

Аннотация рабочей программы дисциплины

Б1.О.22 Органическая химия

Цель дисциплины – формирование у студентов целостного естественнонаучного мировоззрения, развитие химического мышления, углубление, развитие и систематизация химических знаний, необходимых для освоения ряда изучаемых дисциплин и при решении практических вопросов в будущей профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями органической химии, углубление и систематизация химических знаний;
- формирование способности использовать химические знания для решения прикладных задач учебной и профессиональной деятельности;
- формирование навыков поиска научной информации в области органической химии и органического синтеза, работы с профессиональной литературой;
- формирование знаний о роли органического синтеза в развитии современной цивилизации, о вкладе органической химии в решении проблем устойчивого развития;
- формирование и развитие навыков планирования и проведения химического эксперимента, обработки экспериментальных данных и составление отчета о полученных экспериментальных результатах.

Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	ОПК-1. Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	ОПК-1.1. Знать: основные понятия и закономерности о строении вещества, о природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединениях, веществах и материалах. ОПК-1.2. Уметь: изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов. ОПК-1.3. Владеть: способностью изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Предмет органической химии. Теоретические основы органической химии

Изучение соединений углерода. Причины выделения органической химии в самостоятельную науку. Связь органической химии с другими науками. Основные сырьевые источники углеводородов: каменный уголь, нефть, природный и попутный газы. Понятие о методах выделения, очистки и идентификации органических веществ. Классификация органических соединений. Понятие о функциональных группах. Гомологические ряды. Краткие сведения о развитии теоретических представлений в органической химии. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова. Значение теории. Природа и типы химической связи в органических соединениях. Электронное строение атома углерода. Теория направленных валентностей. Три валентных состояния атома углерода. Тетраэдрическая, тригональная и диагональная гибридизация. Примеры соединений, длины связей и валентные углы. Энергия и длина простой, двойной и тройной связи в этане, этилене и ацетилене. Теория электронных смещений. Индуктивный эффект. Зависимость полярности связи от электро- отрицательности элементов. Положительный и отрицательный индуктивный эффект. Затухание индуктивного эффекта по цепи. Мезомерный эффект. Гиперконъюгация. Граничные структуры и мезоформула. Влияние индуктивного и мезомерного эффектов на физико- химические свойства. Изомерия. Определение. Структурная изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, положения функциональной группы. Пространственное строение органических соединений. Геометрическая изомерия на примере 2- бутена. Физические и химические свойства геометрических изомеров. Конформационная изомерия. Оптическая изомерия. Понятие о хиральности. Соединения с одним асимметрическим атомом углерода, энантиомеры (антиподы), рацематы. Проекционные формулы Фишера, знак вращения и конфигурация. Правила для определения относительной и абсолютной конфигурации. Физические и химические свойства оптических изомеров. Классификация органических реакций. По направлению: присоединение (A), замещение (S), отщепление (E). По характеру реагирующих частиц: гомолитические (радикальные) и гетеролитические (нуклеофильные и электрофильные). Понятие о субстрате и реагенте, радикальных, нуклеофильных и электрофильных частицах. Номенклатура органических соединений. Виды номенклатуры. Правила международной номенклатуры.

Раздел 2 Предельные углеводороды

Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула. Изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные атомы углерода. Алкильные радикалы. Нахождение алканов в природе и их промышленное применение. Методы синтеза алканов: гидрирование алкенов, реакция Вюрца, реакция Вюрца- Гриньяра, синтез Кольбе, синтез Дюма. Промышленные способы получения и выделения алканов. Физические свойства алканов. Химические свойства алканов. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфюокисление и сульфохлорирование. Радикальный механизм реакции замещения. Окисление. Отщепление. Крекинг алканов, его значение. Понятие о термическом и каталитическом крекинге.

Раздел 3 Непредельные углеводороды

Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула. Природа двойной связи. Номенклатура. Изомерия: углеродного скелета, положения кратной связи, геометрическая.

Способы получения алкенов: дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование галогеналканов, дегидратация спиртов, дегалогенирование вицинальных дигалогеноалканов, гидрирование ацетиленовых углеводородов. Правило Зайцева. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения, механизм реакции. Гидрирование, галогенирование. Гидрогалогенирование. Правило Марковникова (статический и динамический фактор). Исключение из правила Марковникова, перекисный эффект Караша. Гидратация алкенов сернокислотная и каталитическая. Окисление без разрыва и с разрывом цепи. Полимеризация. Основные понятия о полимерах и мономерях. Полиэтилен, полипропилен. Диеновые углеводороды. Классификация и номенклатура. Изомерия. Электронное строение 1,3-бутадиена, схемы s- и p-связей, неполярный мезомерный эффект. Методы синтеза диенов с сопряженными двойными связями. Получение 1,3-бутадиена из бутан-бутеновой фракции крекинг-газов и изопрена из пентановой фракции нефти. Химические свойства диенов с сопряженными связями. Гидрирование. Гидрогалогенирование 1,3-бутадиена. Натуральный каучук, его строение. Пространственное строение натурального каучука и гуттаперчи. Синтетические каучуки. Ацетиленовые углеводороды. Гомологический ряд. Общая формула. Изомерия. Номенклатура. Электронное строение ацетилена. Физические свойства ацетиленовых углеводородов. Способы получения: получение ацетилена из карбида кальция, крекингом метана. Получение алкинов дегидрогалогенированием вицинальных дигалогенидов, дегалогенированием тетрагалогенидов. Химические свойства. Кислотные свойства алкинов: получение ацетиленидов натрия, тяжелых металлов. Реакции присоединения к алкинам: гидрирование, гидрогалогенирование, галогенирование, гидратация (М.Г. Кучеров). Присоединение синильной кислоты и органических соединений: спиртов, уксусной кислоты. Применение продуктов присоединения для получения полимерных материалов. Полимеризация ацетилена. Применение ацетилена.

Раздел 4 Алициклически углеводороды

Общая формула, классификация и номенклатура. Структурная и пространственная изомерия циклоалканов. Понятие о напряжении циклов. Стереохимический анализ причин различной устойчивости циклов. Образование циклов в ходе термических и каталитических превращений алканов, диеновый синтез, гидрирование циклоалкенов и аренов. Методы построения насыщенных циклов с использованием бифункциональных производных алканов (дигалогеналканы, дикарбоновые кислоты). Относительная устойчивость циклов и ее проявления в превращениях циклоалканов, специфика химических свойств циклопропана. Сравнение свойств циклоалканов со свойствами алканов и алкенов.

Раздел 5 Ароматические углеводороды

Понятие об ароматичности. Источники ароматических соединений: нефть, каменноугольная смола, коксовый газ. Бензол. Молекулярная формула бензола, структурная формула Кекуле, ее недостатки. Электронное строение бензола, данные рентгеноструктурного анализа. Ароматическое сопряжение в бензоле, энергия мезомерии. Методы создания бензольного кольца: дегидрирование циклоалканов и циклоалкенов, дегидроциклизация алканов, циклотримеризация ацетилена. Пути химических превращений бензольного ядра. Присоединение: гидрирование. Окисление. Реакции замещения: алкилирования, галогенирования, нитрования, сульфирования. Механизм электрофильного замещения в аренах. Гомологи бензола. Гомологический ряд. Изомерия. Номенклатура. Получение гомологов бензола. Реакция Вюрца-Фиттига. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу, алкилирующие реагенты. Толуол, электронное строение. Влияние метильной группы на реакционную способность кольца и влияние кольца на реакционную способность метильной группы. Свойства алкилбензолов. Замещение. Окисление. Правила ориентации для реакций электрофильного замещения в бензольном кольце. Нарушение симметрии при введении заместителя в бензольное кольцо. Заместители первого и второго рода. Трактовка правил ориентации с точки зрения электронного строения молекулы. Многоядерные соединения с

неконденсированными бензольными кольцами. Дифенил. Фенилметаны. Многоядерные соединения с конденсированными бензольными кольцами. Примеры соединений: нафталин, антрацен, бензпирен. Электронное строение нафталина. Изомерия. Источники получения. Квазиароматические свойства. Реакции замещения: галогенирование, нитрование, сульфирование. Реакции присоединения. Окисление. Сопоставление ароматических свойств бензола и нафталина.

Раздел 6 Гетероциклические соединения

Определение, классификация гетероциклических соединений, их распространение в природе, значение. Пятичленные гетероциклы: пиррол, фуран, тиофен. Электронное строение, валентное состояние гетеро- атомов. Энергия мезомерии пятичленных гетероциклов. Взаимопревращения гетероциклов. Квазиароматические свойства гетероциклов. Реакции присоединения: гидрирование. Реакции электрофильного замещения. Сравнение реакционной способности бензола и пятичленных гетероциклов. Кислотные и основные свойства пиррола. Природные соединения, содержащие ядро пиррола. Шестичленные гетероциклы. Пиридин, пиримидин. Биологически активные соединения, содержащие кольца пиридина и пиримидина: витамины, азотистые основания, алкалоиды. Гетероциклы с несколькими гетероатомами. Пиримидин. Пурин. Пиримидиновые (тимин, урацил, цитозин) и пуриновые (аденин, гуанин) основания, их биологическое значение.

Раздел 7 Галогенопроизводные углеводов

Строение и классификация галогенопроизводных. Моногалогенопроизводные алканов. Изомерия, номенклатура. Первичные, вторичные и третичные алкилгалогениды. Электронное строение. Физические свойства. Получение галогеналканов: из алканов, спиртов, этиленовых и ацетиленовых углеводородов. Химические свойства. Реакции замещения галогена. Взаимодействие с водными растворами щелочей, спиртами, аминами, солями синильной кислоты. Правило Зайцева. Взаимодействие галогеналканов с металлами: натрием, цинком. Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Винилхлорид, причина низкой реакционной способности, применение. Аллилхлорид, причина высокой реакционной способности. Галогенопроизводные бензола и его гомологов. Строение арилгалогенидов. Получение. Условия галогенирования в ядро и в боковую цепь. Химические свойства. Замещение атома галогена. Сравнение химической активности галогена в кольце и в боковой цепи.

Раздел 8 Гидроксильные производные углеводов. Спирты. Простые эфиры. Фенолы

Одноатомные спирты алифатического ряда. Гомологический ряд, изомерия. Номенклатура: историческая, рациональная, систематическая. Первичные, вторичные и третичные спирты. Электронное строение этилового спирта. Физические свойства. Растворимость в воде. Межмолекулярная водородная связь в спиртах. Способы получения спиртов: гидролиз галогеналканов, гидратация алкенов, восстановление карбонильных соединений, синтез с применением реактива Гриньяра. Многообразие химических свойств спиртов. Кислотно-основные свойства спиртов. Сравнение кислотных и основных свойств воды, первичных, вторичных и третичных спиртов. Взаимодействие с металлами. Замещение гидроксигруппы. Взаимодействие с галогеноводородными кислотами, с галогенидами фосфора. Алкилирование спиртов, получение простых эфиров. Образование сложных эфиров минеральных кислот. Отщепление. Внутримолекулярная дегидратация, ориентация отщепления, правило Зайцева. Окисление спиртов. Многоатомные спирты. Этиленгликоль, глицерин. Получение. Химические свойства. Кислотноосновные свойства. Тринитрат глицерина. Глицерат меди. Строение, номенклатура, изомерия, физические свойства простых эфиров. Способы получения простых эфиров, основанные на реакциях присоединения спиртов к алкенам, взаимодействия алкилгалогенидов с алкоголями (реакция Вильямсона), дегидратации спиртов. Основные свойства, взаимодействие с галогеноводородными кислотами, серной кислотой. Расщепление, окисление. Абсолютный эфир. Применение эфиров. Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Электронное строение фенола. Взаимное влияние бензольного кольца и гидроксильной

группы. Методы получения фенолов. Химические свойства. Реакции замещения в ядре: нитрование, галогенирование, алкилирование. Реакции гидроксильной группы: кислотные свойства, алкилирование, нуклеофильное замещение. Сравнение кислотных свойств фенолов и спиртов. Различие свойств фенолов и ароматических спиртов. Качественная реакция на фенолы. Двухатомные фенолы: пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Использование фенолов в промышленности. Понятие о фенолформальдегидных смолах.

Раздел 9 Серосодержащие соединения

Тиоспирты (меркаптаны). Строение, номенклатура. Получение из галогеноалканов. Превращение в дисульфиды и обратный переход. Тиоэфиры. Сравнение кислотных и основных свойств спиртов и тиоспиртов. Продукты окисления тиоспиртов и тиоэфиров.

Раздел 10 Альдегиды и кетоны

Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Изомерия, номенклатура. Электронное строение карбонильной группы, ее влияние на углеводородный радикал. Полярность карбонильной группы. Физические свойства альдегидов и кетонов. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление и дегидрирование спиртов, пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот, гидролиз геминальных дигалогенопроизводных, гидратация ацетиленовых углеводородов. Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции присоединения к карбонильной группе. Примеры реакций: присоединение цианистоводородной кислоты, гидросульфита натрия, спиртов, аммиака и его производных. Реакции с участием атомов водорода. Альдольная конденсация. Кротоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции. Восстановление альдегидов и кетонов в спирты. Окисление альдегидов и кетонов. Качественные реакции альдегидов: реакция серебряного зеркала, реакция Фелинга. Взаимодействие с пентахлоридом фосфора. Важнейшие представители. Применение. Ароматические альдегиды и кетоны: бензальдегид, ацетофенон, бензофенон.

Раздел 11 Карбоновые кислоты и их производные

Строение и классификация карбоновых кислот. Электронное строение карбоксильной группы. Взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп. Предельные монокарбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура. Методы синтеза: окисление спиртов и альдегидов, гидролиз тригалогенопроизводных и нитрилов. Физические свойства карбоновых кислот. Межмолекулярные водородные связи. Химические свойства. Кислотные свойства. Сравнение кислотных свойств минеральных кислот, органических кислот, воды и спиртов. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы. Функциональные производные карбоновых кислот. Хлорангидриды, ангидриды, амиды, сложные эфиры карбоновых кислот. Этерификация. Непредельные монокарбоновые кислоты. Способы получения, непредельных карбоновых кислот. Электронное строение, взаимное влияние карбоксильной группы и двойной связи, реакции присоединения и причины реализующейся в них ориентации. Пути использования акриловой, метакриловой кислот и их производных; природные источники и практическое значение олеиновой кислоты. Жиры. Строение триглицеридов. Высшие жирные предельные и непредельные кислоты, входящие в состав жиров. Гидролиз жиров. Гидрирование. Мыла, получение из жиров. Ароматические монокарбоновые кислоты. Получение бензойной кислоты окислением толуола. Кислотные свойства, соли, декарбоксилирование. Влияние заместителей в бензольном кольце на кислотные свойства. Реакции по бензольному кольцу: нитрование. Применение бензойной кислоты и ее производных. Понятие о дикарбоновых кислотах. Общие химические свойства: кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп, образование производных по одной и обеим карбоксильным группам, смешанные производные. Сравнение кислотных свойств одноосновных и двухосновных кислот. Щавелевая кислота, как представитель дикарбоновых кислот. Адипиновая кислота и ее производные, их свойства и пути практического использования. Малоновая кислота. Натриймалоновый эфир, получение, электронное строение, использование для синтеза моно- и дикарбоновых кислот. Альдегидо- и кетокислоты. Ацетоуксусная кислота, ацетоуксусный эфир, строение. Синтезы на основе ацетоуксусного эфира, кетонное и кислотное расщепление. Ароматические дикарбоновые

кислоты: фталевые кислоты, применение. Строение и номенклатура сложных эфиров. Методы получения. Физические свойства. Химическое поведение сложных эфиров: каталитическое гидрирование, восстановление металлами, реакции с нуклеофилами (гидролиз и переэтерификация, реакции с аминами). Основные пути использования.

Раздел 12 Азотсодержащие органические соединения. Нитросоединения.

Амины. Азо- и Диазосоединения. Аминокислоты

Электронное строение нитрогруппы. Номенклатура и физические свойства нитросоединений. Получение: нитрованием алканов, замещением галогена в галогеналканах. Таутомерия нитросоединений. Восстановление нитросоединений. Амины алифатического ряда. Изомерия. Номенклатура. Первичные, вторичные и третичные амины, электронное строение. Получение аминов: из галогеноалканов, восстановлением нитросоединений и нитрилов. Химические свойства аминов. Кислотно-основные свойства. Сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов. Реакции алкилирования аминов. Действие азотистой кислоты на первичные, вторичные и третичные амины. Аминокислоты, изомерия, номенклатура. Оптическая изомерия аминокислот. Химические свойства. Амфотерность, образование биполярных солей, образование солей при взаимодействии с кислотами и основаниями. Комплексные соли с ионами меди(II). Реакции по карбоксильной группе и по аминогруппе: Понятие о полипептидах. Природные полимеры – белки. Понятие о строении, структуре, свойствах белков. Классификация, изомерия и номенклатура ароматических аминов. Получение анилина из нитробензола и хлорбензола. Получение вторичных и третичных аминов. Физические свойства и электронное строение анилина. Химические свойства ароматических аминов. Реакции в ядре: галогенирование анилина, нитрование, сульфирование. Реакции аминогруппы: кислотно-основные свойства, сопоставление со свойствами алифатических аминов и аммиака. Алкилирование аминогрупп. Реакции с азотистой кислотой. Диазотирование. Соли диазония, строение. Химические свойства диазосоединений: реакции с выделением и без выделения азота. Реакции Зандмейера. Реакция азосочетания, условия. Азосоединения, строение. Причины возникновения и изменения окраски.