

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт фундаментальной медицины и биологии
Высшая школа биологии



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Химия

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. Амиров Р.Р. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Rustem.Amirgov@kpfu.ru ; доцент, к.н. Курбангалиева А.Р. (кафедра органической и медицинской химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), almira99@mail.ru ; доцент, к.н. Ханнанов А.А. (Кафедра неорганической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), AANannanov@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-6	Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы физики, химии, наук о Земле и биологии, применять методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- понимать основные законы химии и их значение, роль химических элементов в биологических процессах. общие закономерности протекания химических реакций в растворах и твердой фазе, основы химической термодинамики и кинетики;

Должен уметь:

- обладать теоретическими знаниями о строении атомов вещества, природе химической связи, периодическом законе, изменениях свойств элементов периодической системы, основах термодинамики, кинетики, процессов в растворах, строении комплексных соединений;

Должен владеть:

- ориентироваться в основных понятиях химии, свойствах элементов- неметаллов и металлов групп периодической системы и их биологической роли;

- приобрести навыки составления химических уравнений, решения задач, объяснения свойств элементов и их соединений на основе законов химии, проводить химические эксперименты и объяснять происходящие явления.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- владеть основными законами общей химии, готовность интерпретировать закономерности в изменении свойств элементов в связи с их электронным строением (положением в периодической системе).

- прогнозировать свойства веществ на примере однотипных соединений, способность анализировать результаты эксперимента и делать обоснованные прогностические выводы.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 06.03.01 "Биология (Биология)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 1 курсе в 1, 2 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 106 часа(ов), в том числе лекции - 38 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 68 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 128 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 1 семестре; экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений	1	2	0	0	0	6	0	4
2.	Тема 2. Строение атома. Периодический закон Менделеева и периодическая система химических элементов	1	2	0	0	0	0	0	4
3.	Тема 3. Химическая связь ее виды. Теория гибридизации. Теория химического строения им. А.М. Бутлерова. Современные представления о химической связи. Метод молекулярных орбиталей (МО)	1	2	0	0	0	0	0	4
4.	Тема 4. Термодинамика химических процессов. Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Второй закон термодинамики	1	2	0	0	0	0	0	8
5.	Тема 5. Химическая кинетика и равновесие. Скорость химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Обратимые процессы. Принцип Ле-Шателье	1	2	0	0	0	6	0	6
6.	Тема 6. Растворы неэлектролитов Растворы электролитов. Вода как растворитель. Водородный и гидроксильный показатели	1	2	0	0	0	6	0	8
7.	Тема 7. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Произведение растворимости. Буферные растворы.	1	2	0	0	0	6	0	6
8.	Тема 8. Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные (редокс) потенциалы	1	2	0	0	0	6	0	8
9.	Тема 9. Комплексные соединения Описание химической связи в комплексных соединениях (метод валентных связей)	1	2	0	0	0	6	0	6
10.	Тема 10. Предмет органической химии. Строение органических соединений. Типы химических связей в органических соединениях. Насыщенные углеводороды (алканы)	2	2	0	0	0	4	0	6
11.	Тема 11. Этиленовые углеводороды (алкены). Углеводороды с двумя двойными связями (алкадиены)	2	2	0	0	0	4	0	8
12.	Тема 12. Ацетиленовые углеводороды (алкины). Циклические углеводороды (циклоалканы)	2	2	0	0	0	4	0	10
13.	Тема 13. Ароматические углеводороды (арены)	2	2	0	0	0	4	0	10
14.	Тема 14. Галогенпроизводные углеводородов. Спирты. Амины	2	4	0	0	0	4	0	10

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
15.	Тема 15. Карбонильные соединения	2	2	0	0	0	4	0	10
16.	Тема 16. Карбоновые кислоты. Оксикарбоновые кислоты. Аминокислоты	2	4	0	0	0	4	0	10
17.	Тема 17. Углеводы. Моно-, ди- и полисахариды	2	2	0	0	0	4	0	10
	Итого		38	0	0	0	68	0	128

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Основные понятия и законы химии. Основные классы неорганических соединений

Закон сохранения массы и энергии. Атомы и молекулы, их массы. Моль, молярная масса. Закон постоянства состава, соединения переменного состава. Газовые законы: Гей-Люссака, Бойля-Мариотта, Авогадро, объединенный газовый закон. Парциальные давления газов. Эквивалентные массы, закон эквивалентов. Основные классы неорганических соединений: оксиды, гидроксиды, кислоты, средние, кислые и основные соли, их свойства, получение и номенклатура.

Тема 2. Строение атома. Периодический закон Менделеева и периодическая система химических элементов

Периодический закон Менделеева и периодическая система химических элементов.

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Волновой характер движения электрона. Квантовые числа, электронные орбитали. Запрет Паули. Правило Хунда. Эффекты проникновения и экранирования электронов. Количество электронов на уровнях и подуровнях, последовательность заполнения их электронами. Правила Клечковского. Провалы электронов.

Тема 3. Химическая связи ее виды. Теория гибридизации. Теория химического строения им. А.М. Бутлерова. Современные представления о химической связи. Метод молекулярных орбиталей (МО)

Метод валентных связей. Теория химического строения А.М. Бутлерова и гибридизация. Основные типы гибридизации атомов. Межмолекулярные взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса) и водородная связь. Металлическая связь. Твердые вещества с молекулярной, атомной, ионной, металлической кристаллической решеткой, их свойства. Метод молекулярных орбиталей и зонная теория твердого тела.

Тема 4. Термодинамика химических процессов. Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Второй закон термодинамики

Основные понятия: система, фаза, компонент, параметр, функция. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия, их изменение в различных процессах. Законы Гесса и Лавуазье-Лапласа. Стандартные энтальпии образования соединений. Энтальпия растворения. Изобарно-изотермический потенциал (свободная энергия Гиббса). Энтропия как мера вероятности состояния системы. Условия самопроизвольного протекания процессов. Особенности термодинамики живых организмов.

Тема 5. Химическая кинетика и равновесие. Скорость химических реакций. Молекулярность и порядок реакции. Обратимые процессы. Принцип Ле-Шателье

Скорость химической реакции. Активные молекулы, энергия активации. Влияние температуры на скорость реакции (правило Вант-Гоффа). Закон действия масс, константа скорости реакции, молекулярность и порядок реакции. Катализ гомогенный, гетерогенный, ферментативный. Цепные реакции. Фотохимические, сопряженные, колебательные реакции. Обратимые реакции. Константа химического равновесия для гомогенных и гетерогенных систем. Связь константы равновесия с энергией Гиббса. Влияние различных факторов на химическое равновесие, принцип Ле-Шателье-Брауна.

Тема 6. Растворы неэлектролитов Растворы электролитов. Вода как растворитель. Водородный и гидроксильный показатели

Растворы истинные и коллоидные. Способы выражения содержания растворенного вещества в растворе (концентрация раствора): массовые доли, молярные доли, молярная концентрация, эквивалентная концентрация (нормальность), моляльность, молярная доля. Растворы идеальные и реальные. Растворимость газов, жидкостей и твердых веществ, ее зависимость от температуры и давления. Энтальпия растворения. Гидратация (сольватация). Осмос, осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Изотонические, гипер- и гипотонические растворы. Давление пара растворителя над раствором, температуры кипения и замерзания растворов, законы Рауля. Изотонический коэффициент. Диссоциация воды. Ионное произведение воды, pH и pOH.

Тема 7. Гидролиз солей. Степень и константа гидролиза. Произведение растворимости. Буферные растворы.

Диссоциация в растворе слабых электролитов (кислот, оснований). рН в растворах слабых электролитов. Ступенчатая диссоциация слабых электролитов. Ступенчатые и общая константа диссоциации. Закон разбавления Оствальда. Степень диссоциации. Гидролиз солей. Обратимый и необратимый гидролиз солей. Произведение растворимости и условие выпадения осадка. Буферные системы и их типы, критерии образования буферного раствора, расчет рН буферного раствора.

Тема 8. Основы электрохимии. Окислительно-восстановительные (редокс) потенциалы

Окислительно-восстановительные системы. Изображение окислительно-восстановительных (редокс) систем методом полуреакций (частных реакций). Окислительно-восстановительный (редокс) потенциал как количественная характеристика редокс-системы. Уравнение Нернста. Стандартные редокс-потенциалы и способы их определения. Водородный электрод. Электрохимический ряд напряжений металлов. Зависимость величины редокс-потенциала системы от концентрации ионов, температуры, рН, комплексобразования в растворе. Редокс-потенциалы и оценка направления и полноты протекания окислительно-восстановительных реакций. Зависимость между величинами редокс-потенциалов систем и изменением энергии Гиббса.

Окислительно-восстановительные процессы с участием электрического тока. Электрический ток как сильнейший окисляющий и восстанавливающий агент. Инертные и активные электроды. Схемы процессов на электродах при электролизе расплавов и водных растворов.

Тема 9. Комплексные соединения Описание химической связи в комплексных соединениях (метод валентных связей)

Важнейшие понятия. Положения теории Вернера. Центральный атом, внешняя и внутренняя сферы, координационное число, ядро комплекса, его заряд, главная и побочная валентности. Номенклатура координационных соединений.

Типичные комплексообразователи. Факторы, определяющие способность атомов и ионов выступать в качестве комплексообразователя. Типичные лиганды. Факторы, определяющие способность молекул и ионов выступать в качестве лигандов. Дентатность лигандов. Хелатные комплексы. Полиядерные комплексы.

Современная теория строения комплексных соединений. Ковалентные (с донорно-акцепторной и дативной связью) и ионные комплексы. Гибридизация атомных орбиталей при комплексообразовании и геометрия ковалентных комплексов. Внутри- и внешнеорбитальные комплексы. Теория кристаллического поля и теория поля лигандов. Спектрохимический ряд. Низко- и высокоспиновые комплексы. Поведение координационных соединений в растворах: диссоциация, лабильность, инертность. Полная и ступенчатые константы устойчивости (нестойкости).

Тема 10. Предмет органической химии. Строение органических соединений. Типы химических связей в органических соединениях. Насыщенные углеводороды (алканы)

Предмет органической химии и связь с другими химическими науками, биологией, медициной. Сырьевые источники органических соединений. Значение соединений углерода в практической деятельности человеческого общества.

Формирование и основные положения теории строения органических соединений. Изомерия, гомология, изология. Структурная изомерия и ее разновидности (с примерами). Пространственная изомерия: конфигурационная и конформационная.

Типы химической связи: ионная, ковалентная, семиполярная, водородная. Математические методы описания электронного строения молекул: метод молекулярных орбиталей (МО ЛКАО), метод валентных связей (ВС), теория резонанса.

Электронные конфигурации и валентные состояния элементов второго периода. Гибридизация и гибридные орбитали. Простые и кратные связи (σ - и π -связи). Их описание на основе представлений об sp -, sp^2 - и sp^3 -гибридизации.

Классификация органических соединений. Классификация органических реакций: реакции замещения, присоединения, отщепления, циклоприсоединения, окислительно-восстановительные реакции и перегруппировки. Понятие о механизме реакции: промежуточные частицы, переходное состояние. Кинетический и термодинамический контроль. Типы разрыва химической связи (гомолитический и гетеролитический). Ионы, свободные радикалы. Электрофильные и нуклеофильные частицы и реагенты.

Гомологический ряд алканов, их изомерия и номенклатура. Систематическая номенклатура ИЮПАК, рациональная и тривиальная номенклатура. Номенклатура и изомерия алкильных радикалов.

Природные источники алканов. Основные методы синтеза: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галоген- и кислородсодержащих соединений, реакции Вюрца, Дюма, электролиз солей карбоновых кислот (электролиз Кольбе), действие воды на реактивы Гриньяра, разложение гидразонов альдегидов и кетонов.

Электронное строение алканов на основе представлений о sp^3 -гибридизации. Природа $C-C$ и $C-H$ связей в алканах. Длины связей и валентные углы. Пространственное строение насыщенных углеводородов. Понятие о конформациях и конформерах алканов. Проекционные формулы Ньюмена. Конформации этана, пропана, бутана и высших алканов. Энергетическая диаграмма конформационного состояния молекулы алкана. Факторы, определяющие относительную стабильность конформеров.

Физические свойства парафинов и их зависимость от длины и степени разветвленности углеводородной цепи.

Химические свойства. Реакции, протекающие с гомолитическим разрывом связи. Механизм цепных свободно-радикальных реакций замещения в алканах. Реакции галогенирования (хлорирование, бромирование, иодирование, фторирование). Регионаправленность галогенирования разветвленных алканов. Сульфохлорирование, сульфоокисление, нитрование, окисление. Селективность радикальных реакций и относительная стабильность алкильных радикалов. Термический и каталитический крекинг.

Тема 11. Этиленовые углеводороды (алкены). Углеводороды с двумя двойными связями (алкадиены)

Гомологический ряд алкенов. Систематическая номенклатура ИЮПАК, рациональная номенклатура. Изомерия в ряду алкенов: изомерия углеродного скелета, позиционная изомерия (изомерия положения), конфигурационная (цис-транс- или E,Z-) изомерия, межклассовая изомерия. Строение алкенов. Природа C=C связи (sp²-гибридизация). Термодинамическая устойчивость алкенов. Физические свойства алкенов.

Способы получения алкенов: а) каталитическое дегидрирование алканов, крекинг фракции сырой нефти; б) гидрирование диенов; в) восстановление алкинов натрием в жидком аммиаке, диимидом; г) дегидрогалогенирование моногалогенпроизводных углеводородов; д) дегалогенирование вицинальных дигалогеналканов; е) дегидратация спиртов; ж) реакция Виттига; з) термическое разложения четвертичных аммониевых оснований (правило Гофмана).

Реакции электрофильного присоединения к олефинам: присоединение галогенов, галогеноводородов, кислот, воды. Механизм реакций электрофильного присоединения: π- и σ-комплексы, классические и ониевые катионы.

Стереохимия электрофильного присоединения. Правило Марковникова и его интерпретация с позиций электронных эффектов. "Нарушение" правила Марковникова под влиянием электроноакцепторных заместителей.

Свободно-радикальное присоединение HBr к несимметричным алкенам (перекисный эффект Карраша-Майо), механизм реакции. Присоединение галогенов по свободно-радикальному механизму. Реакции алкенов по аллильному положению.

Реакции окисления алкенов по Вагнеру, Прилежаеву (реакция эпексидирования), Гарриесу (озонлиз или озонирование). Жесткое окисление алкенов. Гидрирование алкенов.

Радикальная и ионная полимеризация.

Алкадиены. Определение, классификация, изомерия, номенклатура. Важнейшие 1,3-диены: бутадиен, изопрен.

Электронное строение сопряженных диенов: π,π-сопряжение, представления о делокализованных π-молекулярных орбиталях.

Способы получения 1,3-алкадиенов: а) ступенчатое дегидрирование углеводородов; б) дегидратация гликолей; в) дегидратация непредельных спиртов; г) дегидрогалогенирование галогенпроизводных углеводородов; д) метод Лебедева.

Химические свойства 1,3-алкадиенов. Каталитическое гидрирование. Электрофильное присоединение галогенов и галогеноводородов. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Зависимость соотношения продуктов от температуры. Направление присоединения в условиях кинетического и термодинамического контроля. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера).

Полимеризация диенов и ее техническое значение. Природный и синтетический каучук, стереорегулярные полимеры, вулканизация каучука.

Кумулены: электронное и пространственное строение кумуленов на основе представления об sp-гибридизации.

Химические свойства: восстановление, гидратация, димеризация, изомеризация.

Тема 12. Ацетиленовые углеводороды (алкины). Циклические углеводороды (циклоалканы)

Гомологический ряд алкинов. Систематическая номенклатура ИЮПАК, рациональная номенклатура. Изомерия в ряду алкинов: Изомерия углеродного скелета, позиционная изомерия (изомерия положения), межклассовая изомерия.

Строение алкинов. Природа тройной углерод-углеродной связи (sp-гибридизация). Физические свойства алкинов.

Способы получения алкинов: а) получение ацетилена из карбида кальция; б) получение ацетилена при дуговом способе пиролиза метана; в) получение гомологов ацетилена алкилированием ацетиленидов; г) дегидрогалогенирование вицинальных и геминальных дигалогенпроизводных углеводородов; д) дегалогенирование тетрагалогенпроизводных углеводородов.

Химические свойства алкинов: каталитическое гидрирование, гидратация (реакция Кучерова), присоединение галогенов, галогеноводородов, спиртов, карбоновых кислот. Электрофильный и нуклеофильный механизмы присоединения. Димеризация, три- и тетрамеризация ацетилена. Алкины как диенофилы (реакция Дильса-Альдера).

Окислительные превращения алкинов. Кислотные свойства терминальных алкинов, ацетилениды металлов.

Качественные реакции на концевую тройную связь.

Циклоалканы. Классификация алициклов, систематическая номенклатура ИЮПАК. Изомерия в ряду циклоалканов: изомерия углеродного скелета, позиционная изомерия (изомерия положения), конфигурационная (цис-транс- или E,Z-) изомерия, межклассовая изомерия.

Относительная устойчивость циклов, ее анализ на основе представлений о различных типах напряжений: угловое (Байеровское) напряжение, торсионное (Питцеровское) напряжение, напряжение Ван-дер-Ваальса. Пространственное строение малых и средних циклов. Особенности пространственного и электронного строения циклопропанового кольца. Конформации циклогексана ("кресло", "ванна", "твист") и его производных, экваториальные и аксиальные связи в конформации "кресло" циклогексана.

Методы синтеза циклопропана, циклобутана, циклопентана, циклогексана и их производных. Общие и специфические методы получения конкретных циклических систем.

Сравнение химических свойств циклических углеводородов с их ациклическими аналогами. Проявление особенностей строения циклопропана в его химических свойствах. Реакции присоединения. Понятие о полициклических насыщенных углеводородах. Типы бициклических систем: спироновые, конденсированные и мостиковые системы, ансамбли циклов. Каркасные соединения, адамантан. Непредельные циклические углеводороды. Напряженная кратная связь.

Тема 13. Ароматические углеводороды (арены)

Бензол и его гомологи, изомерия, номенклатура. Ароматические углеводороды: моноядерные, многоядерные, небензоидные ароматические соединения.

Способы получения ароматических углеводородов. Современные представления об электронном строении бензола. Ароматичность, ее признаки. Энергия резонанса. Правило Хюккеля. Небензоидные ароматические системы.

Реакции ароматического электрофильного замещения: сульфирование, нитрование, галогенирование, алкилирование, ацилирование. Механизм реакции: π - и σ -комплексы. Энергетический профиль реакции. Принцип Хеммонда.

Протонные кислоты и кислоты Льюиса как катализаторы электрофильного замещения. Влияние заместителей в бензольном кольце на изомерный состав продуктов и скорость реакции. Правила ориентации. Согласованная и несогласованная ориентация. Реакции радикального замещения и присоединения. Гидрирование, галогенирование, озонолиз бензола и его гомологов. Реакции окисления.

Алкилбензолы. Способы получения с использованием реакций алкилирования, Вюрца-Виттига. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце. Реакции радикального замещения в боковой цепи, бензильная π -система. Относительная устойчивость бензильного радикала. Окислительные превращения алкилбензолов, реакции дегидрирования. Дифенил- и трифенилметаны, их синтез реакцией Фриделя-Крафтса, восстановлением триарилкарбинолов и галогенидов. Кислотные свойства углеводородов, шкала C-H -кислотности. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, антрацен, фенантрен.

Тема 14. Галогенпроизводные углеводородов. Спирты. Амины

Способы образования связи C-Hal : 1) получение из алканов; 2) присоединение Hal_2 и HHal к алкенам, гидробромирование алкенов в присутствии перекисных соединений, замещение атома водорода на галоген в аллильном положении; 3) присоединение Hal_2 и HHal к алкинам; 4) присоединение Hal_2 и HHal к алкадиенам; 5) получение из спиртов: замещение OH группы спиртов с использованием галогеноводородов, галогенидов фосфора (III) и (V), тионилхлорида; 6) реакция Хундликера; 7) реакция Финкельштейна.

Строение и физические свойства галогенпроизводных углеводородов.

Моногалогенпроизводные алифатических углеводородов, изомерия и номенклатура.

Химические свойства галогеналканов. Восстановление H_2 и HI . Взаимодействие с активными металлами. Образование металлорганических соединений, реакция Вюрца.

Реакции нуклеофильного замещения атома галогена. Взаимодействие с O- , S- , N- , C- нуклеофилами: а) гидролиз галогеналканов, реакции с алколатами металлов, с солями карбоновых кислот; б) реакции с H_2S , NaSH , тиолами металлов, тиолами; в) взаимодействие с аминами (реакция Гофмана); г) реакции с амбидентными нуклеофилами (NaNO_2 , цианидами металлов); д) реакции с ацетиленидами металлов, натрмалоновым эфиром и другими C- нуклеофилами; е) реакция Финкельштейна.

Представления о механизмах мономолекулярного (SN_1) и бимолекулярного (SN_2) нуклеофильного замещения. Переходные состояния, интермедиаты. Влияние различных факторов на реакционную способность галогеналканов. Энергетический профиль, скорость и стереохимия SN_1 и SN_2 реакций.

Реакции отщепления (элиминирования), механизм реакций E_1 , E_2 , E1cb , правило Зайцева.

Ароматические галогенпроизводные и галогенпроизводные непредельных углеводородов, методы их получения и химические свойства.

Спирты. Определение. Классификация, изомерия, номенклатура (ИЮПАК, карбинольная, спиртовая, тривиальная).

Предельные одноатомные спирты. Методы получения: 1) гидролиз алкилгалогенидов; 2) гидратация алкенов; 3) реакции металлорганических соединений с альдегидами, кетонами, сложными эфирами, оксидными; 4) окисление реактивов Гриньяра; 5) каталитическое восстановление карбонильных соединений водородом; 6) восстановление карбонильных соединений комплексными гидридами щелочных металлов; 7) расщепление простых эфиров; 8) промышленные синтезы метанола и этанола.

Электронное строение O-H связи. Физические свойства спиртов. Водородная связь в спиртах и ее проявление в спектральных характеристиках и физических свойствах.

Химические свойства спиртов: а) кислотно-основные свойства спиртов, получение алколатов и их использование в органическом синтезе; б) замещение OH группы в реакциях с тионилхлоридом, галогенидами фосфора (III) и (V); в) реакции этерификации с минеральными и органическими кислотами, механизм реакции; г) реакции внутримолекулярной дегидратации; д) присоединение спиртов к ацетиленам; е) дегидрирование спиртов; ж) реакции окисления спиртов.

Предельные многоатомные спирты: гликоли и триолы. Виниловый, аллиловый и бензиловый спирт.

Амины. Классификация, номенклатура. Способы получения: 1) нуклеофильное замещение у галогенпроизводных алифатических и ароматических углеводородов (реакция Гофмана); 2) реакции восстановления нитросоединений (реакция Зинина); 3) восстановление амидов; 4) гипогалогенитная реакция (по Гофману); 5) восстановление нитрилов и изонитрилов.

Электронное строение аминогруппы, зависимость от природы радикалов, связанных с атомом азота. Пространственное строение аминов. Физические свойства, их связь со способностью аминов к образованию водородных связей.

Химические свойства. Основность и кислотность аминов, зависимость от природы радикалов. Взаимодействие с электрофильными реагентами: алкилирование, гидроксиалкилирование, ацилирование; взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление алифатических и ароматических аминов. Образование иминов. Четвертичные аммониевые соли. Ароматические амины.

Тема 15. Карбонильные соединения

Классификация карбонильных соединений, систематическая номенклатура IUPAC и рациональная номенклатура. Электронное строение карбонильной группы, распределение электронной плотности в ней. Способы получения альдегидов: 1) озонлиз алкенов с последующим восстановительным расщеплением озонидов; 2) оксосинтез (гидроформилирование алкенов); 3) гидролиз дигалогенпроизводных; 4) окисление или каталитическое дегидрирование первичных спиртов; 5) окислительное расщепление гликолей; 6) пиролиз кальциевых или бариевых солей карбоновых кислот (с участием соли муравьиной кислоты); 7) пиролиз кислот в виде паров над оксидами; 8) восстановление ацилхлоридов по Розенмунду; 9) промышленное получение формальдегида, ацетальдегида (Вакер-процесс); 10) уксусный альдегид гидратацией ацетилена, из этиленгликоля, изомеризацией оксида этилена; 11) формальдегид каталитическим окислением метана.

Способы получения кетонов: 1) озонлиз алкенов и разложение озонидов; 2) жесткое окисление алкенов; 3) гидратация алкинов; 4) ацилирование бензола и алкилбензолов в присутствии хлорида алюминия; 5) окисление или каталитическое дегидрирование вторичных спиртов; 6) пиролиз кальциевых или бариевых солей карбоновых кислот; 7) пиролиз кислот в виде паров над оксидами; 8) расщепление бета-кетоефиров.

Химические свойства. Реакции нуклеофильного присоединения. Общие представления о механизме нуклеофильного присоединения по карбонильной группе альдегидов и кетонов. Кислотный и основной катализ. Взаимодействие с гетероатомными нуклеофилами: присоединение воды, спиртов, тиолов, бисульфита натрия, пятихлористого фосфора. Взаимодействие с N-нуклеофилами: образование оксимов, гидразонов, реакции с первичными (образование оснований Шиффа) и вторичными (образование енаминов и аминалей) аминами. Оксимы, гидразоны, азины, фенилгидразоны, семикарбозоны. Реакция Кижнера. Реакции с C-нуклеофилами: присоединение синильной кислоты, металлоорганических соединений.

Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений: енолизация альдегидов и кетонов в реакциях галогенирования, галоформное расщепление, алкилирование. Альдольно-кетоновая конденсация альдегидов и кетонов, ее механизм в условиях кислотного и основного катализа. Конденсация Кляйзена-Шмидта. Конденсация альдегидов и кетонов с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (Конденсация Кневенагеля).

Реакции окисления альдегидов и кетонов (правило Попова). Реагенты окисления. Окисление кетонов перекислотами по Байеру-Веллигеру. Диспропорционирование альдегидов по Канницаро. Каталитическое гидрирование карбонильных соединений до спиртов, реагенты восстановления и катализаторы (комплексные гидриды металлов, спирты в присутствии алкоголятов алюминия и др.). Восстановление C=O группы до CH₂ - группы: реакции Кижнера-Вольфа и Клемменсена. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах и кетонах. α,β -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсации, окисление аллиловых спиртов и др. Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, аминов, цианистого водорода, галогеноводородов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль). Восстановление α,β -непредельных карбонильных соединений.

Тема 16. Карбоновые кислоты. Оксикарбоновые кислоты. Аминокислоты

Гомологический ряд предельных одноосновных карбоновых кислот, их изомерия и номенклатура (ИЮПАК, рациональная и тривиальная). Природные источники карбоновых кислот. Методы получения карбоновых кислот: 1) окисление различных углеводородов; 2) окисление первичных спиртов; 3) окисление альдегидов; 4) карбоксилирование Mg- и Li-органических соединений; 5) карбонилирование алкенов; 6) синтезы с малоновым эфиром; 7) гидролиз различных функциональных производных карбоновых кислот; 8) реакция Арндта-Эйстера; 9) галоформная реакция для метилкетонов; 10) реакция Канницаро.

Физические свойства карбоновых кислот и их производных. Водородные связи и образование димерных ассоциатов. Электронное строение карбоксильной группы и карбоксилат-иона. Химические свойства карбоновых кислот. Кислотность, ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильной цепи или бензольном ядре. Реакции карбоновых кислот с металлами, их оксидами и гидроксидами, карбонатами, алкоголятами, аммиаком. Взаимодействие с SOCl₂, PCl₅, PCl₃, PBr₃, POCl₃, Cl₂. Реакция Гелль-Фольгарда-Зелинского. Восстановление LiAlH₄. Реакция этерификации (с механизмом). Действие водоотнимающих веществ на карбоновые кислоты.

Функциональные производные карбоновых кислот, номенклатура. Взаимопревращение карбоновых кислот и их производных.

Соли карбоновых кислот. Методы их получения. Химические свойства: реакция декарбоксилирования (реакция Дюма), анодное окисление карбоксилат-анионов (реакция Кольбе), реакция Бородина-Хундликера, взаимодействие с PCl_5 , с галогенангидридами карбоновых кислот. Пиролиз кальциевых и бариевых солей, солей аммония. Практическое использование солей карбоновых кислот. Мыла.

Галогенангидриды карбоновых кислот. Методы их получения. Использование галогенангидридов в качестве ацилирующих реагентов, реакции с нуклеофилами: водой (гидролиз), спиртами (алкоголиз), алколятами, солями карбоновых кислот, аммиаком, первичными и вторичными аминами (аминолиз). Восстановление по Розенмунду и комплексными гидридами металлов. Взаимодействие с реактивами Гриньяра. Реакция Арндта-Эйстера. Ангидриды карбоновых кислот. Методы получения. Ацилирующие свойства: реакции с H_2O , ROH , NH_3 , RNH_2 .

Сложные эфиры. Методы их получения. Реакция этерификации. Гидролиз эфиров, роль кислотного и основного катализа, механизмы реакций. Реакция переэтерификации. Реакция аммонолиза и аминолиза. Каталитическое гидрирование, восстановление комплексными гидридами металлов. Взаимодействие с реактивами Гриньяра. Сложноэфирная конденсация Кляйзена. Амиды карбоновых кислот. Методы получения. Кислотный и основной гидролиз амидов. Дегидратация амидов. Реакция алкоголиза. Восстановление амидов. Взаимодействие с гипогалогенидами и перегруппировка Гофмана.

Нитрилы карбоновых кислот. Методы получения. Взаимопревращения амидов и нитрилов. Реакция гидролиза. Восстановление нитрилов. Взаимодействие с реактивами Гриньяра.

Двухосновные карбоновые кислоты. Номенклатура и классификация. Методы синтеза: окисление циклоалканов, алициклических спиртов и кетонов, ароматических и алкилароматических углеводородов, гидролиз динитрилов, синтеза с использованием малонового эфира. Химические свойства. Кислотные свойства и их зависимость от взаимного расположения карбоксильных групп. Поведение при нагревании. Образование производных по одной и обоим карбоксильным группам, смешанные производные. Химические свойства щавелевой, малоновой, янтарной и глутаровой кислот. Свойства малонового эфира и его синтетическое использование.

Непредельные дикарбоновые кислоты.стереоизомерия и взаимопревращения малеиновой и фумаровой кислот, проявление стереоизомерии в различиях их химических свойств. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и его использование в синтезе.

Тема 17. Углеводы. Моно-, ди- и полисахариды

Углеводы. Классификация, строение, номенклатура. Методы синтеза оксиксо-соединений различных типов. Гликолевый и глицериновый альдегиды; диоксиацетон. Оптическая изомерия глицеринового альдегида. Общие и особые свойства оксиксо-соединений. Оксо-цикловольная таутомерия. Полуацетали фуранозного и пиранозного типа. Тетрозы. Пентозы. Гексозы. Моносахариды. Генетический ряд сахаров, альдозы и кетозы, пентозы и гексозы, взаимные переходы между ними. Переходы моноз от высших к низшим и обратно. Общие и специфические свойства альдоз и кетоз, пентоз и гексоз. Открытые формы Фишера и циклические Колли-Толленса, их графическое изображение по Фишеру и Хеуорсу. Оксоцикловольная таутомерия сахаров и явление мутаротации: фуранозы и пиранозы. Гликозидный гидроксил и гликозидная связь; аномеры и аномерный эффект. Агликоны. Эпимеры и эпимеризация. Установление строения и конфигурации моноз. Отдельные представители моноз: дезоксирибоза, рибоза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, манноза, галактоза, фруктоза. Виды брожения сахаров.

Дисахариды. Классификация: невосстанавливающие (трегалоза, сахароза) и восстанавливающие (мальтоза, целлобиоза, лактоза) биозы. Доказательство их строения, типы связей моносахаридных остатков. Инверсия сахарозы. Общие и специфические свойства биоз. Полисахариды. Пентозаны (гемиделлюлоза), гексозаны (крахмал, гликоген, целлюлоза), их строение и свойства. Пути рационального использования полисахаридов. Целлюлозная промышленность и химия клетчатки. Искусственное волокно.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия -

<http://chemistry-chemists.com/forum/viewtopic.php?f=9&t=18&p=1928#p1928>

Кузнецов Д.Г. Органическая химия - <https://e.lanbook.com/book/72988>

Образовательные ресурсы УрФУ - <http://media.ls.urfu.ru/chemistry/>

Образовательный портал по химии - <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2123.html>

Образовательный портал по химии - <http://www.chemieman.ru/chemie-99.html>

Образовательный портал по химии - http://www.alhimik.ru/compl_soed/gl_1.htm

Тюкавкина Н.А. Органическая химия - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970432921.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Работа с конспектом лекций. В конце каждого учебного дня необходимо просматривать конспекты лекций, отмечая материал, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.
лабораторные работы	Подготовка к лабораторным работам осуществляется студентами самостоятельно и заблаговременно. Проведение химического эксперимента связано с повышенной опасностью, поэтому работать в лаборатории можно только после изучения правил работы в химической лаборатории, технике безопасности, содержания и порядка выполнения лабораторной работы, изложенных в руководстве. Студент должен чётко знать и представлять, какая химическая посуда и какие реактивы необходимы для выполнения каждого опыта, знать физико-математические формулы для расчётов, уметь записывать уравнения всех проводимых химических реакций. Студент, теоретически не подготовленный к лабораторной работе, не допускается к её выполнению. Начинать работу можно только с разрешения преподавателя и в специальной одежде (халат, в некоторых случаях - перчатки, очки, респиратор).
самостоятельная работа	Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, лабораторным работам; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, выполнению тестовых заданий и сдаче экзамена. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимую для освоения настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять заранее на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.
экзамен	Успешная подготовка к экзамену возможна лишь в случае систематической самостоятельной работы в ходе всего семестра. Непосредственно перед экзаменом необходимо прочитать все конспекты лекций, освежить в памяти лабораторные опыты и решения типовых задач. При решении заданий в экзаменационном билете для рационального использования отведённого времени лучше вначале ответить на вопросы, которые вызывают меньше всего затруднений, решить расчётные задачи, а после вернуться к заданиям повышенной сложности.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Специализированная лаборатория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 06.03.01 "Биология" и профилю подготовки "Биология".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. - 13-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 744 с. - ISBN 978-5-507-45394-8. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/267359> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Павлов, Н. Н. Общая и неорганическая химия : учебник для вузов / Н. Н. Павлов. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 496 с. - ISBN 978-5-8114-8579-6. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/177840> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Методическое пособие по общей химии : для самостоятельной работы студентов / Казан. гос. ун-т ; [сост.: С. С. Бабкина и др. ; науч. ред. проф. Н. А. Улахович] .- Казань : Казанский государственный университет, 2009 .- 132 с. 289экз
4. Тюкавкина, Н. А. Органическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина [и др.] ; под ред. Н. А. Тюкавкиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 640 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-4922-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970449226.html> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа : по подписке.
5. Кузнецов, Д. Г. Органическая химия : учебное пособие / Д. Г. Кузнецов. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 556 с. - ISBN 978-5-8114-1913-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212297> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 176 с. - ISBN 978-5-9704-5600-2. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970456002.html> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа : по подписке.

Дополнительная литература:

1. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии : учебное пособие для студентов нехимических специальностей высших учебных заведений / Н.Л. Глинка ; под ред. к.х.н. В.А. Рабиновича и к.х.н. Х.М. Рубиной .- Изд. стер. - Москва : Интеграл-Пресс, 2008 .- 240 с. 275экз
2. Пузаков, С. А. Химия : учебник / Пузаков С. А. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2006. - 640 с. - ISBN 5-9704-0198-6. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970401986.html> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа : по подписке.
3. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : учебник / Н. А. Тюкавкина, Ю. И. Бауков, С. Э. Зурабян. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2024. - 416 с. - ISBN 978-5-9704-8434-0. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970484340.html> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа : по подписке.

4. Тюкавкина, Н. А. Биоорганическая химия : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / под ред. Н. А. Тюкавкиной - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-4209-8. - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442098.html> (дата обращения: 17.01.2025). - Режим доступа : по подписке.

6. Тюкавкина Н.А., Биоорганическая химия: руководство к практическим занятиям : учебное пособие / Под ред. Н.А. Тюкавкиной - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 168 с. - ISBN 978-5-9704-2625-8 - Текст : электронный // ЭБС 'Консультант студента' : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970426258.html> (дата обращения: 02.02.2024). - Режим доступа : по подписке.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 06.03.01 - Биология

Профиль подготовки: Биология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.