

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ЧАСТЬ I

Учебно-методическое пособие

Составители:

А. В. Зорина,
А. Ю. Потапов,
Х. С. Шихалиев

Воронеж
Издательский дом ВГУ
2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. План-график практикума	4
2. Программа лекционного курса	6
3. Техника безопасности при работе в лаборатории органического синтеза	10
4. Правила оформления работ	12
5. Качественный элементный анализ органических веществ	13
6. Определение доброкачественности органических веществ	15
7. Техника лабораторных работ	17
7.1. Основная лабораторная химическая посуда	17
7.2. Основные методы выделения, очистки и идентификации органических веществ	19
7.2.1. Разделение реакционных смесей и выделение продуктов реакции	19
7.2.2. Очистка продуктов реакции	23
7.2.3. Критерии и контроль чистоты продуктов	26
7.2.4. Примеры лабораторных работ	30
8. Получение и свойства основных классов органических соединений.....	36
8.1. Углеводороды.....	36
8.1.1. Предельные и непредельные углеводороды	36
8.1.2. Ароматические углеводороды	38
8.2. Производные углеводородов	43
8.2.1. Галогенпроизводные	43
Библиографический список.....	46
Приложения	47

2. ПРОГРАММА ЛЕКЦИОННОГО КУРСА

Предмет органической химии

Предмет органической химии и основные этапы её развития. Многообразие органических соединений. Основные источники органического сырья. Краткие сведения о методах выделения, очистки и идентификации органических соединений. Принципы количественного элементного анализа, установление молекулярной формулы соединения.

Теория строения органических соединений

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Представления об основных типах структурных фрагментов органических молекул: простые и кратные связи, углеродные цепи и циклы, функциональные группы. Структурные формулы как средство отражения строения органических соединений. Значение теории строения для развития органического синтеза.

Основные понятия органической химии

Представление о радикалах и функциональных группах. Гомологические ряды.

Структурная изомерия и её основные разновидности. Понятие о пространственной изомерии. Конформации, конформеры, проекции Ньюмена. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Геометрическая изомерия. *Цис*-, *транс*- и *Z,E*-номенклатура. Определение порядка старшинства заместителей. Оптическая изомерия, оптическая активность. Асимметрический атом углерода, хиральность.

Номенклатура и классификация органических соединений.

Электронные представления в органической химии

Типы гибридизации атома углерода. Электронная теория химической связи. Типы связей в органических соединениях. Локализованная химическая связь. Многоцентровые связи. Свойства ковалентных связей. Делокализованные химические связи. Представление о нецелочисленных кратных связях. Донорно-акцепторное взаимодействие. Водородная связь.

Взаимное влияние атомов в молекулах; индуктивный и мезомерный эффекты. Индукционный механизм передачи влияния заместителей. Качественная оценка силы и направления индукционного влияния заместителей. Сопряженный механизм передачи влияния заместителей. Качественная оценка силы и направления мезомерных эффектов $\pm M$ -заместителей. Передача электронных эффектов заместителей через бензольное кольцо. Эффект сверхсопряжения.

Классификация реагентов и реакций

Типы химических реакций в органической химии. Понятие о промежуточных частицах, переходном состоянии и механизме реакции. Кинетический и термодинамический контроль. Гетерогенный и гомогенный катализ.

Алканы

Гомологический ряд, номенклатура, изомерия, алкильные радикалы. Природные источники. Основные методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галоген- и кислородсодержащих соединений, реакция Вюрца, декарбоксилирование и электролиз солей карбоновых кислот. Промышленные способы получения. Электронное строение. Длины связей и валентные углы. Пространственное строение, вращательная изомерия, конформации и их относительные энергии. Физические свойства и их зависимость от длины и степени разветвленности углеродной цепи. Химические свойства как основа методов переработки углеводородного сырья. Общие представления о механизме цепных свободно-радикальных реакций замещения: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Гетеролитический тип разрыва связей. Термические превращения на кислотных катализаторах.

Циклоалканы

Классификация и номенклатура, структурная изомерия. Синтетические методы построения насыщенных циклов: циклизация дигалогеналканов по реакции Вюрца, взаимодействие диазометана с алкенами, синтезы на основе малонового эфира и дикарбоновых кислот, диеновый синтез. Гидрирование ароматических углеводородов. Формирование циклов в промышленных процессах переработки алканов. Представление о пространственном строении циклоалканов. Относительная устойчивость циклов по данным теплот сгорания и взаимопревращений циклов разных размеров. Химические свойства циклопентана и циклобутана. Проявление особенностей строения циклопропана в его химических свойствах. Общие представления о средних и макроциклах.

Алкены

Гомологический ряд, номенклатура, изомерия. Способы образования двойной связи: дегидрирование алканов и промышленное получение олефинов путем термических превращений насыщенных углеводородов, частичное гидрирование тройной связи, дегидрогалогенирование и правило Зайцева, дегалогенирование, дегидратация, термическое разложение четвертичных аммониевых оснований, реакция Виттига. Геометрическая изомерия. Физические свойства. Основные типы механизмов. Гидрирование и гидратация двойной связи. Реакции электрофильного присоединения кислот, галогеноводородов, воды, галогенов, галогеналкилов, гипогалоидных кислот. Ориентация в реакциях присоединения электрофильных реагентов (правило Марковникова). Реакции радикального присоединения. Перекисный эффект Караша. Оксосинтез. Окислительные превращения: эпоксицирование, цис- и транс-гидроксилирование, окислительное расщепление, озонлиз. Катионная, свободно-радикальная и координационная полимеризация, теломеризация.

Реакции по аллильному положению: галоидирование, окисление, окислительный аммонолиз.

Алкадиены

Классификация, номенклатура и изомерия диенов. Важнейшие 1,3-диены и способы их получения по реакциям дегидрирования, дегидрохлорирования, дегидратации. Получение дивинила из этилового спирта. Электронное строение. Химические свойства сопряженных диенов: каталитическое гидрирование, восстановление щелочными металлами в присутствии источников протонов, электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов (1,2- и 1,4-присоединение). Диеновый синтез. Циклоолигомеризация. Разновидности линейной полимеризации. Природный и синтетический каучук.

Кумулены: получение, электронное и пространственное строение на основе представлений об sp -гибридизации. Химические свойства: восстановление, гидратация, димеризация, изомеризация.

Алкины

Изомерия и номенклатура. Способы образования тройной связи, основанные на реакциях дегидрогалогенирования. Карбидный и пиролизный методы получения ацетилена. Строение тройной связи на основе представлений о sp -гибридизации. Физические свойства. Химические свойства: каталитическое гидрирование, восстановление натрием в жидком аммиаке, гидратация (реакция Кучерова), присоединение спиртов, карбоновых кислот, галогеноводородов, цианистого водорода и синтетическое значение этих реакций. Нуклеофильное присоединение к тройной связи. Превращение ацетилена в винилацетилен. Циклоолигомеризация, алкины как диенофилы. Окислительные превращения. Кислотные свойства алкинов-1, ацетилениды, использование кислотных свойств алкинов и реакций ацетиленидов для синтеза соединений, содержащих тройную связь.

Ароматические углеводороды (арены)

Понятие об ароматичности. Правило Хюккеля. Многообразие ароматических соединений: одно- и многоядерные углеводороды.

Бензол. Структурная формула, номенклатура и изомерия. Физические свойства. Промышленные и лабораторные методы получения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование). Механизм электрофильного замещения. Реакции присоединения к ароматическому ядру (гидрирование, галогенирование, озонлиз). Окисление.

Гомологи и производные бензола. Способы получения и использование реакций алкилирования и ацилирования бензола, реакция Вюрца-Фиттига. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце и особенности ориентации в этих реакциях. Правила ориентации: заместители I и II рода, согласованная и несогласованная ориентации. Реакции радикального замещения в боковой цепи. Окислительные превращения алкилбензолов, реакции дегидрирования.

Полициклические ароматические соединения