

Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе
ГГУ им. Ф. Скорины

И.В. Семченко

Регистрационный № УД-17-0913-119/р.

ХИМИЯ

Учебная программа по дисциплине государственного компонента
для специальности

1– 31 01 01-02 «Биология» (научно – педагогическая деятельность)

Факультет биологический
Кафедра химии
Курсы 1,2/1-3
Семестр (семестры) 1-3/1-5

Лекции 144/32 час.

Экзамен 1,2/2,3

Практические (семинарские
занятия - час.

Зачет 3/5

Лабораторные
занятия 144/36 час.

Курсовой проект,
работа

Всего аудиторных часов
по дисциплине 288/68 час.

Форма получения
высшего образования
дневная/заочная

Всего часов
по дисциплине 588 час.

Составили: Дроздова Н.И., к.х.н., доцент; Воробьева Е.В., к.х.н., доцент;
Свириденко В.Г., к.х.н., доцент; Хаданович А.В., к.х.н., доцент;
Макаренко Т.В. к.б.н., доцент

2013

Учебная программа составлена на основе базовой учебной программы,
утвержденной 02.09 2013 г.,
регистрационный номер 40 - 14-0913-33/001 /баз

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на
заседании кафедры химии

30.08.2013 протокол № 1
(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой
[подпись] Н.И.Дроздова

Одобрена и рекомендована к утверждению Методическим советом
биологического факультета

30.08 пр. № 11
(дата, номер протокола)

Председатель
[подпись] Н.Г.Галиновский

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Химия относится к блоку фундаментальных научных дисциплин для биологических специальностей университета. Ее изучение должно создать фундамент для понимания сложных превращений органических и неорганических веществ в живых организмах. Поэтому в данном курсе должны быть усвоены общие законы химической науки, создано представление об основных классах органических неорганических соединений и их химических свойствах.

Целью курса является освоение студентами тех знаний и представлений химии, на основе которых базируются научные представления о строении молекул (неорганических и органических) и механизмах химических (биохимических) процессов.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с внутренней логикой химической науки о строении вещества и природы химической связи, а также закономерностях протекания различных химических процессов;
- изучение основных классов неорганических и органических соединений; формирование представлений о связи реакционной способности молекул с их строением;
- изучение закономерностей взаимодействия различных органических и неорганических веществ с объектами окружающей среды, их физиологического и фармакологического действия, биологической роли, применения в практической деятельности человека; формирование представлений об экологических проблемах, связанных с использованием органических веществ;
- овладение техникой выполнения химического эксперимента, методами идентификации веществ, методиками приготовления растворов, химическим анализом;
- анализ взаимодействия различных веществ с окружающей средой их физическое и фармакологическое действие, биологическая роль;
- формирование умения и навыков проведения химического исследовательского эксперимента.

Выпускник должен

знать:

- основные понятия, законы и теории химии;
- классификацию, номенклатуру, химическое строение, методы получения, свойства важнейших классов химических веществ;
- строение атома и природу химической связи и межмолекулярного взаимодействия в веществе;
- основные механизмы химических реакций;
- основы химической кинетики и термодинамики;
- биологическую роль химических соединений.

уметь:

- применять изученные законы и понятия при характеристике составов, строения и свойств веществ, химических реакций, способов получения веществ и их практического использования;
- изображать строение типичных представителей классов органических соединений по названию и называть их по структурным формулам на основе знания принципов номенклатуры и изомерии;
- выделять в молекуле реакционные центры, прогнозировать поведение органического соединения в конкретных условиях, исходя из его структуры и знания типичной реакционной способности функциональных групп.

владеть:

- основными методами химической идентификации органических и неорганических веществ; основными приемами работы в лаборатории;

Дисциплина государственного компонента «Химия» изучается студентами 1-3 курсов специальности 1– 31 01 01 - 02 «Биология» (научно – педагогическая деятельность). Общее количество часов – 588; аудиторных часов – 288/68; из них 144/32 часов лекционных и 144/36 часов лабораторных занятий. Форма отчётности — два экзамена и зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Раздел 1. Введение. Общие представления

Тема 1.1. Предмет органической химии. Строение органических соединений

Состав органических веществ, элементы-органогены. Многообразие органических веществ. Место органической химии в системе естественных наук. Источники органических соединений.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров, А. Кекуле, А. Купер). Основные типы структурных фрагментов органических молекул: простые и кратные связи, углеродные цепи и циклы, функциональные группы. Структурные формулы как средство отображения строения органических соединений.

Тема 1.2. Классификация органических соединений

Основные признаки классификации: скелет молекулы, степень насыщенности, наличие функциональных групп. Основные классы органических веществ.

Тема 1.3. Основы номенклатуры органических соединений

Тривиальные и систематические названия органических соединений. Заместительная номенклатура IUPAC, основные принципы построения названий органических соединений. Родоначальная структура, характеристические группы. Названия функциональных групп, нефункциональных заместителей, насыщенных и ненасыщенных углеводородных групп. Старшинство функциональных групп. Принципы радикало-функциональной номенклатуры.

Тема 1.4. Изомерия органических соединений

Типы изомерии: структурная и пространственная. Способы изображения пространственного строения молекул: перспективные (клиновидные) проекции, "лесопильные козлы", проекции Ньюмена, Фишера: принципы построения и правила пользования ими.

Конформации, конформеры. Заслоненная, заторможенная, скошенная конформации. Асимметрический атом углерода. Энантиомеры (оптические антиподы). Понятие об оптической активности и хиральности. Рацематы. Принципы R-, S-номенклатуры; D- и L-ряды. Стереои́зомерия соединений с двумя асимметрическими атомами. Диастереомеры. Эритро- и трео-изомеры. Мезо-формы. Пространственная изомерия алкенов: цис-, транс- и Z-, E-номенклатуры.

Тема 1.5. Электронное строение и реакционная способность органических соединений

Типы связей в молекулах органических соединений. σ - и π -связи. Гибридизация, понятие о молекулярных орбиталях.

Представление о механизмах реакций. Гомо- и гетеролитический разрыв связей. Представление о промежуточных частицах: радикалы, карбокатионы, карбанионы. Классификация реагентов: радикалы, нуклеофилы, электрофилы. Энергетический профиль реакции; энергетический барьер реакции, энергия активации, энергия переходного состояния, тепловой эффект реакции. Кинетический и термодинамический контроль.

Взаимное влияние атомов в молекулах, ионах, радикалах. Электронные и пространственные эффекты в органических реакциях (индуктивный эффект, эффект поля, мезомерный эффект, гиперконъюгация).

Тема 1.6. Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений

Перегонка, перекристаллизация как методы выделения и очистки органических соединений. Химические и физические методы установления структуры. Качественный функциональный анализ органических соединений.

Раздел 2 . Углеводороды

Тема 2.1. Алканы

Гомологический ряд, номенклатура. Электронное строение, sp^3 -гибридизация. Физические свойства алканов.

Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных радикальных реакций замещения в алканах (на примере реакции галогенирования). Алкильные радикалы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Сравнение региоселективности реакций хлорирования и бромирования. Пути использования алканов.

Тема 2.2. Алкены

Номенклатура. Структурная и пространственная изомерия. Электронное строение, sp^2 -гибридизация. Физические свойства алкенов.

Общие представления о реакционной способности алкенов. Каталитическое гидрирование, проявление относительной стабильности структурных и пространственных изомеров алкенов.

Реакции электрофильного присоединения к двойной связи алкенов, их механизмы. Реакции присоединения галогенов, галогеноводородов (гидрогалогенирование), воды (гидратация). Направление присоединения. Правило Марковникова и его объяснение. Алкильные катионы и факторы, определяющие их относительную стабильность. Перегруппировки карбокатионов. Представление о стереохимии присоединения галогенов.

Реакции радикального присоединения (присоединение бромоводорода по Харацу). Реакции окисления алкенов по $C=C$ связи: цис-дигидроксилирование (перманганатом калия по Вагнеру), эпоксилирование (по Прилежаеву). Окислительное расщепление алкенов (восстановительный и окислительный озонлиз), использование для определения структуры.

Полимеризация алкенов как важнейший метод получения высокомолекулярных соединений. Полиэтилен, полипропилен. Понятие о стереорегулярных полимерах. Аллильное хлорирование алкенов, механизм. Аллильный радикал. Окисление алкенов кислородом воздуха (пероксидное окисление).

Тема 2.3. Алкадиены

Номенклатура, классификация, изомерия. Сопряженные диены (1,3-бутадиен и изопрен). Сопряжение двойных связей (π, π -сопряжение) и реакции электрофильного присоединения. 1,2- и 1,4-присоединение. Аллильный катион. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера), представление о механизме реакции. Изопреновое звено в природных соединениях. Каучук. Синтетические каучуки.

Тема 2.4. Алкины

Номенклатура. Электронное строение, sp -гибридизация. Физические свойства алкинов. Восстановление тройной связи до двойной: каталитическое гидрирование и восстановление натрием в жидком аммиаке, использование в синтезе (Z)- и (E)-алкенов. Реакции электрофильного присоединения к тройной связи алкинов. Галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация (реакция Кучерова) и родственные реакции. Кислотность ацетилена и терминальных алкинов. Получение ацетиленидов металлов и их

взаимодействие с галогеналканами и с карбонильными соединениями. Димеризация, тримеризация ацетилена. Полиацетилен.

Тема 2.5. Алициклические углеводороды (циклоалканы)

Классификация и номенклатура, структурная изомерия. Пространственное строение циклоалканов. Конформации циклогексана и его производных, экваториальные и аксиальные связи, пространственная изомерия производных циклогексана. Типы напряжений в циклах. Химические свойства циклопентана и циклогексана. Особенности свойств циклопропана.

Тема 2.6. Ароматические углеводороды (арены)

Классификация и номенклатура аренов. Природа связей в молекуле бензола. Ароматичность, критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы: циклопропенилий- и тропилий-катионы, цикlopентадиенильный анион, азулен. Реакции электрофильного замещения в бензоле (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование). Представление о механизме реакций электрофильного замещения в ароматическом ряду. π - и σ -комплексы. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Активирующие и дезактивирующие заместители. Орто-, пара- и мета-ориентанты. Реакции радикального замещения и окисления в боковой цепи. Причины устойчивости бензильных радикалов.

Конденсированные ароматические углеводороды: нафталин, антрацен, фенантрен, бензпирен.

Раздел 3. Гомофункциональные соединения

Тема 3.1. Галогенпроизводные углеводородов

Классификация, номенклатура, изомерия галогенуглеводородов.

Реакции нуклеофильного замещения атома галогена, их использование в синтезе органических соединений различных классов (спиртов, простых и сложных эфиров, аминов, тиолов и сульфидов, нитроалканов, нитрилов). Представление об идеализированных механизмах S_N1 и S_N2 . Кинетика, стереохимия реакций. Влияние природы субстрата, реагента и растворителя на скорость реакции S_N1 и S_N2 -типов.

Соединения с повышенной подвижностью атома галогена. Аллил- и бензилгалогениды, стабилизированные карбокатионы (аллильный и бензильный). Соединения с пониженной подвижностью атома галогена. Винилхлорид и хлорбензол. Активированные галогенарены и механизм присоединения-отщепления, анионные комплексы (Мейзенгеймера).

Реакции элиминирования галогеноводорода. Правило Зайцева. Литий- и магнийорганические соединения и их использование в органическом синтезе. Биологическое действие галогенпроизводных, их применение в народном хозяйстве. Хлороформ, иодоформ, перфторуглеводороды, перфторполиэтилен (тефлон). Инсектициды.

Тема 3.2. Спирты, фенолы, простые эфиры

Одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия. Электронное строение. Физические свойства спиртов, роль водородной связи.

Химические свойства спиртов: кислотно-основные свойства. Алкоголяты металлов, их основные и нуклеофильные свойства. Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Активация гидроксогруппы протонными кислотами и кислотами Льюиса, превращение в эфиры серной, фосфорной, ди- и трифосфорной кислот, сульфокислот.

Внутри- и межмолекулярная дегидратация спиртов (образование алкенов и простых эфиров). Окисление первичных и вторичных спиртов.

Многоатомные спирты (дио́лы и полио́лы). Этиленгликоль, глицерин, пентаэритрит, инозит. Химические свойства 1,2-дио́лов. Кислотность, образование хелатных комплексов, окислительное расщепление 1,2-дио́лов (йодной кислотой). Образование циклических простых эфиров. Эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты.

Фенолы. Номенклатура и изомерия. Простейшие представители: фенол, крезолы, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол. Электронное строение фенола. Кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ряду фенолов (галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование). Пикриновая кислота. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов (реакция Кольбе).

Окисление фенолов. Хиноны и их биологическая роль. Фенольные антиоксиданты и механизм их действия. Фенольные соединения в природе.

Простые эфиры. Номенклатура, классификация. Расщепление кислотами. Образование гидропероксидов, их обнаружение и разложение. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-Диоксан.

Тиолы. Кислотность тиолов. Нуклеофильные свойства тиолов, тиолятов и органических сульфидов. Окисление тиолов.

Тема 3.3. Амины

Классификация, номенклатура и изомерия. Алифатические и ароматические амины, первичные, вторичные и третичные амины.

Электронное строение. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств алкил- и ариламинов. Реакции ацилирования и алкилирования аминов. Аммониевые соли.

Особенности свойств ариламинов. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре ариламинов и их производных. Реакции диазотирования, соли арилдиазония. Реакции солей арилдиазония с выделением азота (замещение диазогруппы) и без выделения азота (азосочетание). Азокрасители.

Тема 3.4. Карбонильные соединения

Классификация, номенклатура и изомерия карбонильных соединений.

Строение карбонильной группы в альдегидах и кетонах и реакции нуклеофильного присоединения. Общие представления о механизме этих реакций, кислотный и основной катализ. Реакции с С-нуклеофилами (реактивами Гриньяра, циановодородом). Реакции с гетеронуклеофилами: присоединение воды и спиртов, образование ацеталей. Реакции карбонильных соединений с аммиаком, аминами и родственными соединениями и строение образующихся продуктов.

СН-Кислотность карбонильных соединений и кето-енольная таутомерия. Реакции енольных форм: α -галогенирование, галоформное расщепление, изотопный обмен водорода. Альдожно-кетоновая конденсация, кислотный и основной катализ. Альдоли и α,β -непредельные карбонильные соединения.

Взаимодействие неенолизирующихся альдегидов со щелочами (реакция Канниццаро). Бензоиновая конденсация.

Реакции окисления и восстановления карбонильных соединений.

Тема 3.5. Карбоновые кислоты и их производные

Монокарбоновые кислоты. Номенклатура. Строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Кислотность карбоновых кислот. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы, их получение и взаимопревращения. Реакции ацилирования. Общие представления о механизме присоединения-отщепления. Механизм реакций этерификации, аминирования. Кислотный и щелочной гидролиз сложных эфиров и амидов.

Реакции восстановления карбоновых кислот и их производных.

Жирные кислоты, важнейшие представители (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая). Жиры, сложные липиды (фосфатидовая кислота и ее производные), мыла.

Ненасыщенные карбоновые кислоты: акриловая, метакриловая, полимеры на их основе.

Дикарбоновые кислоты. Дикарбоновые кислоты. Гомологический ряд и номенклатура. Общие методы получения. Физические и химические свойства: константа диссоциации, отношение к нагреванию.

Основные представители: щавелевая, малоновая, адипиновая, фталевые кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты.

Подвижность α -водородных атомов малоновой кислоты. Натрий малоновый эфир, его получение, свойства и применение в синтезах.

Раздел 4. Гетерофункциональные органические соединения

Тема 4.1. Углеводы

Классификация углеводов. Моносахариды (рибоза, дезоксирибоза, глюкоза, фруктоза). Стереохимия моносахаридов, D- и L-ряды. Кольчато-цепная таутомерия. Пиранозные и фуранозные формы. α - и β -аномеры. Мутаротация. Эпимеризация. Гликозиды. Особые свойства гликозидного гидроксила. Реакции окисления и восстановления глюкозы. Глюконовая, глюкаровая и глюкуроновая кислоты. Реакции алкилирования и ацилирования моносахаридов. Аскорбиновая кислота (витамин C).

Дисахариды и их типы (восстанавливающие и невосстанавливающие). Сахароза, лактоза, мальтоза, целлобиоза.

Полисахариды (крахмал, целлюлоза, хитин, гликоген). Биологическая роль и распространенность углеводов.

Тема 4.2. Гидрокси- и оксокарбоновые кислоты

Молочная, яблочная, лимонная, винные кислоты. Стереохимия α -гидроксикарбоновых кислот. Дегидратация α -, β - и γ -оксикислот. Лактиды. Лактоны.

Фенолокарбоновые кислоты. Салициловая кислота и ее производные. Ацетилсалициловая кислота.

Альдегидо- и кетокислоты, методы получения и свойства. Глиоксиловы и пировиноградные кислоты. Ацетоуксусная кислота. Ацетоуксусный эфир.

Тема 4.3. Аминокислоты

Классификация аминокислот. Основные представители природных α -аминокислот, их стереохимия. Свойства аминокислот: амфотерность, изоэлектрическая точка. Реакции по карбоксильной и аминогруппе. Отношение к нагреванию. Лактамы. Пептидная связь. Белки, их строение и биологическая роль. Синтетические полиамиды. Капрон, нейлон.

Раздел 5. Гетероциклические соединения

Классификация и номенклатура гетероциклов

Тема 5.1. Пятичленные гетероциклы с одним или несколькими гетероатомами

Фуран, тиофен, пиррол, их строение (участие неподеленной электронной пары в создании ароматической системы). Особенности протекания реакций электрофильного замещения в этих гетероциклах.

Тема 5.2. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом

Пиридин, хинолин. Ароматичность пиридина и особенности проведения реакций электрофильного замещения. Пиридин как основание.

Представление о природных азотсодержащих гетероциклических соединениях (алкалоидах, компонентах нуклеиновых кислот) и лекарственных средствах.