

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ**  
**УНИВЕРСИТЕТ»**

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

**Программа**  
**вступительных испытаний для поступающих в учреждение образования**  
**«Белорусский государственный технологический университет»**  
**в 2019 году на заочную форму получения высшего образования,**  
**интегрированного со средним специальным образованием**

**Введение**

Цели и задачи изучения дисциплины «Органическая химия», ее связь с другими дисциплинами учебного плана. Предмет органической химии. Соединения углерода, их особенности. Многочисленность и разнообразие органических соединений. Значение соединений углерода в жизни и практической деятельности человека.

Основные виды природного сырья для промышленности органического синтеза. Развитие химической промышленности в Республике Беларусь и основные направления работы по охране окружающей среды.

**Раздел 1. Общие вопросы органической химии**  
**Тема 1.1. Элементный анализ органических соединений**

Состав органических соединений. Принципы их качественного и количественного элементного анализа. Установление формул органических веществ.

**Тема 1.2. Теория химического строения органических веществ.**

Теория химического строения органических веществ А. М. Бутлерова, ее основные положения и значение для развития органической химии. Структурные формулы органических веществ. Изомерия. Электронная конфигурация невозбужденного и возбужденного углеродного атома:  $sp^3$ -,  $sp^2$ -,  $sp$ -гибридизация. Современные теории о строении органических молекул.

Ковалентная связь, ее характеристики: энергия, длина связи, валентный угол, полярность и поляризуемость. Типы органических реакций: по механизму протекания (ионные, радикальные), по конечному результату (замещения, присоединения, отщепления, разложения, изомеризации, окисления, восстановления). Принципы классификации органических соединений.

## Раздел 2. Углеводороды

### Тема 2.1. Алканы

Углеводороды, их классификация. Алканы - насыщенные или предельные углеводороды (парафины), их общая формула, гомологический ряд. Строение алканов. Валентное состояние углеродного атома в алканах,  $sp^3$ -гибридизация,  $\sigma$ -связь и ее характеристики (пространственная направленность, длина связи, энергия связи). Структурная изомерия алканов. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный углеродные атомы.

Конформации алканов (поворотные изомеры). Модели молекул. Алкильные радикалы. Номенклатура алканов: рациональная и современная международная ИЮПАК.

Природные источники алканов. Способы получения алканов: из соединений с тем же числом углеродных атомов (восстановление), из соединении с большим числом углеродных атомов (расщепление), из соединений с меньшим числом углеродных атомов (синтез). Физические свойства. Общая характеристика химических свойств алканов.

Хлорирование алканов как пример радикального замещения. Цепной характер реакции.

Нитрование, сульфохлорирование, крекинг, окисление. Практическое значение реакций насыщенных углеводородов. Метан. Природный и попутные газы. Использование природного газа как химического сырья.

### Тема 2.2. Циклоалканы

Циклоалканы (циклопарафины), их строение, общая формула, гомологический ряд, изомерия, номенклатура, нахождение в природе и способы получения. Устойчивость циклов. Физические свойства. Общая характеристика химических свойств.

### Тема 2.3. Алкены

Алкены (олефины), их общая формула, гомологический ряд. Строение алкенов. Валентное состояние углеродных атомов в алкенах,  $sp^2$ -гибридизация. Двойная углерод-углеродная связь как сочетание  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи.

Характеристики двойной связи (длина, пространственная направленность, энергия). Изомерия алкенов: структурная и пространственная (*цис*-, *транс*-изомерия). Номенклатура олефинов.

Способы получения алкенов: промышленные и лабораторные. Физические свойства алкенов.

Общая характеристика химических свойств. Реакции электрофильного присоединения к алкенам: присоединение галогенов, галогеноводородов, серной кислоты, воды.

Механизм реакции электрофильного присоединения. Карбокатионы. Правило В. В. Марковникова.

Гидрирование и окисление алкенов. Реакция Е. Е. Вагнера.

Реакции полимеризации. Качественные реакции на двойную связь. Отдельные представители олефинов: этилен, пропилен, изобутилен. Их получение и применение в промышленности.

## **Тема 2.4. Алкины**

Алкины (ацетиленовые углеводороды), их общая формула, гомологический ряд. Строение алкинов. Валентное состояние углеродных атомов в алкинах, sp-гибридизация. Характеристики тройной связи (энергия, длина, пространственная направленность).

Изомерия алкинов и их номенклатура. Способы получения алкинов. Физические и химические свойства. Реакции присоединения к алкинам симметричных и несимметричных реагентов (гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование). Реакция М. Г. Кучерова. Реакции полимеризации. Реакции замещения водорода у ацетилена и алкинов-1. Качественные реакции на тройную связь. Ацетилен, его получение и применение.

## **Тема 2.5. Диеновые углеводороды**

Диеновые углеводороды (алкадиены), их общая формула. Классификация алкадиенов, номенклатура. Соединения с сопряженными двойными связями. Природа сопряженных двойных углерод-углеродных связей. Химические особенности сопряженных алкадиенов: 1,4 и 1,2-присоединения. Реакция полимеризации алкадиенов с сопряженными связями. 1,2- и 1,4-полимеризация на примере бутадиена и изопрена.

## **Тема 2.6. Ароматические углеводороды**

Бензол. Строение бензола, понятие ароматичности. Ароматическая система связей, ее характеристики (энергия, пространственная направленность, длина). Круговое сопряжение связей, ароматический секстет. Гомологи бензола, их общая формула, изомерия и номенклатура. Синтетические способы получения гомологов бензола: из неароматических и ароматических соединений.

Физические свойства бензола и его гомологов. Наиболее важные представители аренов, их использование. Толуол, ксилол, кумол.

Химические свойства бензола. Механизм реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре:  $\pi$ -аддукт,  $\sigma$ -аддукт. Примеры реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре (нитрование, галогенирование, сульфирование). Влияние заместителей на ориентацию и скорость реакций. Реакции присоединения к ароматическим углеводородам. Окисление гомологов бензола по боковой цепи.

Многоядерные ароматические углеводороды, их классификация. Многоядерные углеводороды с изолированными бензольными ядрами. Дифенил. Многоядерные ароматические соединения с конденсированными бензольными ядрами. Нафталин.

## **Тема 2.7. Нефть и продукты ее переработки**

Нефть, ее состав и свойства. Физические способы ее переработки. Выделение углеводородов из нефти путем ректификации. Химические

способы переработки нефти. Понятие о термическом и каталитическом крекинге и пиролизе.

Крекинг-газ и его применение. Значение нефти и продуктов ее переработки.

### **Раздел 3. Соединения с однородными функциями**

#### **Тема 3.1. Галогенопроизводные**

Галогенопроизводные углеводородов, их классификация, изомерия и номенклатура.

Способы получения насыщенных и ненасыщенных галогенопроизводных. Получение ароматических галогенопроизводных, содержащих галоген в ядре и боковой цепи. Условия проведения реакций замещения и присоединения галогена к бензолу.

Физические и химические свойства галогенопроизводных.

Реакции нуклеофильного замещения ( $S_N$ ) в насыщенных галогенопроизводных.

Зависимость их реакционной способности и механизма реакций нуклеофильного замещения от природы углеводородного радикала, связанного с галогеном.

Отдельные представители хлорпроизводных: хлорэтан, дихлорэтан, винилхлорид, хлорбензол; их получение и применение в промышленности. Фторпроизводные, способы их получения и свойства. Фреон. Тетрафторэтилен. Трифторхлорэтилен.

#### **3.2. Гидроксилсодержащие производные углеводородов**

Гидроксильная группа. Классификация гидроксильных производных углеводородов. Одноатомные спирты. Общая формула насыщенных одноатомных спиртов, гомологический ряд. Изомерия спиртов и номенклатура.

Физические свойства спиртов. Водородная связь. Способы получения спиртов. Химические свойства спиртов.

Кислотные и основные свойства спиртов. Реакции образования простых и сложных эфиров. Дегидратация спиртов. Реакции окисления и дегидрирования.

Отдельные представители одноатомных спиртов, их получение в промышленности и применение. Метиловый спирт, этиловый спирт. Изопропиловый спирт. Высшие жирные спирты (ВЖС). Циклогексанол. Бензиловый спирт. Физиологическое действие спиртов.

Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин.

Промышленные способы получения глицерина и применение.

Фенолы. Классификация, изомерия и физические свойства фенолов. Одноатомные фенолы. Промышленные способы их получения.

Химические свойства фенолов: реакции фенольного гидроксила и бензольного ядра. Сравнение кислотных свойств спиртов и фенолов.

Окисление и восстановление фенолов и ароматических спиртов.

Простые эфиры, их изомерия и номенклатура. Способы получения симметричных и несимметричных простых эфиров. Характеристика физических и химических свойств.

Диэтиловый эфир. Эпоксиды. Этиленоксид, его свойства, получение и применение.

### **Тема 3.3. Альдегиды и кетоны**

Альдегиды и кетоны, их функциональные группы. Общие формулы и гомологические ряды. Классификация. Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов, их физические и химические свойства. Строение и общая характеристика свойств карбонильной группы.

Реакции присоединения по кратной связи. Реакции замещения карбонильного кислорода на примере реакции с гидроксиламином. Реакции замещения  $\alpha$ -водорода.

Реакции полимеризации альдегидов на примере формальдегида.

Окисление альдегидов и кетонов. Сходство и различие свойств альдегидов и кетонов. Качественные реакции на альдегидную группу.

Наиболее важные представители альдегидов и кетонов: формальдегид, ацетальдегид, бензальдегид, ацетон, циклогексанон.

### **3.4. Карбоновые кислоты и их производные**

Карбоновые кислоты, их общая формула. Карбоксильная группа как функциональная группа. Классификация карбоновых кислот по числу функциональных групп и строению углеводородного радикала.

Насыщенные одноосновные карбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Физические свойства. Ассоциация кислот, водородная связь. Общие способы получения.

Структура и свойства карбоксильной группы. Химические свойства. Структура карбоксилат-аниона. Влияние радикала, связанного с карбоксильной группой, а также заместителей, находящихся в радикале, на силу кислот. Наиболее типичные реакции кислот: образование солей и образование функциональных производных.

Свойства солей карбоновых кислот.

Отдельные представители насыщенных одноосновных карбоновых кислот: муравьиная, уксусная и бензойная кислоты. Высшие жирные кислоты: пальмитиновая, стеариновая. Мыла.

Ненасыщенные одноосновные карбоновые кислоты, их общая характеристика, способы получения и свойства. Акриловая кислота. Метакриловая кислота. Олеиновая, линолевая кислоты.

Двухосновные кислоты, их номенклатура, общие свойства, специфические свойства, зависящие от расстояния между карбоксильными группами. Щавелевая кислота. Фталевые кислоты.

Хлорангидриды карбоновых кислот, их номенклатура. Способы получения и свойства. Ацетилхлорид. Бензоилхлорид.

Ангидриды карбоновых кислот, их строение, номенклатура, способы получения и свойства. Уксусный ангидрид. Фталевый ангидрид.

Сложные эфиры карбоновых кислот. Их строение, номенклатура, изомерия. Нахождение сложных эфиров в природе и способы получения. Реакция этерификации, ее особенности. Химические свойства сложных эфиров.

Липиды (жиры и жироподобные вещества). Природные жиры. Роль жиров в животных организмах. Химическая природа жиров, их техническая переработка.

Амиды кислот, их строение, номенклатура, способы получения и свойства. Карбамид (мочевина).

Нитрилы кислот, их строение, способы получения и свойства. Акрилонитрил, его свойства, промышленное получение и использование.

### **Тема 3.5. Органические соединения серы**

Типы органических соединений серы. Тиолы. Тиоэфиры, их свойства, способы получения и применение. Сульфокислоты, сульфохлориды, их свойства, получение и применение в промышленности. Синтетические моющие средства: алкилсульфаты, алкилсульфонаты.

### **Тема 3.6. Нитросоединения**

Типы нитросоединений, их изомерия и номенклатура. Нитрогруппа, ее строение. Донорно-акцепторная связь. Получение нитросоединений. Реакция нитрования, условия ее проведения. Физические свойства нитросоединений. Химические свойства. Влияние нитрогруппы на ароматическое ядро. Отдельные представители нитросоединений: нитрометан, нитробензол, тринитротолуол. Применение нитросоединений.

### **Тема 3.7. Амины**

Амины, их классификация. Понятие о первичных, вторичных и третичных аминах. Строение, изомерия, номенклатура аминов. Физические свойства. Общие способы получения аминов.

Восстановление ароматических нитросоединений - реакция Зинина. Химические свойства аминов. Амины – органические основания. Влияние радикала, связанного с аминогруппой, на основные свойства аминов. Гексаметилендиамин. Анилин, его получение и применение в промышленности.

### **Тема 3.8. Диазосоединения**

Ароматические диазосоединения, их строение. Реакция диазотирования, условия ее проведения. Реакции, протекающие с выделением азота и без выделения азота.

Реакция азосочетания, условия ее проведения. Азокрасители.

### **Тема 3.9. Элементарноорганические соединения**

Классификация элементарноорганических соединений, их номенклатура. Металлоорганические соединения. Характеристика связи металл-углерод.

Магнийорганические соединения (реактивы Гриньяра), их получение, химические свойства.

Присоединение магнийорганических соединений по карбонильной группе как способ получения спиртов.

## **Раздел 4. Гетерофункциональные соединения**

### **Тема 4.1. Гидроксикислоты**

Классификация гидроксикислот, их строение, номенклатура, получение. Специфические свойства гидроксикислот, зависящие от взаимного расположения функциональных групп.

Молочная кислота. Оптическая изомерия.

### **Тема 4.2. Углеводы**

Углеводы в природе, их фотосинтез растениями.

Классификация углеводов. Моносахариды, их классификация и номенклатура. Строение альдоз и кетоз на примере глюкозы и фруктозы. Циклоцепная таутомерия моносахаридов. Формулы Фишера и Хеураса.

Физические свойства моносахаридов. Явление мутаротации. Химические свойства моносахаридов с участием карбонильной и гидроксильных групп на примере глюкозы..

Олигосахариды. Дисахариды. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Свойства восстанавливающих дисахаридов на примере мальтозы. Сахароза, ее строение и свойства. Получение сахара.

Полисахариды. Крахмал, его роль в природе. Пищевые источники крахмала. Состав крахмала: амилоза и амилопектин. Качественная реакция на крахмал. Гидролиз крахмала. Применение крахмала и продуктов его гидролиза.

Целлюлоза (клетчатка), ее распространение и роль в природе. Целлюлоза как компонент древесины. Выделение и свойства целлюлозы. Химическая переработка целлюлозы. Эфиры целлюлозы. Применение целлюлозы и ее эфиров. Искусственное волокно. Применение нитратов целлюлозы.

### **Тема 4.3. Аминокислоты. Пептиды. Белковые вещества**

Классификация аминокислот, их изомерия и номенклатура.

Способы получения аминокислот. Синтез аминокислот по Зелинскому. Физические свойства аминокислот.

Химические свойства аминокислот, связанные с относительным расположением функциональных групп. Роль аминокислот в природе. Понятие о пептидной связи. Первичная структура белков. Представление о вторичной и третичной структуре белков.

## **Раздел 5. Гетероциклические соединения**

Классификация и общая характеристика гетероциклических соединений. Роль гетероциклов в природе.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом в цикле. Пиридин, его строение, природа ароматичности пиридина. Основность пиридина.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом в цикле. Пиррол, фуран, тиофен. Их строение, ароматический характер, свойства, взаимные превращения (реакция Ю. К. Юрьева). Нахождение в природе.

## **Раздел 6. Высокомолекулярные синтетические соединения**

### **Тема 6.1. Полимеризационные высокомолекулярные соединения**

Краткие сведения о полимерах. Классификация полимеров. Способы получения полимеров: реакции полимеризации и поликонденсации.

Полиолефины. Полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, фторопласт. Понятие о каучуках.

### **6.2. Поликонденсационные высокомолекулярные соединения**

Синтетические полиамидные волокна. Полиэферы. Синтетическое волокно лавсан. Глифтали. Фенолоформальдегидные смолы. Кремнийорганические полимеры. Полисилоксаны.

Значение синтетических полимеров, их использование в народном хозяйстве.

#### **Основная литература**

1. Грандберг И. И. Органическая химия / И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2001.
2. Артеменко А. И. Органическая химия / А. И. Артеменко. – М.: Высшая школа, 2009.
3. Щербина А.Э., Матусевич Л.Г., Сенько И.В., Звонок А.М. Органическая химия: Учеб. пособие для химико-технологических специальностей. – Мн.: БГТУ, 2000.
4. Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Г. Органическая химия. – СПб.: «Иван Федоров», 2002.
5. Ельницкий А.П. Химия: учеб. для 11-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / А.П. Ельницкий, Е.И. – Минск: Нар. асвета, 2013.

#### **Дополнительная литература**

6. Щербина, А. Э. Органическая химия. Основной курс / А. Э. Щербина, Л. Г. Матусевич; под ред. А. Э. Щербины. - Минск; Москва: Новое знание: ИНФРА-М, 2013.
7. Шабаров Ю.С. Органическая химия: В 2-х кн. – М.: Химия, 1994.