. Методы синтеза, основанные на реакциях окисления и конденсации (Кляйзен). β-Дикарбонильные соединения: кетоенольная таутомерия, алкилирование, образование хелатных комплексов с ионами металлов. Непредельные карбонильные соединения, их классификация. Методы синтеза: окисление олефинов в аллильное положение и спиртов аллильного типа, кетоеновая конденсация карбонильных соединений. Химические свойства. Реакции присоединения воды, спиртов, галогеноводородов, бисульфита натрия, аммиака, HCN, металлорганических соединений.

### **Тема 17. Экзамен**

#### **Тема 18. Одноосновные карбоновые кислоты и их производные**

домашнее задание , примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Карбоновые кислоты" I. Назовите соединение по систематической номенклатуре ИЮПАК. 1) 2-метил-3-карбоксихексанол-1 2) 1-окси-2-метил-3-пропилбутановая кислота 3) 4-гидрокси-3-метил-2-пропилбутановая кислота 4) 3-пропил-2-метил-1-оксибутановая кислота 5) 4-ол-3-метил-2-пропилбутановая кислота II. Укажите цепь реакций, позволяющих кратчайшим путем из изопропилэтилена получить хлорангидрид диметилэтилуксусной кислоты. 1) HBr; KCN; H<sub>2</sub>O (H<sup>+</sup>); SOCl<sub>2</sub> 2) H<sub>2</sub>O (H<sup>+</sup>); PCl<sub>5</sub>; KCN; H<sub>2</sub>O (H<sup>+</sup>); PCl<sub>5</sub> 3) HBr; KOH (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH); HBr; KCN; H<sub>2</sub>O (H<sup>+</sup>); PCl<sub>5</sub> 4) HBr; KOH (H<sub>2</sub>O); PCl<sub>5</sub>; KCN; H<sub>2</sub>O (H<sup>+</sup>) 5) HBr; Mg; HCHO; H<sub>2</sub>O; PCl<sub>5</sub> III. Соединение (А) состава C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>O<sub>3</sub> энергично реагирует с водой с образованием соединения (Б). При взаимодействии (Б) с HBr образуется соединение (В), а при взаимодействии (Б) с Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> образуется соединение (Г). При электролизе (Г) на аноде наблюдается выделение 2,5-диметилгексадиена-1,5. Напишите схемы реакций и определите строение соединения (Б). 1) 3-метилбутановая кислота 4) 3-метилбутен-3-овая кислота 2) 3-метилбутен-2-овая кислота 5) 2-метилбутен-2-овая кислота 3) 2-метилбутен-3-овая кислота

устный опрос , примерные вопросы:

Строение, изомерия и номенклатура карбоновых кислот. Два пути образования систематических названий: а) "-овая кислота", б) "карбоновая кислота". Строение карбоксила, ассоциация карбоновых кислот. Карбоксилатный анион, делокализация отрицательного заряда в нем. Влияние заместителей (сопряжение, индуктивный эффект) на кислотные свойства карбоновых кислот. - Предельные одноосновные кислоты. Методы получения: реакциями окисления (углеводородов, спиртов, карбонильных соединений), гидролиза (нитрилов,  $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha$ -тригалогенпроизводных, ангидридов и т.д.), карбонизация металлоорганических соединений, гидрокарбонилирование (Реппе). - Реакции карбоновых кислот: получение солей, галогенангидридов, ангидридов, амидов, сложных эфиров, надкислот. Отношение функциональных производных кислот к восстановителям, аммиаку, магниорганическим соединениям. Галогенирование карбоновых кислот. - Соли: пиролиз и электролиз, реакции с алкил- и ацилгалогенидами. - Сложные эфиры; механизм реакции этерификации. Кислотный и щелочной гидролиз. Аммонолиз и переэтерификация сложных эфиров. Сложноэфирная конденсация и кислотность  $\alpha$  - СН-связей. - Ангидриды и хлорангидриды как ацилирующие агенты. Нитрилы и амиды, их взаимные превращения. Взаимные переходы функциональных производных карбоновых кислот друг в друга. -  $\alpha$ ,  $\beta$ -непредельные кислоты. Их синтез из оксинитрилов, из ацетилен (Реппе). Реакции присоединения и циклоприсоединения по С=C-связи. Акрилонитрил, акриловая и метакриловая кислоты.

### **Тема 19. Двухосновные и непредельные карбоновые кислоты**

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998.стр.26-29.

устный опрос , примерные вопросы:

Жиры и входящие в их состав кислоты (олеиновая, линолевая, линоленовая). Гидрогенизация и омыление жиров. Мыла. Воски. - Двухосновные кислоты. Методы синтеза: окисление диолов и циклических кетонов, гидролиз динитрилов. Щавелевая кислота, ее особенности: высокая кислотность, термическая неустойчивость, восстановительные свойства. - Малоновая кислота: синтезы на основе малонового эфира, реакция Михаэля. Янтарная кислота: ее ангидрид и имид. Бромсукцинимид как галогенирующий реагент. - Двухосновные непредельные кислоты: фумаровая и малеиновая, их геометрическая изомерия, взаимные переходы, установление конфигурации. Малеиновый ангидрид в реакции диенового синтеза (Дильс-Альдер). - Ароматические карбоновые кислоты. Методы синтеза: окисление алкилароматических соединений, ацилирование фосгеном (или хлоругольным эфиром), карбонизация металлоорганических соединений. Получение замещенных бензойных кислот реакцией электрофильного замещения.

### **Тема 20. Поточная контрольная работа по теме "Карбоновые кислоты"**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вариант курсовой контрольной работы по теме "Карбоновые кислоты" 1. Напишите реакции этилацетата с: а) аммиаком; б) водой (H<sup>+</sup>); в) Na, г) пропиловым спиртом; д) этилмагний бромидом (затем вода). 2. Исходя из малонового эфира и любых неорганических реагентов получите н-бутановую кислоту. 3. Расположите в порядке возрастания реакционной способности нижеприведенные соединения при взаимодействии с аммиаком: а) этилацетат; б) хлорангидрид уксусной кислоты; в) ангидрид уксусной кислоты; г) хлорангидрид трихлоруксусной кислоты. Напишите реакции и дайте пояснения. КСР Разбор контрольной работы (4 часа)

### **Тема 21. Нитросоединения**

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. стр.32-33.

устный опрос , примерные вопросы:

Номенклатура и классификация. Способы получения нитро-соединений: диазо Электронное строение нитро-группы и ее акцепторный характер. Химические свойства: восстановление в кислот, нейтральной и щелочной средах. Продукты неполного восстановления нитросоединений. Нитрозо-соединения, фенилгидроксиламин, азоксибензол, гидразобензол. Бензидиновая перегруппировка.

### **Тема 22. Амины**

домашнее задание , примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Амины" 1.Напишите структуры названных ниже соединений и укажите среди них вторичный амин. 1) втор-бутиламин 4) трет-бутиламин 2) метилдиэтиламин 5) ди-н-бутиламин 3) триизопропиламин II. Какая из реакций дает чистый (без примесей) вторичный жирноароматический амин? 1) алкилирование п-толуидина метанолом 2) алкилирование о-хлоранилина диметилсульфатом 3) алкилирование анилина иодистым метилом 4) алкилирование N-ациланилина с последующим гидролизом 5) взаимодействие метиламина с бензиловым спиртом III. Орто-нитроанилин не образуется при: 1) нитровании ацетанилида с последующей обработкой NaOH 2) частичном восстановлении о-динитробензола 3) обработке о-хлорнитробензола амидом натрия 4) обработке о-хлорнитробензола аммиаком 5) прямом нитровании анилина концентрированной азотной кислотой IV. Основные свойства наиболее сильно выражены у: 1) N,N-диметиланилина 4) п-сульфо-N-метиланилина 2) п-нитро-N,N-диметиланилина 5) трифениламина 3) дифениламина КСР. Разбор задач повышенной сложности (4 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Классификация, номенклатура. Методы получения, основанные на реакциях нуклеофильного замещения в галоген- и гидроксипроизводных углеводородов; реакциях восстановления нитросоединений (гидрирование нитробензола в кислой и щелочной средах), азотсодержащих производных карбонильных соединений и карбоновых кислот; перегруппировок амидов (Гофман), гидразидов (Курциус, Шмидт), карбоновых кислот и оксимов (Бекман). - Электронное и пространственное строение аминогруппы. - Химические свойства. Основность и кислотность аминов, влияние природы заместителя (алкильных, арильных) на кислотно-основные свойства аминов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, оксиалкилирование, ацилирование. Реакции с азотистой кислотой: различия в химическом поведении первичных, вторичных и третичных аминов, а также алифатических и ароматических аминов.

### **Тема 23. Диазо- и азосоединения**

домашнее задание , примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. " Упражнения и задачи по органической химии" , 1998. стр.33-34 КСР. Разбор задач повышенной сложности (2 часа)

устный опрос , примерные вопросы:

Электронное строение диазосоединений, катион диазония как электрофильный реагент. Взаимопревращения различных форм диазосоединений. - Реакции солей диазония, протекающие с выделением азота, и их использование для получения функциональных производных ароматических соединений (галогенидов, фенолов, нитрилов, и т. д.). - Реакции солей диазония, протекающие без выделения азота. Азосочетание как пример реакции электрофильного замещения. Диазо- и азосоставляющие. Зависимость скорости азосочетания от природы заместителей в реагентах. Метилоранж - представитель красителей, используемых в качестве индикаторов. Восстановление солей диазония. Арилирование ароматических соединений солями диазония.

### **Тема 24. Основные источники информации по органической химии**

творческое задание , примерные вопросы:

Поиск методики получения органического вещества (по литературным источникам, интернет-ресурсам) КСР. Обсуждение методик литературного синтеза. (6 часов)

### **Тема 25. Поточковая контрольная работа по теме "Амины и диазосоединения"**

контрольная работа , примерные вопросы:

Вариант курсовой контрольной работы по теме "Амины" 1. Фенилдиазонийхлорид сочетается с фенолом, но не вступает в реакцию с анизолом. 2,4-Динитрофенилдиазонийхлорид с анизолом реагирует, а 2,4,6-тринитрофенилдиазонийхлорид сочетается даже с углеводородом - мезитиленом (1,3,5-триметилбензолом). Объясните эти факты. Напишите структуры про-уктов, полученных в результате этих реакций. 2. п-Нитротолуол реагирует последовательно: с хлором (на свету); с железом в присутствии соляной кислоты; нитритом натрия в присутствии соляной кислоты; цианидом меди (1); водой в кислой среде; перманганатом калия. 3. Приведите схемы синтеза из бензола: а) о-крезола, б) п-фторфенола; в) м-хлориодбензола. Составьте схему синтеза азокрасителя, исходя из п-аминоазобензола и фенола. 4. Напишите уравнения реакций N,N-диметиланилина с: а) HBr; б) п-нитробензилбромидом; в) фенилдиазонийхлоридом; г) изопропилбромидом. Укажите условия протекания этих реакций. КСР. Разбор контрольной работы (2 часа)

### Тема 26. Оптическая изомерия

домашнее задание, примерные вопросы:

Домашнее задание: 1. Нарисуйте формулы Хеуорса для указанных соединений: а) 3,6-ди-О-метил- $\alpha$ -D-фруктофураноза; б) 4-О-( $\beta$ -D-глюкопиранозил)-L-глюкопираноза; в)  $\alpha$ -L-глюкофуранозил- $\alpha$ -L-глюкопиранозид. 3. Напишите уравнения реакций D-фруктозы со следующими соединениями: а) водородом в присутствии никелевого катализатора; б) синильной кислотой; в) гидроксиламином; г) избытком йодметана в щелочной среде; д) фенилгидразином (избыток). Дайте названия полученным веществам. 4. Определите строение дисахарида, который после исчерпывающего метилирования и последующего гидролиза продукта метилирования превращается в смесь 2,3,4,6-тетра-О-метил- $\alpha$ -D-глюкопиранозы и 1,3,4,6-тетра-О-метил- $\beta$ -D-фруктофуранозы. Напишите формулу дисахарида и уравнения упомянутых реакций. КСР. Разбор задач повышенной сложности. (2 часа)

устный опрос, примерные вопросы:

Алифатические оксикислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Методы синтеза альфа-, бета-, гамма-, дельта-оксикислот, их общие и специфические свойства. - Лактиды и лактоны. Природные оксикислоты: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная, миндальная. - Хиральность молекул и оптическая изомерия. Хиральный (асимметрический) атом углерода. Оптическая изомерия в ряду оксикислот. Проекционные формулы Фишера и Ньюмена. Энантиомеры, рацематы, диастереомеры, мезоформы. Разделение рацематов на оптические антиподы. Абсолютная и относительная конфигурация. - Вальденовское обращение и сохранение конфигурации. Понятие о трео- и эритроизомерах.

### Тема 27. Бифункциональные соединения. Гидрокси-, альдегидо- и кетокислоты

домашнее задание, примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. "Упражнения и задачи по органической химии", 1998. стр.36-37.

устный опрос, примерные вопросы:

Номенклатура и классификация. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Методы синтеза гидроксикислот. Реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения карбоксильной и гидроксильной групп. Ароматические гидроксикислоты. Получение простых и сложных эфиров, реакции азосочетания. Салициловая кислота. Номенклатура и классификация. Альдегидо- и кетокислоты, специфика их свойств. Получение сложных эфиров по реакции Кляйзена. Ацетоуксусный эфир, его СН-кислотность и таутомерия, образование металлических производных, их строение, двойственная реакционная способность и использование в синтезе кетонов и карбоновых кислот.

### Тема 28. Углеводы

домашнее задание, примерные вопросы:

Образец контрольного тестового задания по теме "Углеводы" Гексозу (А) ввели в реакцию с синильной кислотой и получили соединение (Б). При омылении (Б) получили соединение (В), которое при восстановлении иодистоводородной кислотой дает соединение (Г). Метилирование (А) с последующим гидролизом дает 1,3,4,6-тетра-О-метилгексозу. Определить, если это возможно, строение соединения (Г). 1) гептановая кислота 4)  $\text{HOCH}_2\text{-CH}(\text{COOH})\text{-(CH}_2\text{OH)}_3\text{-CH}_2\text{OH}$  2) метилбутилуксусная кислота 5)  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{COOH})\text{-(CH}_2\text{OH)}_3\text{-CH}_3$  3) строение соединения (Г) определить невозможно III. Вещество (А) при осторожном окислении образует 2,3,4,5-тетраоксигексановую кислоту; дает реакцию серебряного зеркала. При нагревании (А) с минеральными кислотами образуется метилфурфурол. Выбрать формулу для вещества (А). Определить количество энантиомеров для кетогексоз, если они имеют циклическое 2,6-окисное строение. 1) восемь 4) шестнадцать 2) тридцать два 5) шестьдесят четыре 3) количество стереоизомеров не будет определяться формулой  $2^n$

устный опрос, примерные вопросы:

Альдозы и кетозы (пентозы и гексозы). Графическое изображение открытых и циклических форм. Эпимеры и эпимеризация. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз (пентоз и гексоз). Увеличение углеродной цепи альдоз (синтез Килиани - Фишера). Уменьшение длины цепи альдоз (расщепление по Руфффу и Волю). - Оксо-циклольная таутомерия моноз и явление мутаротации (фуранозы и пиранозы). Аномерия и аномерный эффект. Установление строения (размеры цикла) моноз. Деструктивное окисление йодной кислотой. - Отдельные представители моноз: рибоза, дезоксирибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) и не восстанавливающие (трегаллоза, сахароза) биозы. Их строение. - Химические свойства биоз. Деструкция йодной кислотой. - Полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Гидролиз полиоз и химические превращения целлюлозы (искусственные волокна).

### **Тема 29. Аминокислоты и белки**

домашнее задание, примерные вопросы:

Файзуллин, Э.М. "Упражнения и задачи по органической химии", 1998. стр.38-39.

устный опрос, примерные вопросы:

Номенклатура и классификация. Структурные типы природных  $\alpha$ -аминокислот, стереохимия и конфигурационные ряды. Синтезы из карбонильных соединений через циангидрины; из малонового, ацетоуксусного и нитроуксусного эфиров; галоген- и кето-карбоновых кислот. Методы синтеза  $\beta$ -аминокислот, основанные на реакциях непредельных и дикарбоновых кислот. Кислотно-основные свойства аминокислот и зависимость их строения от pH среды. Изоэлектрическая точка. Образование производных по карбоксильной и аминогруппе, бетаины. Взаимодействие с азотистой кислотой. Превращения, протекающие при нагревании аминокислот, и зависимость их результатов от взаимного расположения двух функциональных групп.

### **Тема 30. Ароматические гетероциклические соединения**

домашнее задание, примерные вопросы:

Конспект по теме: Шестичленные азотистые гетероциклы с двумя гетероатомами. Пиримидин. Способы построения пиримидинового ядра, основанные на взаимодействии мочевины и ее производных с малоновым эфиром, эфирами  $\alpha$ -альдегидо- и  $\beta$ -кетокислот. Сходство и различие химических свойств пиридина и пиримидина.

устный опрос, примерные вопросы:

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом: фуран, тиофен, пиррол. Методы синтеза и их взаимопревращения. Сравнительная характеристика химических свойств фурана, тиофена, пиррола. Индол и его производные. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин и его гомологи. Номенклатура и изомерия производных. Реакции электрофильного замещения в ядро пиридина и его N-окиси.

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

По дисциплине "Органическая химия" предусмотрены следующие виды контроля знаний студентов:

- Оперативный контроль. Оперативный контроль проводится на семинарских занятиях с целью определения качества усвоения лекционного материала в виде устного или письменного опроса. Наиболее эффективным является его проведение в письменной форме - по контрольным вопросам, тестам и т.п. Контроль проводится в виде сдачи всеми без исключения студентами контрольных заданий - задач во время проведения практических занятий.
- Рубежный контроль. В течение каждого семестра студенты должны выполнить по две курсовые контрольные работы.
- Итоговый контроль по курсу. Для контроля усвоения данной дисциплины учебным планом предусмотрены 2 зачета и 2 экзамена (по одному в каждом семестре). На первом экзамене (5 семестр) студентам предлагается ответить на 1 вопрос и решить задачу по пройденному материалу учебной дисциплины. Второй экзамен проводится в форме письменного тестового контроля, в который входят 16 тестовых заданий и две креативные задачи по всему курсу "Органическая химия". Оценка по данному экзамену является итоговой по курсу и проставляется в приложении к диплому.

### 7.1. Основная литература:

1. Реутов, О.А. Органическая химия [Текст]: В 4 ч.: Ч.: 4: Учебное пособие для вузов / О.А.Реутов, А.Л.Курц, К.П.Бутин - М.: Бином, 2004-2009.
2. Травень, В.Ф. Органическая химия. [Текст]: в 2 т./ В.Ф.Травень - М.: Издательско-книготорговый центр Академкнига, 2008. - 2 т.
3. Смит, В.А. Основы современного органического синтеза [Текст]: уч. пособие для вузов / В.А.Смит, А.Д.Дильман - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 750 с.
4. Бергер, В. Органикум [Текст]: в 2 т. / В.Бергер, Х.Беккер, Р.Беккерт, К.Гевальд, Ф.Генц - М.: Мир, 2008. - 2 т.
5. Курц, А.Л. Задачи по органической химии с решениями [Текст] /А.Л.Курц - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 264с.
6. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Учеб. пособие для студентов фармацевт. вузов / [Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.]; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. - 3-е изд., стер.. - М.: Дрофа, 2003. - 383с

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Белобородов В.Л. Органическая химия. Книга 1. Основной курс. [Текст] / В.Л.Белобородов, С.Э.Зурабян А.П.Лузин, Н.А.Тюкавкина, - М.: Дрофа, 2004. - 640с. - ISBN 5-7107-4722-Х, 5-7107-4723-8, 5-7107-8724-8.
2. Наглядная органическая химия (пер. с англ. языка) Под. ред. Тюкавкиной Н.А., Зурабяна С. Э., Мак-Кендрик Дж., Уайтхед Р., М. - ГЭОТАР-МЕДИА, 2008. - 112с. - ISBN 978-5-9704-0817-9.
3. Березин, Д.Б. Курс современной органической химии [Текст] / Д.Б.Березин, Б.Д.Березин - М.: Высш. Шк., 2001. - 768с. - ISBN 5-06-003630-8.
4. Марч, Дж. Органическая химия [Текст]: в 4 т. (пер. с англ. языка) / Дж.Марч- М.: Мир, 1987 - 1988. - 4 т.
5. Днепропровский, А.С. Теоретические основы органической химии [Текст] / А.С. Днепропровский, Т.И.Темникова - Л.: Химия, 1991. - 555 с.
6. Джоуль, Дж. Химия гетероциклических соединений [Текст] (пер. с англ. языка) / Дж. Джоуль, К. Миллс - М.: Мир, 2004. - 728с. - ISBN 5-03-003461-7, 0-632-05453-0.

7. Несмеянов, В.Н. Начала органической химии [Текст]: в 2 кн. / В.Н.Несмеянов, Н.А. Несмеянов - М.: Химия, 1974. - 2 т.
8. Потапов, В.М. Стереохимия [Текст] / В.М. Потапов - М.: Химия, 1988. - 464 с.
9. Беккер, Г. Введение в электронную теорию органических реакций [Текст] (пер. с нем.) / Г.Беккер - М.: Мир, 1977. - 658 с.
10. Канн, Р. Введение в химическую номенклатуру (пер. с англ. языка) / Р.Канн, О.Дермер; под ред. В.М.Потапова и Р.А.Лидина - М.: Химия, 1983. - 224с.
11. Илиел, Э. Основы органической стереохимии. [Текст] (пер. с англ. языка) / Илиел Э., Вайлен С., М.Дойл - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 704с. - ISBN 978-5-94774-370-8, 0-471-37499-7.
12. Ласло, П. Логика органического синтеза. [Текст]: в 2 т. / П. Ласло - М.: Мир, 1998. - 2т. - ISBN 5-03-002864-1.
13. Племенков В.В. Введение в химию природных соединений [Текст] / В.В.Племенков. - Казань: Изд - во КГУ, 2001. -373 с.
14. Шабаров, Ю.С. Органическая химия. [Текст] / Ю.С.Шабаров - М.: Химия, 2001. - 848 с. - ISBN 5-7245-1180-0
15. Нейланд, О.Я. Органическая химия [Текст]: Учеб. для хим.спец. вузов. / О.Я.Нейланд - М.: Высшая школа, 1990. - 751 с.
16. Робертс, Дж. Основы органической химии. Кн. 1,2. [Текст] / Дж.Робертс, М.Касерио - М.: Мир, 1978. - 2 т.
17. Практические работы по органическому синтезу [Текст] - Казань: КГУ, 2002.
18. Курц, А.Л. Задачи по органической химии с решениями [Текст] /А.Л.Курц - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2006. - 264с. - ISBN 5-94774-399-х.
19. Файзуллин, Э.М. Упражнения и задачи по органической химии /Э.М.Файзуллин; под ред. И.С.Антипина - Казань: Изд - во КГУ, 1998. - с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Википедия - [http://ru.wikipedia.org/wiki/Органическая\\_химия](http://ru.wikipedia.org/wiki/Органическая_химия)

Органическая химия - <http://www.orgchemlab.com/>

Химик - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3125.html>

химия - <http://cnit.ssau.ru/organics/chem1/index.htm>

химия - <http://www.chemistry.narod.ru/index.htm>

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Органическая химия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 020201.65 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации Органическая химия .

Автор(ы):

Антипин И.С. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Коновалов А.И. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.