

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
Ю.А. Устименко
«09» сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.30 «Органическая химия»

Направление подготовки: **44.03.05 Педагогическое образование**
Направленность (профиль): **Биология, Химия**
Форма обучения: очная
Курс – 3
Семестр – 5,6
Всего зачетных единиц – 7, часов – 252
Форма отчетности: зачет – 5 семестр, экзамен – 6 семестр.

Программу разработала: кандидат химических наук, доцент Т.В.Анисимова

Одобрена на заседании кафедры
«02» сентября 2021 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой _____ М.Ю. Гильденков

Смоленск
2021

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина Б1.О.30 «Органическая химия» включена в базовую обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (очная форма обучения).

Курс органической химии является фундаментальной учебной дисциплиной и носит научный, общеобразовательный, мировоззренческий и прикладной характер.

Опирается на имеющиеся у студентов знания общей и неорганической химии. В свою очередь, этот курс является основой для изучения дисциплин биологического цикла, биохимии и других.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | Индикаторы достижения |
|--|--|
| ПК-6: Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы | Знать: структуру и теоретическую базу современной органической химии; классификацию и номенклатуру органических веществ; свойства и способы получения органических веществ различных классов Уметь: излагать и интерпретировать химическую информацию, подкреплять теоретические положения конкретными фактами; составлять названия органических веществ по формулам в соответствии с правилами номенклатуры; составлять уравнения реакций, отражающие способы получения и свойства органических веществ; Владеть: основными химическими теориями, законами, концепциями о строении и реакционной способности органических веществ и закономерностях развития органического мира; навыками прогнозирования продуктов химических реакций; методами и приемами постановки и выполнения эксперимента для получения веществ и изучения их свойств; методами безопасного обращения с химическими реагентами с учетом их физических и химических свойств. |

3. Содержание дисциплины

Предмет органической химии. Место органической химии в ряду современных наук. Основные периоды развития. Теория химического строения А.М.Бутлерова. Классификация органических соединений. Основы номенклатуры органических соединений.

1. ПРИРОДА ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛАХ

Электронные представления в органической химии. Типы химической связи: ионная, ковалентная. Механизмы образования ковалентной связи: обменный и донорно-акцепторный. Семиполярная связь (диполярная). Характеристики ковалентной связи: длина, энергия, кратность, полярность, поляризуемость, насыщаемость, направленность. Два типа разрыва ковалентной связи: гомолитический и гетеролитический. Слабые взаимодействия в органической химии. Водородная связь.

Теория направленных валентностей. Понятия о гибридизации. Валентные состояния атома углерода. sp^3 -гибридизация: распределение электронной плотности в гибридной орбитали; электронное строение и углы между направлением валентностей этана, пропана. sp^2 – гибридизация: модель соединений с двойной связью; схема σ - и π -связей, углы между направлением валентностей в молекулах этилена, пропилена, бутадиена-1,3. sp -гибридизация: модель соединений с тройной связью, схема σ - и π -связей в молекулах ацетилене, аллена, оксида углерода (IV). Энергия, длина, поляризуемость простой, двойной и тройной связи в этане, этилене, ацетилене, зависимость электроотрицательности и ковалентного радиуса от

валентного состояния. Энергия, длина и полярность связей в алканах, алкенах, алкинах.

Теория электронных смещений. Два механизма передачи взаимного влияния атомов в молекуле и два типа электронных смещений. Индуктивный механизм смещения электронной плотности по цепи простых связей и индукционный эффект: положительный (+I) и отрицательный (-I). Ряд индуктивного влияния. Затухание индуктивного эффекта по цепи σ -связей. Влияние I-эффекта на физические и химические свойства соединений.

Сопряжение связей. Мезомерный эффект (эффект сопряжения): неполярный (M) положительный (+M) и отрицательный (-M) эффект. Типы сопряжения (π, π -, p, π -, σ, π -). Предельные структуры и мезоформулы. Энергия сопряжения. Влияние мезомерного эффекта на физико-химические свойства и реакционную способность молекул.

Органические кислоты и основания. Теории Льюиса, Бренстеда. Факторы, влияющие на силу основания и кислоты.

Классификация органических реакций. Понятие о субстрате и реагенте. Органические реагенты: нуклеофильные и электрофильные. Радикалы. Классификация органических реакций: по направлению; по характеру реагирующих частиц и типу разрыва связей в исходных молекулах. Обозначения различных типов реакций ($A_E, A_R, A_N, E, S_E, S_N, S_R$). Молекулярность реакций. Понятие о моно-, би- и полимолекулярных реакциях.

2. НАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Алканы (предельные углеводороды, парафины)

Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула алканов. Виды изомерии, оптическая и конформационная изомерия. Первичные, вторичные, третичные и четвертичные атомы углерода. Номенклатура алканов. Природные источники алканов. Природный газ и его состав. Нефть, ее происхождение, состав. Основные продукты переработки нефти.

Методы синтеза алканов. Синтез алканов без изменения углеродного скелета: восстановление галогенопроизводных и спиртов. Синтез алканов с увеличением углеродного скелета: реакция Вюрца-Шорыгина; электролиз солей карбоновых кислот (Кольбе). Синтез алканов с уменьшением углеродного скелета (Дюма). Понятие о переработке нефти: крекинг термический и каталитический.

Физические свойства алканов Агрегатное состояние предельных углеводородов и его изменение в гомологическом ряду.

Химические свойства алканов. Реакции замещения. Галогенирование. Цепной радикальный механизм реакции фотохимического хлорирования (S_R). Зависимость скорости реакции от природы галогена. Неселективность реакции. Реакция бромирования. Нитрование алканов: жидкофазное и парофазное. Селективность реакции. Реакции сульфирования и сульфохлорирования. СМС на основе алкансульфохлоридов. **Реакции расщепления.** Понятие о каталитическом и термическом крекинге алканов. Пиролиз. **Реакции окисления.** Отношение алканов к окислителям при различных температурах. Получение из алканов синтетических жирных кислот и спиртов. Горение алканов.

Отдельные представители предельных углеводородов и их использование в быту и на производстве.

Циклоалканы

Классификация по числу углеродных атомов в цикле, по числу циклов и типу соединения их друг с другом. Распространение в природе. Общая формула циклоалканов. Номенклатура. Виды структурной изомерии. Геометрические (цис-транс) и оптические изомеры дизамещенных циклоалканов. Конформационная изомерия. Теория напряжения А.Байера. Конформации циклогексана: «кресло» и «ванна». Аксиальные и экваториальные положения связей в конформации «кресло». Причины наибольшей устойчивости конформации «кресло».

Способы получения малых циклов: циклизация дигалогензамещенных, пиролиз кальциевых солей дикарбоновых кислот с последующим восстановлением циклических кетонов, гидрирование ароматических углеводородов, дегидроциклизация алканов.

Химические свойства циклопарафинов. Сравнение химических свойств низших и высших циклоалканов. Неустойчивость низших циклов (циклопропан, циклобутан). Электронное строение циклопропана. Реакции присоединения и замещения при взаимодействии различных циклоалканов с галогенами, галогеноводородами. Сравнение устойчивости циклоалканов при термической обработке. Сравнение свойств циклоалканов со свойствами алкенов и алканов. Гидрирование малых и средних циклов.

НЕНАСЫЩЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Алкены (этиленовые углеводороды, олефины)

Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула. Структурная изомерия. Пространственная геометрическая изомерия (цис-, транс-). Номенклатура алкенов. *Физические свойства алкенов.*

Методы получения этиленовых углеводородов. Синтез алкенов из углеводородов предельного ряда: дегидрогенизация алканов, крекинг парафинов. Дегидрогалогенирование галогеналканов, условия реакции. Правило Зайцева в реакциях отщепления. Получение алкенов из дигалогеналканов. Внутримолекулярная дегидратация спиртов. Катализаторы дегидратации и их роль.

Химические свойства алкенов. Реакции присоединения (A_E). Электронное строение алкенов и склонность к реакциям электрофильного присоединения. Присоединение галогенов. Взаимодействие с бромной водой - качественная реакция на двойную связь. Электрофильный механизм реакции присоединения галогенов (A_E). Присоединение к алкенам галогеноводородов. Правило Марковникова и его объяснение с электронных позиций. Влияние природы галогеноводорода на легкость реакции. Гидратация алкенов (кислотная и каталитическая). Гипогалогенирование алкенов. Гидрирование алкенов.

Реакции окисления. Окисление без разрыва двойной связи: реакция Е.Е.Вагнера. Реакция с водным раствором перманганата калия - качественная реакция на двойную связь. Получение эпоксидов. Окисление алкенов с разрывом двойной связи. Условия реакции, конечные продукты. Озонирование. Расчет коэффициентов окислительно-восстановительных реакций.

Реакции замещения. Замещение водорода в пропилене и этилене на галоген (получение аллилхлорида и винилхлорида), условия реакции.

Реакции полимеризации. Определение терминов: полимеризация, мономер, полимер, степень полимеризации, структурное звено, сополимеризация. Цепная полимеризация, стадии процесса. Полиэтилен, полипропилен, примеры сополимеров.

Алкины (ацетиленовые углеводороды)

Гомологический ряд ацетиленовых углеводородов. Изомерия, номенклатура. Общая формула. *Физические свойства.*

Методы получения алкинов. Синтез ацетилена из карбида кальция и метана. Дегидрогалогенирование вицинальных дигалогеналканов, реагенты. Получение гомологов ацетилена алкилированием ацетиленидов.

Химические свойства алкинов. Кислотные свойства ацетилена: получение ацетиленидов натрия, тяжелых металлов, реактива Иоцича. Сравнение кислотных свойств ацетилена, этилена, алифатических спиртов, кислот.

Реакции присоединения. Присоединение галогенов и галогеноводородов. Механизм A_E. Гидратация алкинов (реакция М.Г.Кучерова): промежуточный и конечный продукты. Правило А.М.Эльтекова. Нуклеофильное присоединение в ряду

алкинов: присоединение спиртов, циановодорода, кислот. Присоединение водорода. Условия реакции.

Реакции окисления. Условия, реагенты, продукты реакции.

Реакции полимеризации. Ступенчатая полимеризация ацетилен (получение винилацетилена, бензола). Ацетилен в органическом синтезе. Использование ацетилен в автогенной сварке и резке металлов.

Алкадиены (диеновые углеводороды)

Классификация алкадиенов. Номенклатура, изомерия. Диеновые углеводороды с сопряженными двойными связями (бутадиен, изопрен, хлоропрен).

Получение бутадиена из бутана и бутенов, а также из этанола (С.В.Лебедев). Получение изопрена из пентановой фракции продуктов перегонки нефти.

Электронное строение бутадиена-1,3. Схема σ - и π - связей, пространственное расположение атомов в молекуле бутадиена, валентные углы, $\pi\pi$ -сопряжение в молекуле бутадиена. Предельные структуры бутадиена, мезоформула.

Химические свойства сопряженных алкадиенов. Реакции присоединения. Гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование (механизм A_E), продукты 1,2- и 1,4- присоединения. Радикальное присоединение галогенов.

Реакции полимеризации, их значение для получения каучукоподобных веществ (эластомеров). Полимеризация бутадиена и получение синтетического бутадиенового каучука (СКБ). Натуральный каучук (НК) и его природные источники. Строение НК (цис-полиизопрен) и гуттаперчи (транс-полиизопрен).

2. АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Определение ароматических соединений. Основные отличия ароматических соединений от ненасыщенных циклических соединений. Признаки ароматичности.

Бензол и его гомологи

Изомерия моно-, ди- и тризамещенных бензола. Номенклатура. Природные источники углеводородов ряда бензола. Синтетические методы получения бензола и его гомологов. Дегидрирование циклоалканов, дегидроциклизация алканов. Реакция Вюрца–Фиттига. Алкилирование бензола по Фриделю–Крафтсу–Густавсону.

Структурная формула Кекуле и ее недостатки. Современные представления о строении бензола. Тип гибридизации атомов углерода в цикле, схема расположения σ -связей, валентные углы, длины связей C-C и C-H. Ароматическое сопряжение и делокализация π -электронов, вид единой p -молекулярной орбитали. Предельные структуры бензола. Энергия сопряжения бензола. Условия ароматичности молекулы. Число π -электронов в ароматической системе (правило Хюккеля).

Химические свойства углеводородов ряда бензола. Реакции замещения как наиболее характерные в ряду бензола. Условия протекания, катализаторы и их роль. Механизм реакции электрофильного замещения (S_E2) в общем виде. Примеры реакций электрофильного замещения. Нитрование бензола и гомологов: нитрующие агенты, сравнение легкости нитрования бензола и толуола. Условия нитрования толуола в боковую цепь. Сульфирование бензола и гомологов: электрофильные реагенты, условия реакции, ее обратимость. Галогенирование бензола: катализаторы и их роль в образовании электрофильного реагента. Условия галогенирования толуола в боковую цепь и в ядро. Алкилирование и ацилирование бензола и гомологов.

Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения в ароматическом ряду. Ориентанты I рода (*орто*-, *пара*-ориентанты). Объяснение ориентации с точки зрения статического фактора – распределения электронной плотности в нереагирующей молекуле (учет индукционного и мезомерного эффектов при взаимодействии заместителя с ядром) и сравнение устойчивости (предельные структуры) σ -комплексов, образующихся при замещении в *орто*-, *пара*- и *мета*положения (динамический фактор). Активирующее действие ориентантов I рода.

Особенности галогенов как ориентантов I рода. Ориентанты II рода (*мета-ориентанты*). Электроноакцепторное действие на ароматическое ядро, сравнение дезактивирующего влияния различных заместителей. Объяснение мета-ориентации с помощью электронной теории (статический и динамический факторы). Ориентация в дизамещенных бензола: согласованная и несогласованная ориентация.

Реакции окисления в ряду бензола. Стойкость бензольного ядра к действию окислителей. Условия разрушения бензола окислителями: каталитическое окисление бензола кислородом воздуха, озонирование. Окисление гомологов бензола, условия реакции, продукты. Преимущественное окисление по α -углеродному атому.

Реакции присоединения. Трудность осуществления реакций присоединения по бензольному ядру. Условия присоединения галогенов. Присоединение водорода.

6. ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ ОДИНАКОВЫМИ ФУНКЦИЯМИ **Галогеналканы**

Гомологический ряд галогеналканов. Номенклатура. Структурная (углеродной цепи, положения функциональной группы) и пространственная изомерия (оптическая и конформационная). *Физические свойства.*

Способы получения: из алканов, спиртов, алкенов и алкинов.

Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения (S_N): замещение галогена на гидроксил, аминогруппу, цианогруппу, алкоксил и др. Сравнение реакционной способности первичных, вторичных и третичных галогеналканов. Зависимость легкости реакции от природы галогена. Конкурирующие реакции дегидрогалогенирования E_1 и E_2 . Правило Зайцева. Взаимодействие галогеналканов с металлами: натрием, цинком, магнием. Получение реактива Гриньяра, его использование в органическом синтезе. Восстановление галогеналканов. Полигалогензамещенные и полифторуглероды, их значение. Хлористый винил, -I и +M -эффекты, электронное строение, схема σ - и π -связей, предельные структуры, мезоформула. Причина низкой реакционной способности в реакциях S_N .

Одноатомные спирты (алканола)

Гомологический ряд одноатомных спиртов. Функциональная группа. Общая формула. Структурная изомерия. Номенклатура. Первичные, вторичные и третичные спирты. Электронное строение этанола, схема σ -связей. Поляризация связей C-O и O-H.

Методы получения спиртов. Гидролиз галогеналканов. Гидратация алкенов. Получение спиртов из альдегидов и кетонов, в том числе с использованием металлоорганических соединений. Ферментативные и микробиологические методы получения спиртов. Получение спиртов на основе сложных эфиров.

Физические свойства спиртов. Агрегатное состояние. Сравнение температур кипения спиртов и изомерных им простых эфиров. Ассоциация молекул спиртов вследствие образования межмолекулярных водородных связей. Растворимость спиртов.

Химические свойства спиртов. Амфотерность спиртов. Кислотные свойства спиртов. Сравнение кислотных свойств спиртов и воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Образование алкоголятов и их отношение к воде. Свойства спиртов как оснований.

Реакции нуклеофильного замещения в спиртах. Взаимодействие спиртов с галогеноводородными кислотами. Взаимодействие спиртов с галогенангидридами неорганических кислот. Межмолекулярная дегидратация спиртов (получение простых эфиров), условия реакции. Получение сложных эфиров с неорганическими и органическими кислотами. Внутримолекулярная дегидратация спиртов, получение алкенов.

Окисление спиртов. Химическое и каталитическое окисление спиртов.

Отдельные представители спиртов. Метанол, этанол, высшие спирты.

Многоатомные спирты

Классификация многоатомных спиртов. Двухатомные (гликоли) и трехатомные спирты. Номенклатура и изомерия многоатомных спиртов. Этиленгликоль. Глицерин.

Получение глицерина омылением жиров. *Физические свойства*.

Химические свойства двух- и трехатомных спиртов. Кислотные свойства двух- и трехатомных спиртов и их проявление в реакциях образования гликолятов и глицератов. Гликолят и глицерат меди. Качественные реакции. Сравнение кислотных свойств одноатомных и многоатомных спиртов.

Реакции замещения. Замещение гидроксильных групп на галоген. Получение простых и сложных, полных и неполных эфиров. Тринитрат глицерина. Действие водоотнимающих агентов на этиленгликоль и глицерин.

Окисление этиленгликоля и глицерина, условия, продукты реакции.

Оксипроизводные ряда бензола (фенолы и ароматические спирты)

Одноатомные фенолы. Методы получения одноатомных фенолов. Сплавление сульфокислот со щелочами. Механизм нуклеофильного замещения в ароматическом ряду (S_N2). Замещение галогена в галогенбензолах на гидроксил. Особенности условий реакции замещения галогена. *Физические свойства фенола.*

Химические свойства фенола. Реакции по ОН-группе. Кислотные свойства фенола и их объяснение с точки зрения электронного строения. Получение фенолятов. Качественная реакция на фенолы. Алкилирование и ацилирование гидроксильной группы фенола (получение простых и сложных эфиров). *Реакции по ароматическому ядру.* Реакционная способность фенола в реакциях галогенирования, нитрования, сульфирования. Условия, реагенты. Ориентирующее действие гидроксила. Сравнение легкости реакций электрофильного замещения фенола и бензола. Окисление фенола. Применение фенола.

Двух- и трехатомные фенолы. Пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Нахождение в природе. Свойства. Окисление фенолов. Получение *o*- и *p*-бензохинонов. Особенности строения и химического поведения. Неароматический характер хинонов.

Ароматические спирты. Бензиловый спирт. Получение его гидролизом бензилхлорида. Сравнение подвижности хлора в хлорбензоле и бензилхлориде. Отличия в свойствах ароматических спиртов и фенолов.

Простые эфиры

Номенклатура. Виды изомерии (метамерия, межклассовая изомерия).

Получение простых эфиров межмолекулярной дегидратацией спиртов и алкилированием спиртов (реакция Вильямсона).

Химические свойства простых эфиров. Свойства как оснований: образование оксониевых солей. Расщепление простых эфиров действием некоторых кислот и металлического натрия. Образование гидроперекисей. Воспламеняемость и взрывоопасность диэтилового эфира. Применение его в качестве растворителя и в медицине.

Нитросоединения алифатического ряда

Электронное строение нитрогруппы, предельные структур, мезоформула, длина связи N-O. *Получение:* нитрованием алканов, замещением галогена в галогеналканах. Восстановление нитросоединений.

Амины алифатического ряда

Номенклатура. Изомерия. Первичные, вторичные, третичные амины, их электронное строение. Четвертичные соли аммония. *Получение аминов* из галогеналканов (реакция Гофмана), восстановлением нитросоединений и нитрилов. *Химические свойства аминов.* Кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами спиртов, аммиака. Сравнение основных свойств первичных, вторичных и

третичных аминов. Реакции алкилирования и ацилирования аминов. Действие азотистой кислоты на амины.

Диамины, распространение в природе, практическое значение

Ароматические амины

Классификация. Номенклатура, изомерия. Получение анилина из нитробензола (Н.Н.Зинин). Схема восстановления нитробензола в кислой и щелочной средах. Получение нитробензола из хлорбензола, условия. Получение вторичных и третичных жирно-ароматических и ароматических аминов. Физические свойства.

Химические свойства, реакции по аминогруппе. Электронное строение анилина (индукционный и мезомерный эффекты), предельные структуры, мезоформула. Основные свойства анилина. Влияние заместителей в ядре на основные свойства аминогруппы. Соли ароматических аминов. Сравнение основных свойств аминов ароматического и алифатического рядов. Алкилирование и ацилирование аминогруппы. Реакции первичных, вторичных, третичных аминов с азотистой кислотой, сравнение с алифатическими аминами. Взаимодействие первичных ароматических аминов с ароматическими альдегидами (Шиффовы основания). *Реакции аминов ароматического ряда по ядру.* Галогенирование анилина (получение триброманилина). Особенности получения о- и п-нитроанилинов. Сульфирование анилина (метод «спекания»). Сульфаниловая кислота, ее строение.

Альдегиды и кетоны алифатического ряда

Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Функциональная группа. Номенклатура. Изомерия. *Электронное строение карбонильной группы.* Характеристика связи C=O (полярность, поляризуемость, энергия, влияние радикалов, связанных с карбониллом). Сравнение с параметрами C=C связи.

Методы получения. Получение из дигалогеналканов, алкинов, спиртов. Пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот. Оксосинтез (В.Реппе).

Физические свойства. Химические свойства. Реакции присоединения. Механизм нуклеофильного присоединения (A_N) по карбонильной группе. Присоединение циановодорода, гидросульфита натрия. Гидратация. Присоединение спиртов и получение полуацеталей и ацеталей. Отношение ацеталей к действию разбавленных кислот и щелочей. Присоединение водорода.

Замещение карбонильного кислорода. Взаимодействие с пентахлоридом фосфора (отличие от аналогичной реакции в ряду спиртов). Взаимодействие альдегидов и кетонов с азотистыми основаниями: гидразином, гидросиламином, фенилгидразином. Реакции с участием α -водородного атома. Замещение α -водородных атомов на галоген в альдегидах и кетонах. Альдольная и кротоновая конденсации (щелочной катализ). Реакции Канниццаро, Сложноэфирная конденсация (В.Е.Тищенко).

Реакции полимеризации. Полимеризация формальдегида. Получение триоксана, параформа, полиформальдегида.

Реакции окисления. Окисление альдегидов, условия реакции, окислители. Качественные реакции на альдегиды (реакция с фуксинсернистой кислотой, реакция «серебряного зеркала», взаимодействие с гидроксидом меди(II), фелинговой жидкостью). Особенности окисления кетонов. Правило Попова.

Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Отличия альдегидов от кетонов. Важнейшие представители. Особые свойства формальдегида. Применение муравьиного, уксусного альдегидов, ацетона.

Альдегиды, кетоны и карбоновые кислоты ароматического ряда

Бензальдегид, ацетофенон, бензофенон. Технические способы получения бензальдегида (из толуола и хлорбензола). Получение ацетофенона и бензофенона по реакции Фриделя – Крафтса. Реакции, общие с алифатическими альдегидами и кетонами (нуклеофильное присоединение по карбонильной группе). Специфические

реакции ароматических альдегидов. Бензоиновая конденсация. Окисление. Реакции Канниццаро и Тищенко. Взаимодействие с хлором. Реакции конденсации с соединениями, содержащими подвижный атом водорода.

7. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Предельные одноосновные карбоновые кислоты (монокарбоновые кислоты)

Функциональная группа. Общая формула монокарбоновых кислот. Гомологический ряд. Номенклатура (историческая, рациональная, систематическая) и изомерия. Понятие о кислотных остатках (ацилатах) и кислотных радикалах (ацилах).

Методы получения. Синтез карбоновых кислот из непищевого сырья: каталитическое окисление парафинов, окисление первичных спиртов, альдегидов. Получение карбоновых кислот из галогеналканов гидролизом и с использованием реактивов Гриньяра, гидролиз нитрилов. Получение высших карбоновых кислот гидролизом жиров и масел, из малонового и ацетоуксусного эфиров.

Физические свойства. Агрегатное состояние. Межмолекулярные водородные связи и их влияние на физико-химические свойства.

Химические свойства. Кислотные свойства и их объяснение на основе электронного строения карбоксильной группы. Мезомерный эффект (π -сопряжение) в карбоксильной группе, предельные структуры и мезоформула карбоксилат-иона. Влияние радикала, связанного с карбоксилем, на кислотные свойства карбоновой кислоты (+I, -I-эффекты). Сравнение кислотных свойств органических и неорганических кислот, воды и спиртов. Получение солей карбоновых кислот, гидролиз солей. Свойства карбоновых кислот как оснований (место присоединения протона).

Замещение α -водородного атома на галоген и влияние карбоксильной группы на подвижность α -водородного атома.

Реакции замещения гидроксильной группы в карбоксиле – получение производных карбоновых кислот. Общий механизм нуклеофильного замещения.

Галогенангидриды. Способы получения. Галогенангидриды как ацилирующие агенты (гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, аммонолиз).

Ангидриды карбоновых кислот. Получение уксусного ангидрида на основе уксусной кислоты и хлорангидрида уксусной кислоты. Использование ангидридов в качестве ацилирующих агентов.

Сложные эфиры карбоновых кислот. Получение из кислот этерификацией, механизм (кислотный катализ), доказательство механизма с использованием меченых атомов. Реакции переэтерификации и аммонолиза. Сложные эфиры в природе, их значение в промышленности.

Амиды карбоновых кислот. Электронное строение амидов. Способы получения амидов: ацилированием аммиака и аминов, неполный гидролиз нитрилов. Химические свойства. Гидролиз амидов, взаимодействие с азотистой кислотой.

Непредельные одноосновные карбоновые кислоты

Номенклатура. Акриловая, кротоновая, метакриловая, винилуксусная кислоты. Структурная и геометрическая изомерия. Взаимные превращения цис-транс-изомеров. Кротоновая и изокротоновая кислоты. Непредельные высшие карбоновые кислоты (олеиновая, элаидиновая, линолевая и линоленовая).

Химические свойства непредельных карбоновых кислот. Кислотные свойства, сравнение с таковыми у насыщенных монокарбоновых кислот. Свойства как непредельных соединений. Присоединение галогенов и водорода по двойной C=C связи. Особенности присоединения галогеноводородов и воды к α -ненасыщенным кислотам (эффект π -сопряжения и 1,4-присоединения). Реакции полимеризации. Получение органического стекла. Реакции окисления непредельных карбоновых кислот.

Дикарбоновые кислоты

Дикарбоновые кислоты предельного ряда. Номенклатура и изомерия. Физические свойства.

Химические свойства. Свойства по карбоксильной группе. Полные и неполные производные. Сравнение кислотных свойств щавелевой, малоновой, янтарной и глутаровой кислот. Отношение к нагреванию дикарбоновых кислот с разным взаимным расположением карбоксильных групп.

Отдельные представители. Щавелевая кислота, ее получение из формиата натрия. Отношение к нагреванию с серной кислотой. Оксалаты. Распространение в природе.

Малоновая кислота. Особенности строения и химического поведения. Малоновый эфир. Объяснение подвижности атомов водорода метиленовой группы. Понятие о синтетах с малоновым эфиром. Na-малоновый эфир, электронное строение.

Янтарная кислота, ее ангидрид и амид.

Непредельные двухосновные карбоновые кислоты. Малеиновая и фумаровая кислоты. Взаимные переходы. Отличия физических и химических свойств.

Карбоновые кислоты ароматического ряда

Одноосновные и двухосновные кислоты. Номенклатура. Изомерия. Способы получения бензойной кислоты (окислением толуола и из хлорбензола). Кислотные свойства, соли, сложные эфиры, галогенангидриды, амиды бензойной кислоты. Влияние заместителей в кольце на кислотные свойства бензойной кислоты. Декарбоксилирование бензойной кислоты. Реакции по ароматическому ядру. Салициловая кислота, получение (синтез Кольбе). Фталевая, терефталевая, изофталевая кислоты. Фталевый ангидрид. Полиэфирное волокно, лавсан.

8. ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ СО СМЕШАННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Гидроксикарбоновые кислоты и оптическая изомерия

Функциональные группы гидроксикарбоновых кислот. Основность и атомность. Изомерия и номенклатура. Гликолевая, молочная кислоты. *Способы получения* из альдегидов и кетонов, гидролизом галогензамещенных кислот, гидратацией непредельных кислот. *Физические свойства.*

Химические свойства. Кислотные свойства, влияние гидроксильной группы на кислотные свойства α -, β -, γ -гидроксикарбоновых кислот. Свойства гидроксикислот как бифункциональных соединений: получение производных по спиртовому гидроксилу и реакции по карбоксильной группе. Действие восстановителей и окислителей. Особые свойства гидроксикислот. Отношение α -, β -, γ -оксикислот к нагреванию. Расщепление α -оксикислот при взаимодействии с концентрированной серной кислотой.

Многоосновные многоатомные оксикислоты: яблочная, винные и лимонная кислоты. Распространение в природе.

Оптическая изомерия оксикислот. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода (глицериновый альдегид, молочная кислота), знак вращения и конфигурация. Оптические изомеры, рацемические смеси, рацематы. Проекционные формулы Фишера, D-,L-ряды. Оптическая изомерия хлоряблочной и винных кислот: число энантиомеров (оптических изомеров), рацематов, мезоформ, диастереомеров. Физические и химические свойства энантиомеров, рацематов и диастереомеров. Способы разделения рацематов на антиподы.

Альдегидо- и кетокислоты (оксикислоты)

Функциональные группы. Простейшие кислоты (глиоксиловая и пировиноградная) их биологическое значение. Ацетоуксусная кислота. Влияние карбонильной группы на кислотные свойства. Особые свойства ацетоуксусной кислоты: декарбоксилирование при нагревании и подвижность α -водородного

атома. Получение ацетоуксусного эфира сложноэфирной конденсацией. Таутомерия АУЭ. Факторы, стабилизирующие енольную форму. Реакции кетонной и енольной форм. На-ацетоуксусный эфир, строение, его С-алкилирование. Синтезы на основе АУЭ. Кислотное и кетонное расщепление.

8. ПРИРОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА **Жиры (триглицериды)**

Строение жиров. Простые и смешанные триглицериды. Жидкие и твердые жиры. Высшие жирные предельные и непредельные кислоты, входящие в состав жиров.

Химические свойства жиров. Омыление жиров. Понятие о мылах. Условия кислотного и ферментативного гидролиза жиров. Гидрирование жиров. Окисление жиров.

Аминокислоты

Функциональные группы. Классификация аминокислот. *Физические свойства.* Особенности свойств. Сравнение со свойствами аминов и карбоновых кислот.

Химические свойства аминокислот. Амфотерность аминокислот. Взаимодействие аминокислот с основаниями. Взаимодействие аминокислот с кислотами (свойства аминокислот как оснований). *Понятие о пептидах и пептидной связи.*

Углеводы

Определение, общая формула. Классификация.

Моносахариды. Классификация. Номенклатура. Изомерия. Виды структурной изомерии. Пространственная (оптическая) изомерия. Число асимметрических атомов альдопентоз и альдогексоз и количество стереоизомеров. Проекционные формулы стереоизомеров: антиподы, диастереомеры. Рацематы, Принадлежность стереоизомеров к D- или L-стереическому ряду. Генетическая связь D- и L-углеводов с D- и L-глицериновым альдегидом. глюкозы, маннозы, галактозы, фруктозы. Кольчато-цепная таутомерия. Аномеры: α - и β - циклические формы моноз. Изомерия, связанная с наличием пираноного и фуранозного циклов. Число оптических изомеров циклических форм. Проекционные (Колли-Толленса) и перспективные (Хеуорс) формулы аномеров. Полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Мутаротация, определение. Объяснение явления мутаротации кольчато-цепной таутомерией моноз.

Химические свойства моносахаридов. Реакции по карбонильной группе. Реакции по гидроксильным группам. *Отдельные представители*

Дисахариды (биозы). Строение дисахаридов. Классификация дисахаридов. Восстанавливающие дисахариды. Мальтоза (солодовый сахар), лактоза (молочный сахар), целлобиоза. Свойства по карбонильной и гидроксильной группам. Отношение к действию кислот (гидролиз). Мутаротация. Невосстанавливающие дисахариды. Сахароза (тростниковый, или свекловичный сахар), Отличие свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. *Полисахариды (полиозы, гликаны).* Крахмал, Амилоза и амилопектин в составе крахмала. Кислотный и ферментативный гидролиз, условия, промежуточные и конечный продукты. Качественная реакция с иодом. Гликоген. Целлюлоза (клетчатка).

Гетероциклические соединения

Определение гетероциклов. Классификация.

Пятичленные гетероциклы Фуран, пиррол, тиофен. Ароматический характер пятичленных гетероциклов и его объяснение с точки зрения электронного строения. Схема σ - и π - связей фурана, пиррола, тиофена, валентные углы, тип гибридизации атомов углерода и гетероатома. Предельные структуры пятичленных гетероциклов, мезоформула. Сравнение ароматического характера различных гетероциклов.

Изомерия, номенклатура. Методы получения пятичленных гетероциклов. Взаимные превращения гетероциклов (Ю.К.Юрьев).

Химические свойства пятичленных гетероциклов. Реакции электрофильного замещения. Место вступления заместителя. Нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование фурана, пиррола, тиофена, условия реакции. Сравнение реакционной способности гетероциклов в реакциях замещения.

Основные и кислотные свойства пятичленных гетероциклов.

Шестичленные гетероциклы. Пиридин. Схема σ - и π -связей, ароматическое сопряжение. Влияние атома азота на распределение электронной плотности. Сходство в строении пиридина и бензола.

4. Тематический план

| № п/п | Наименование тем и разделов | Всего (часов) | Аудиторные занятия(часов) | | Самосто- ятельная работа (часов) |
|------------------|---|------------------|---------------------------|-------------------|---|
| | | | В том числе | | |
| | | | Лекции | Лаборато- рные | |
| 5 семестр | | | | | |
| 1 | Природа химической связи в органических молекулах | 12 | 4 | 4 | 4 |
| | Номенклатура органических соединений | 8 | - | 4 | 4 |
| 2 | Алканы, циклоалканы | 18 | 4 | 6 | 8 |
| 3 | Ненасыщенные углеводороды | 20 | 4 | 8 | 8 |
| 4 | Ароматические углеводороды | 18 | 4 | 6 | 8 |
| 5 | Галогенопроизводные | 14 | 4 | 4 | 6 |
| 6 | Спирты и фенолы | 20 | 4 | 6 | 10 |
| 7 | Альдегиды и кетоны | 14 | 4 | 4 | 6 |
| 8 | Простые эфиры. Нитросоединения | 6 | - | 2 | 4 |
| 9 | Амины (алифатические и ароматические) | 14 | 4 | 4 | 6 |
| | <i>Всего за 5 семестр</i> | 144 | 32 | 48 | 64 |
| 6 семестр | | | | | |
| 1 | Карбоновые кислоты и их производные | 20 | 6 | 6 | 8 |
| 2 | Жиры | 12 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | Гидрокси-, оксо- и аминокислоты | 20 | 6 | 6 | 8 |
| 4 | Углеводы | 17 | 6 | 6 | 5 |
| 5 | Гетероциклические соединения | 12 | 4 | 4 | 4 |
| | Подготовка к экзамену | 27 | | | 27 |
| | <i>Всего за 6 семестр</i> | 108 | 26 | 26 | 56 |
| | Всего за год | 252 | 58 | 74 | 120 |

5. Виды образовательной деятельности Занятия лекционного типа

Содержание лекций строится в полном соответствии с тематическим планом.

Объем и глубина раскрытия лекционного материала соответствует с содержательной части Программы.

Лабораторные занятия

Тематика лабораторных занятий выстраивается в полном соответствии с тематическим планом.

При подготовке к выполнению лабораторного практикума, помимо оформления лабораторного журнала, от студентов требуется проработать содержательный материал по различным источникам, выполнить разработанные к каждому занятию задачи и упражнения. Комплект заданий хранится в кабинете и предоставляется студентам в печатном и электронном виде. Лабораторное занятие начинается с проверки выполнения домашнего задания и ответов на возникшие вопросы. Перед выполнением лабораторных опытов студентам дается конкретная инструкция по ТБ, особенностям проведения того или иного опыта. Завершается занятие оформлением письменного отчета в лабораторном журнале, защитой работы, текущим контролем знаний в форме теста или небольшого письменного задания.

Методика выполнения лабораторных работ изложена в пособии [2], задания даются по пособию [3].

Примеры заданий к занятиям

Занятие 1. Качественный элементный анализ органических соединений.

Лабораторные опыты

([2] опыты 1.1; 2; 3; 4.1; 5.1 – методику выполнения опытов изложить кратко, не переписывая теоретическое введение, обязательно записав уравнения и схемы реакций)

Упражнения

1. Сформулируйте основные положения ТХСОВ.
2. Что такое химическая связь? Какая связь называется ковалентной?
3. Что такое электроотрицательность атомов? Какие системы называются диполями? Что такое дипольный момент?
4. Сформулируйте определение водородной связи. Приведите не менее двух примеров. На какие физические свойства соединений влияет наличие водородных связей?

По задачку Иванова: устно 1.12; 1.14; 1.20; письменно 1.1; 1.3; 1.5; 1.15; 2.3; 2.4 (на примере гептана); 2.19.

Расчетные задачи (для работы на занятии)

1. При полном сгорании углеводорода образовалось 27 г воды и 33,6 л углекислого газа (н.у.). Относительная плотность углеводорода по аргону равна 1,05. Определите его молекулярную формулу.
2. При сгорании органического соединения массой 7,2 г образовались углекислый газ массой 9,9 г и вода массой 8,1 г. Плотность паров этого вещества по водороду равна 16. Определите молекулярную формулу этого вещества.
3. При полном сгорании газообразного органического вещества, не содержащего кислорода, выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа, 1,8 г воды и 4 г фтороводорода. Установите молекулярную формулу сгоревшего соединения.
4. При сгорании 0,31 г газообразного органического вещества выделилось 0,448 л (н.у.) углекислого газа, 0,45 г воды и 0,112 л азота. Плотность вещества 1,384 г/л. Установите молекулярную формулу этого соединения.
5. Продуктами горения вещества массой 3,2 г являются азот объемом 2,24 л (н.у.) и вода массой 3,6 г. Определите молекулярную формулу соединения, если плотность его паров по водороду равна 16.
6. Монобромпроизводное алкана содержит 35% углерода по массе. Определите молекулярную формулу этого соединения.

7. Пары одного из монобромалканов в 61,5 раз тяжелее водорода. Установите молекулярную формулу этого вещества.

Занятие 2. Основы классификации и номенклатуры органических соединений

Вопросы для подготовки

(Литература: пособие Афанасьевой Д.Н., Анисимовой Т.В.

«Химия: номенклатура органических соединений», с.3-28,43-49)

1. По какому признаку органические соединения делятся на три большие группы? Назовите эти группы, приведите примеры.
2. Что такое функциональная группа? Характеристическая группа?
3. Какие соединения называются монофункциональными, полифункциональными, гетерофункциональными? Приведите примеры.
4. Что такое номенклатура органических соединений?
5. Что такое систематическое название?
6. Что служит родоначальной структурой в ациклических и циклических соединениях?
7. Каким образом отражаются функциональные группы в названии соединений? Приведите примеры.
8. Как дают названия алканам по заместительной номенклатуре? Как выбрать главную углеродную цепь?
9. Как дают названия алканам по радикально-функциональной номенклатуре?
10. Как дают названия радикалам? В каком порядке перечисляют радикалы в названиях алканов?
11. Какие радикалы называют первичными, вторичными, третичными? Приведите примеры.
12. Как дают названия алкенам по заместительной номенклатуре? Как выбрать главную углеродную цепь?
13. Как дают названия алкенам по радикально-функциональной номенклатуре?
14. Как дают названия алкинам по заместительной номенклатуре?
15. Как дают названия алкинам по радикально-функциональной номенклатуре?
16. Как нумеруют атомы углерода в молекулах ненасыщенных неразветвленных углеводородов, в которых одновременно содержатся двойные и тройные связи?
17. Как дают названия радикалам-производным ненасыщенных углеводородов?
18. Приведите примеры тривиальных названий ненасыщенных радикалов:
а) одновалентных; б) двух- и трехвалентных.

Письменные задания

1. Составьте структурные формулы и назовите все изомерные радикалы состава:
а) C_3H_7 , б) C_4H_9 , в) C_5H_{11} .
2. Выполните задания из пособия:
 - *Алканы*
 - а) задание 1: 1) – 2) (с.14);
 - б) задание 2: 1) - 2) (с.16);
 - в) задание 3: 1) - 2) (с.16);
 - *Алкены (с. 21-23)*
 - а) задание 1: 1) - 2);
 - б) задание 2: 1) - 2);
 - в) задание 3: 1) - 2);
 - *Алкины (с. 24-26)*
 - а) задание 1: 1) - 2);
 - б) задание 2: 1) - 2);
 - в) задание 3: 1) - 2);
 - *Углеводороды с несколькими кратными связями (с. 26-28)*

- а) задание 1: 1) - 2);
б) задание 2: 1) - 2);
в) задание 3: 1) - 2).

Занятие 3. Валентные состояния элементов-органогенов. Распределение электронной плотности и реакционная способность молекул. Классификация органических реакций и реагентов

Задания для подготовки

1.2; 1.5; 1.11; 1.16 (на примере этана, пропена); 1.17
1.24; 1.28; 1.31; 1.33; 1.34; 1.37;
1.41; 1.42; 1.46
1.55; 1.56

Занятие 4. Насыщенные углеводороды. Алканы

Лабораторная работа 2.2.1. Получение метана и изучение его свойств. Опыты 6.1, 6.2, 7.

Упражнения

2.2; 2.7; 2.11
2.25; 2.28; 2.29
2.31; 2.36; 2.37; 2.50 а
2.53; 2.55 б; 2.56 б; 2.58; 2.62 а; 2.65 а,г

Занятие 5. Насыщенные углеводороды. Циклоалканы

Упражнения

18.1; 18.6; 18.8 (а-в)
18.12; 18.14; 18.15; 18.18; 18.20
18.30 (а-б); 18.32

Занятие 6

Алкены – общая характеристика, способы получения

Лабораторная работа 2.2.2. Получение этилена и изучение его свойств (Опыт 8)

Задания для подготовки

3.1 (на примере C_6H_{12}); 3.6; 3.12; 3.14
3.86 (б); 3.87 (б-г); 3.90 (а, б, д, е); 3.91; 3.92 (а-в); 3.94 (а, б); 3.96 (а)

Занятие 7. Алкены – химические свойства

Задания для подготовки

3.19; 3.26; 3.28; 3.34 (а, б); 3.37; 3.40; 3.43
3.50 (а, б); 3.53; 3.56; 3.61
3.66; 3.71; 3.74 (а-г)

Занятие 8

Ацетиленовые углеводороды

Лабораторная работа. Получение ацетилена и изучение его свойств [3]

Задания для подготовки

Пользуясь материалами учебника и методического пособия (Тренажер по органической химии: Алифатические углеводороды, с. 27-32), письменно выполните задания:

4.2; 4.6; 4.14; 4.16; 4.17
4.19; 4.20; 4.21(а-в); 4.23(б); 4.25(а,б); 4.30; 4.32(а-в)
4.43; 4.45(а,б); 4.49; 4.51
4.58; 4.59; 4.63(а); 4.66(а); 4.67(а)

Занятие 9. Диеновые углеводороды
Задания для подготовки

5.1; 5.2; 5.5; 5.8 (г-е)
5.10; 5.12; 5.15 (а, б); 5.17
5.22; 5.25; 5.31 (а-в); 5.32 (а); 5.45
5.51; 5.54 (а-в); 5,55 (а); 5.56 (а-б)

Занятие 10. Бензол и его гомологи (1)
Упражнения

20.2; 20.5 (а-в); 20.6 (а-в); 20.12; 20.15
20.65 (в); 20.67; 20.73; 20.76
20.18; 20.21(а-б); 20.25; 20.26; 20.28
20.35; 20.37 (а,г,д,е)

Занятие 11. Бензол и его гомологи (2)
Лабораторные опыты 70-73
Упражнения

20.43; 20.44; 20.45 (а-з);
20.46 (а); 20.48; 20.50;
20.52; 20.56; 20.57

Занятие 12. Галогенопроизводные алифатических углеводородов
Задания для подготовки

- I. Номенклатура, изомерия: [1]: 6.1 (б, д, з, и); 6.2; 21.2(а,г,д) [2]: §1, №17.
II. Структура: [1]: 6.9; 6.11; 6.12; 6.17; 21.6; 21.26.
III. Методы синтеза: [2]: §2, №19; §3, №17.
IV. Химические свойства: [1]: 6.22; 6.25; 6.30; 21.17.
V. Идентификация веществ: [2]: §4, № 15,19.
[1]: Иванов В.Г. и др. Сборник задач и упражнений по органической химии.
[2]: Анисимова Т.В., Афанасьева Д.Н. Тренажер по органической химии.
Галогенопроизводные.

Занятие 13. Алифатические спирты
Лабораторные опыты 14 - 16; 19.

Задания для подготовки
7.7; 7.4 7.12; 7.13; 7.14; 7.17 7.58; 7.62; 7.63; 7.68
7.20; 7.21; 7.23; 7.31; 7.32; 7.35; 7.36; 7.42 б; 7.49.

Занятие 14
Оксипроизводные ряда бензола (фенолы и ароматические спирты)
Лабораторные опыты 75,76, 77, 79.1.

Задания для подготовки
24.1 (а-и); 24.78; 24.86 (а,б); 24.90; 24.99 (а,б)
24.7; 24.10; 24.15; 24.27; 24.36; 24.55; 24.66; 24.68

Занятия 15-16
Альдегиды и кетоны
Лабораторные опыты

- *Опыты 21 и 22 из Практикума.*
- *Изучение свойств ацетона – получение йодоформа.*

Занятия 15-16. Альдегиды и кетоны
Лабораторные опыты

- *Опыты 21 и 22 из Практикума.*
- *Изучение свойств ацетона – получение йодоформа.*

Занятие 15
Упражнения

9.1, 9.2, 9.5
9.67, 9.70 (а, б), 9.71, 9.73 (б, д), 9.76 (б, г)
9.10, 9.18, 9.26, 9.31, 9.55

Занятие 16
Упражнения

9.37, 9.46 (а-г), 9.51
25.1 (а-ж), 25.2 (ж, и, л); 25.54
25.8, 25.9, 25.15, 25.18, 25.42

Занятие 17. Простые эфиры. Нитросоединения алифатического ряда.

Простые эфиры

Задания для подготовки

8.3; 8.22; 8.24; 8.12; 8.13.

Нитросоединения алифатического ряда

Задания для подготовки

1. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 3-нитропентан; б) 2-нитро-4,4-диметилгексан; в) 4-нитропентен-2.
2. Напишите уравнения реакций получения 2-нитропропана из соответствующих:
а) алкана; б) алкилгалогенида.
3. Напишите уравнения реакций восстановления следующих нитросоединений:
а) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NO}_2$; б) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-NO}_2$; в) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{NO}_2)\text{-CH}_3$.

Занятие 18. Амины алифатического ряда

Задания для подготовки

16.4; 16.11; 16.44; 16.47; 16.13; 16.15; 16.21.

Ароматические амины

Лабораторные опыты 91, 92, 95

Упражнения

27.3 (б, г, д, е); 27.4 (б, г, е, ж, з)
27.60 (а, б); 27.67; 27.70 (а)
27.7; 27.13; 27.18
27.24; 27.29 (а, б); 27.36 (а,в); 27.37 (а, д); 27.51 (в); 27.53 (в); 27.54 (б)

6 семестр

Занятие 19. Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Лабораторная работа

Опыты: 30.1; 32; 38.

Упражнения

10.1, 10.6, 10.8, 10.14, 10.18
10.21, 10.22, 10.26, 10.34, 10.35
10.41, 10.46, 10.47 (а,д), 10.48 (а,в), 10.50
11.7, 11.8, 11.9, 11.27, 11.29

**Занятие 20. Непредельные одноосновные карбоновые кислоты.
Дикарбоновые кислоты
Лабораторная работа**

Опыт: 38.

Упражнения

Ненасыщенные кислоты:

12.3; 12.9; 12.47; 12.49; 12.60 (в, г)

12.15; 12.19; 12.23; 12.31.

Дикарбоновые кислоты:

13.1 (а-в); 13.5; 13.7; 13.40; 13.43; 13.51 (а, в)

13.11(а-в); 13.19; 13.20; 13.32; 13.34.

**Занятие 21. Сложные эфиры карбоновых кислот. Жиры
Лабораторная работа**

Опыты: 34, 40, 41.

Упражнения

Сложные эфиры:

11.2; 11.13; 11.16; 11.43; 11.47 (а-в); 11.48

Жиры:

12.6 (а-в); 12.33 (а); 12.36; 12.37; 12.42(а, б); 12.46

**Занятие 22. Гидроксикарбоновые кислоты и оптическая изомерия
Альдегидо- и кетокислоты (оксокислоты). Аминокислоты
Лабораторная работа**

Опыты: 51.2, 51.3.

Упражнения

Гидроксикислоты:

14.5 (г-ж); 14.11; 14.21; 14.22; 14.25 (а, в, д, е)

Оксокислоты:

15.1; 15.9 (а,б); 15.15; 15.17; 15.28 (а-б); 15.29

Аминокислоты:

17.8; 17.12; 17.20; 17.25 (а-в)

**Занятие 23. Углеводы. Моносахариды
Лабораторные опыты: 55.1-4; 56.1; 57.1.**

Упражнения

19.1(а, д, е); 19.8 (а, в); 19.11; 19.13 (а, г, д, ж);

19.14 (а, б, г); 19.19 (б); 19.25 (б); 19.26 (в, г);

19.27; 19.30; 19.42; 19.45

**Занятие 24. Углеводы. Олигосахариды
Лабораторные опыты: 58.1; 59.1; 60.**

Упражнения

19.55(а, в, д); 19.58; 19.59 (а, б); 19.63;

19.81; 19.82; 19.83; 19.84; 19.90

**Занятие 25. Углеводы. Полисахариды
Лабораторные опыты: 62; 63.**

Упражнения

19.69; 19.71; 19.75; 19.94; 19.100; 19.107.

Занятие 26. Гетероциклические соединения Упражнения

31.1 (а-ж); 31.51
31.7; 31.12; 31.13; 31.18; 31.28; 31.32
31.78 (а-г); 31.82; 31.83; 31.88

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для *текущей* аттестации

Итогом изучения каждой темы является письменный опрос.

Критерии оценивания:

- «Отлично» - ответ правильный на 90-100%;
- «Хорошо» - ответ верный на 80-90%;
- «Удовлетворительно» - ответ верный на 60-80%;
- «Неудовлетворительно» - задания выполнены менее чем на 60%.

Примеры заданий текущего контроля

Номенклатура

1. Составьте структурные формулы углеводородов. Назовите их по заместительной номенклатуре: а) метилтриизобутилметан; б) несимм-метилизопропилэтилен; в) метилвинилацетилен.
2. Составьте структурные формулы углеводородов. Назовите их по радикально-функциональной номенклатуре: а) 2,3,4-триметилпентан; б) 3-метил-4-этил-4-изобутилгексен-3; в) 4,4-диметилпентин-2.

Фенолы

1. Составьте структурные формулы всех изомерных фенолов с молекулярной формулой $C_8H_8(OH)_2$. Назовите вещества.
2. Получите *n*-крезол из соответствующей сульфокислоты. Укажите условия реакции, назовите продукт.
3. Расположите следующие вещества по возрастанию кислотности, ответ мотивируйте: фенол, пропанол, изопропиловый спирт, *o*-нитрофенол, *o*-крезол.
4. С какими из перечисленных веществ реагирует фенол: натрий, гидроксид натрия, соляная кислота, бром, водород, хлорид железа(III). Напишите уравнения осуществимых реакций.
5. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения: ацетиленид серебра \rightarrow фенолят натрия. Укажите условия реакций.

Углеводы

1. Приведите примеры структурной изомерии в ряду моносахаридов.
2. Напишите таутомерные формы: а) D-маннозы; б) целлобиозы.
3. Запишите уравнения реакций:
 - а) 2-дезоксид-L-рибозы с концентрированной азотной кислотой;
 - б) сахарозы с избытком диметилсульфата;
 - в) эпитеризации L-ксилозы;
 - г) гидролиза триэтилцеллюлозы.
4. С помощью каких химических тестов можно различить сахарозу и мальтозу? Составьте уравнение реакции.

Гетероциклы

Составьте структурные формулы соединений:

- 1) фуран
- 2) имидазол
- 3) индол
- 4) пиридин
- 5) цитозин
- 6) пурин
- 7) тимидин (образуется из тимина и 2-дезоксид-β,D-рибофуранозы)
- 8) дезоксицитин-5'-фосфат

В каждом из семестров, отводимых на изучение данной дисциплины, проводится контрольная работа.

Контрольная работа №1

(5 семестр; темы: Алканы, Алкены, алкины и алкадиены, Арены, Спирты)

Пример варианта заданий

1. Составьте структурные формулы углеводородов. Назовите их по заместительной номенклатуре: а) метилэтилпропилметан; б) изопропилнеопентилэтилен; в) бутил-вторбутилацетилен.
2. Составьте структурные формулы углеводородов. Назовите их по радикально-функциональной номенклатуре: а) 2,3,4-триметилпентан; б) 3-метил-4-этил-4-изобутилгексен-3; в) 4,4-диметилпентин-2.
3. Получите бутан по реакции крекинга.
4. Закончите уравнение реакции: гептан + SO₂+Cl₂ →.
5. Осуществите превращения, укажите условия реакций, назовите продукты:
 - а) карбид алюминия → стирол;
 - б) бензол → о-пропилтолуол.
6. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения: ацетиленид серебра → фенолят натрия. Укажите условия реакций.
7. Составьте структурные формулы гомологов бензола состава C₉H₁₂; назовите их.
8. Расположите спирты в ряд по возрастанию кислотности, дайте краткое обоснование: 4-бромбутанол-1; 2-бромбутанол-1; бутанол-1; 3-бромбутанол-1; пентанол-1.
9. Напишите уравнения следующих реакций, укажите их условия:
 - а) дегидратация вторбутилового спирта;
 - б) дегидрирование пропилового спирта;
 - в) окисление изопропилового спирта;
 - г) получение этанолята натрия.

Контрольная работа №2

(6 семестр, темы: Карбоновые кислоты. Жиры. Гидрокси-, оксо- и аминокислоты)

Пример варианта заданий

6. Составьте структурные формулы соединений:
 - а) изомасляная кислота;
 - б) ацетат магния;
 - в) диметилловый эфир яблочной кислоты;
 - г) пальмитодиолеин;
 - д) диамид янтарной кислоты;
 - е) ангидрид малеиновой кислоты;
 - ж) лактон γ-оксивалериановой кислоты;
 - з) кальциевая соль ПВК;
 - и) нитрил глицина;

- к) дипептид на основе аминокислотной кислоты.
7. Напишите уравнения реакций, назовите продукты:
 - а) валериановая кислота + гидроксид кальция;
 - б) нагревание щавелевой кислоты;
 - в) молочная кислота + пентахлорид фосфора;
 - г) полимеризация акрилонитрила;
 - д) хлорангидрид бутановой кислоты + аммиак;
 - е) валин + 1 моль йодметана.
 8. При помощи малонового эфира получите этилизопропилуксусную кислоту.
 9. При помощи ацетоуксусного эфира получите глутаровую кислоту.

Критерии оценивания контрольной работы:

- **«отлично»** - верно выполнены все задания;
- **«хорошо»** - несущественные ошибки;
- **«удовлетворительно»** - верно (или с несущественными ошибками) выполнено не менее половины заданий;
- **«неудовлетворительно»** - работа выполнена менее чем наполовину, допущены грубые ошибки

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации Зачет (5 семестр)

Средствами оценивания являются задания для текущего контроля.

Критерии оценивания:

«Зачтено» выставляется студенту, который:

- выполнял домашние задания для подготовки к занятиям;
- оформил и выполнил лабораторные работы;
- получил положительные оценки за письменные опросы на занятии;
- написал контрольную работу на оценку не ниже «удовлетворительно».

«Не зачтено» выставляется студенту, который:

- систематически не выполнял домашние задания;
- не готовился к проведению лабораторных работ (из-за чего не был к ним допущен);
- или имеет более одной неудовлетворительные оценки по химическим диктантам;
- получил оценку «неудовлетворительно» по итоговой за семестр контрольной работе.

Экзамен (6 семестр)

Вопросы для подготовки к экзамену:

1. Теория химического строения органических веществ Бутлерова.
2. Структурная изомерия органических молекул.
3. Пространственная изомерия органических молекул.
4. Основы классификации и номенклатуры органических соединений.
5. Типы химических связей в органических молекулах.
6. Типы гибридизации атомных орбиталей атомов углерода, кислорода, азота.
7. Индукционный и мезомерный эффект, их влияние на реакционную способность молекул.
8. Алканы: строение, изомерии, номенклатура, способы получения.
9. Алканы: химические свойства, применение.
10. Циклоалканы: строение, изомерия, номенклатура, особенности свойств.
11. Алкены: строение, изомерии, номенклатура, способы получения.
12. Алкены: химические свойства, применение.

13. Алкины: строение, изомерии, номенклатура, способы получения.
14. Алкины: химические свойства, применение.
15. Алкадиен: строение, изомерии, номенклатура, способы получения, химические свойства, применение.
16. Ароматические углеводороды. Признаки ароматичности. Электронное строение бензола и его гомологов, способы получения.
17. Ароматические углеводороды: химические свойства.
18. Галогеналканы.
19. Одноатомные спирты.
20. Многоатомные спирты.
21. Фенолы.
22. Альдегиды и кетоны (алифатические): строение, изомерии, номенклатура, способы получения.
23. Альдегиды и кетоны (алифатические): химические свойства, применение.
24. Ароматические альдегиды и кетоны.
25. Монокарбоновые кислоты: строение, изомерии, номенклатура, способы получения.
26. Монокарбоновые кислоты: химические свойства, применение.
27. Дикарбоновые кислоты.
28. Ароматические карбоновые кислоты.
29. Гидроксикарбоновые кислоты.
30. Оксокислоты.
31. Аминокислоты.
32. Углеводы.
33. Гетероциклические соединения.

В содержание экзаменационного билета включаются два теоретических вопроса и практическое задание: осуществить цепочку переходов.

Образец экзаменационного билета:
 Дисциплина *Органическая химия*
 Направление *Педагогическое образование*
 Профиль *Биология-химия*
 Билет № _____

1. *Алканы: химические свойства, применение.* Чем объясняется низкая реакционная способность алканов? Составьте уравнения реакций, с помощью которых можно охарактеризовать химические свойства 2-метилбутана. Какие углеводороды можно получить изомеризацией *n*-гексана? Каково практическое значение алканов? Приведите примеры.
2. *Фенолы и ароматические спирты.* Дайте определение понятий фенол, ароматический спирт, хинон. Составьте формулы *m*-крезола, резорцина, пирокатехина, фенола, флороглюцина, *n*-бензохинона. Сравните на основе электронных эффектов кислотные свойства фенола и этанола. Напишите уравнения 6 реакций фенола по ароматическому ядру и гидроксогруппе. Какова качественная реакция на фенолы? Составьте схему реакции и укажите её внешние признаки.
3. Осуществите цепочку превращений, назовите вещества.

Экзамен проводится в письменной форме, на работу отводится 2 астрономических часа. Результаты объявляются студентам в день проведения экзамена.

Оценку *отлично* студент получает за **полные и правильные** ответы на все вопросы билета, изложенные в определенной последовательности и подтвержденные соответствующими **примерами**. При этом студент самостоятельно записывает химические формулы соединений, дает им названия по различным номенклатурам, на

нужной теоретической платформе характеризует строение веществ, подтверждает свойства и способы получения веществ уравнениями реакций, с указанием условий их протекания.

Оценку хорошо студент получает за **неполное, правильное** изложение вопросов, либо если при ответе были допущены **2-3 несущественные ошибки**, исправленные по требованию преподавателя. Ошибки и неточности заключаются в пропуске некоторых коэффициентов в уравнениях реакций, указании не во всех уравнениях условий их протекания, не все теоретические концепции привлекаются для характеристики строения веществ.

Оценку удовлетворительно студент получает при ответе, в котором освещена **основная, наиболее важная часть** материала, но при этом допущена **одна существенная ошибка** или ответ **неполный, неточный**.

Оценку неудовлетворительно студент при ответе обнаружил **непонимание** значительной части программного материала или допущено **две и более существенные ошибки** или **полностью отсутствует один из вопросов**.

(*Существенные ошибки* связаны с недостатком знаний основной, наиболее важной части программного материала. *Несущественные ошибки* связаны с недостаточно точным и полным (развернутым) ответом на вопрос).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Иванов В.Г., Горленко В.А., Гева О.Н. Органическая химия. – М.: Мастерство, 2003. <https://obuchalka.org/2014032276430/organicheskaya-himiya-ivanov-v-g-gorlenko-v-a-geva-o-n-2003.html>
2. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии. - М.: АCADEMA, 2002. <https://obuchalka.org/2016080790389/praktikum-po-organicheskoi-himii-ivanov-v-g-geva-o-n-gaverova-u-g-2002.html>
3. Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Сборник задач и упражнений по органической химии. М.: Академия, 2007. <https://obuchalka.org/20200121117855/sbornik-zadach-i-uprajnenii-po-organicheskoi-himii-ivanov-v-g-geva-o-n-gaverova-u-g-2007.html>

7.2. Дополнительная литература

1. Анисимова Т.В., Афанасьева Д.Н. Тренажер по органической химии. Смоленск, 2002.
2. Афанасьева Д.Н., Анисимова Т.В. Химия: номенклатура органических соединений. - Смоленск: СГПУ, 2004.
3. Афанасьева Д.Н., Анисимова Т.В. Классификация, строение и номенклатура углеводов – Смоленск, 1999.
4. Грандберг, И. И. Органическая химия : учебник для академического бакалавриата / И. И. Грандберг, Н. Л. Нам. — 8-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 607 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3944-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/390875>
5. Органическая химия, книга 1, Основной курс, Тюкавкина Н.А., Зурабян С.Э., Белобородов В.Л. – Москва: Дрофа, 2003. <https://obuchalka.org/2014032276433/organicheskaya-himiya-kniga-1-osnovnoi-kurs-tukavkina-n-a-2003.html>

7.3. Материалы сети Интернет

1. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru>
2. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР) <http://fcior.edu.ru>
3. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>
4. Химия для всех: иллюстрированные материалы по общей, органической и неорганической химии <http://school-sector.relarn.ru/nsm/>
5. <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/> (Электронная библиотека учебных материалов по химии портала “ChemNet”)
6. <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html> (Сайт химического факультета МГУ)

8. Материально-техническое обеспечение и программное обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях учебного корпуса №1, оборудованных проектором и компьютером.

Для проведения лекционных демонстрационных опытов используется оборудование кафедры экологии и химии.

Лабораторный практикум осуществляется в аудитории 2 учебного корпуса №1, имеющей необходимое оборудование и реактивы.

Дидактические материалы:

- 1) комплекты контролирующих заданий по темам курса;
- 2) плакаты и таблицы;
- 3) модели молекул органических веществ.

9. Программное обеспечение

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022