

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Органическая химия

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Направленность образовательной программы

Неорганическая химия

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.03.07 Органическая химия относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	ОПК-1.1: Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов. ОПК-1.2: Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	ОПК-1.1: Уметь синтезировать различные химические соединения и композиции и проводить их качественный и химический анализ с использованием химических и физико-химических методов; на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности. Знать о главных задачах и объектах исследования органической химии как науки, ее междисциплинарных связях; о составе, строении и свойствах основных классов органических соединений, механизмах реакций; о принципах и приемах органического синтеза; о методах идентификации, очистки и разделения органических соединений. Владеть экспериментальными методами синтеза и определения физико-химических свойств химических соединений; методами математического планирования экспериментов и обработки полученных результатов; методиками анализа полученных результатов эксперимента.	Задания Коллоквиум	Экзамен: Контрольные вопросы

		<p>ОПК-1.2:</p> <p>Уметь реализовывать современный подход к синтезу новых органических и элементоорганических соединений.</p> <p>Знать методики моделирования в современных синтезах с использованием концепции «структура-свойства».</p> <p>Владеть современными приемами синтеза органических соединений и контроля их чистоты.</p>		
<p>ОПК-3: Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием, используя современное программное обеспечение и базы данных профессионального назначения</p>	<p>ОПК-3.1: Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.</p>	<p>ОПК-3.1:</p> <p>Уметь прогнозировать направление и результат физико-химических процессов и химических превращений органических веществ.</p> <p>Знать природу органических реакций и механизмов их протекания с учетом кинетического и термодинамического подходов к описанию химических процессов с целью оптимизации условий их практической реализации.</p> <p>Владеть экспериментальными методами математического планирования экспериментов и обработки полученных результатов; методиками анализа полученных результатов эксперимента.</p>	<p>Задания</p> <p>Коллоквиум</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>
<p>ОПК-4: Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач</p>	<p>ОПК-4.1: Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p>ОПК-4.1:</p> <p>Уметь пользоваться учебной, научной, научно-популярной и справочной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности;</p> <p>Знать основные физические и химические законы и их применение для планирования опыта, прогнозирования и объяснения свойств получаемых соединений,</p>	<p>Задания</p> <p>Коллоквиум</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

		<p>организации эксперимента.</p> <p>Владеть навыками</p> <p>составления названий</p> <p>органических соединений;</p> <p>составления структурных</p> <p>формул органических</p> <p>соединений, схем и механизмов</p> <p>органических реакций;</p> <p>прогнозирования физических и</p> <p>химических свойств</p> <p>органических соединений;</p> <p>очистки органических</p> <p>веществ методами</p> <p>кристаллизации, перегонки и</p> <p>экстракции; определения</p> <p>физических констант</p> <p>органического вещества -</p> <p>плотности, показателя</p> <p>преломления, температур</p> <p>плавления и кипения;</p> <p>планирования и проведения</p> <p>органического синтеза;</p> <p>идентификации органических</p> <p>соединений посредством</p> <p>элементного,</p> <p>функционального и</p> <p>спектрального анализ.</p>		
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	8
Часов по учебному плану	288
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	128
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	64
- КСР	4
самостоятельная работа	20
Промежуточная аттестация	72
	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0	0 ф 0
Тема 1 Введение. Основные понятия органической химии. Электронные представления в органической химии. Основные понятия о реакционной способности органических соединений.	36	24	8	32	4
Углеводороды. Предельные углеводороды. Непредельные углеводороды. Ацетиленовые углеводороды. Диеновые углеводороды. Соединения циклического ряда. Ароматичность, ароматические соединения ряда бензола и небензоидные системы. Полиядерные ароматические соединения.	44	24	16	40	4
Гомофункциональные производные углеводородов. Галогенпроизводные углеводородов. Гидроксипроизводные углеводородов. Простые эфиры. -Оксиды алкенов. Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты и их производные. Нитросоединения. Амины. Диазосоединения. Азосоединения.	44	24	16	40	4
Гетерофункциональные производные углеводородов. Монокарбоновые гидроксикислоты. Дикарбоновые гидроксикислоты. Ароматические гидроксикислоты. Альдегидо- и кетокислоты. Аминокислоты. Углеводы.	40	28	8	36	4
Гетероциклические соединения.	30	20	8	28	2
Некоторые аспекты природных соединений.	18	8	8	16	2
Аттестация	72				
КСР	4			4	
Итого	288	128	64	196	20

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Введение. Основные понятия органической химии

Предмет органической химии, сравнительная характеристика органических и неорганических (минеральных) веществ. Источники органических соединений. Виталистическая теория образования органических продуктов. Работы Велера, Дюма. Радикальная "дуалистическая теория". Теория типов Жерара. Установление четырехвалентности углерода (Кекуле). Теория химического строения, роль А.М.Бутлерова в ее создании. Структурные формулы, изомерия. Углеводородный радикал, функциональная группа. Химические и физические методы установления строения. Пространственное строение органических соединений. Теория тетраэдрического атома углерода (Вант-Гофф, Ле-Белль). Пространственное строение метана и его гомологов. Строение алкенов, геометрическая (цис-, транс-) изомерия. Оптически активные вещества. Номенклатура органических соединений.

Электронные представления в органической химии

Электронная теория химической связи. Октетная теория (электровалентная, ковалентная, донорно-акцепторная связь). Строение электронных оболочек атомов элементов первого и второго периодов. Валентные возможности атомов (Li, N, O, др.). Типы гибридизации. Валентные состояния атома углерода. Обоснование пространственной направленности химических связей атома углерода. - и - связи. Орбитальные модели важнейших молекул: метан, этан, ацетилен, аллен, дивинил, бензол.

Электронные взаимодействия в органических молекулах. Полярность ковалентной связи.

Индукционный эффект. Поляризуемость галоген-углерод связи. Электромерные (таутомерные) эффекты

в соединениях с двойной связью ($>C=O$, $>C=N$ и др.). Типы сопряжений: - сопряжение (дивинил), - сопряжение (винилфторид, винилхлорид, амиды), - сопряжение.

Основные понятия о реакционной способности органических соединений

Классификация органических реакций. Промежуточные частицы и механизм реакций. Гомолитический разрыв ковалентной связи. Строение, стабильность, пути генерирования и реакционная способность свободных радикалов. Гетеролитический разрыв связи. Карбокатионы, карбоанионы, их строение, стабильность, пути генерирования и реакционная способность. Карбены, методы получения, реакционная способность. Концепция кислотности и основности по Бренстеду и Льюису.

Нуклеофильные и электрофильные реагенты. Нуклеофильность и основность.

2. Углеводороды.

Предельные углеводороды (парафины, алканы)

Гомологический ряд метана. Номенклатура. Природа C-C и C-H связей (σ-связь). Конформации алканов. Получение парафинов, основные промышленные источники. Синтетические способы получения: прямой синтез из элементов, получение синтетического бензина по Тропшу и Фишеру, гидрирование алкенов, восстановление алкилгалогенидов. Получение алканов через металлоорганические соединения: реакция Гриньяра, реакция Вюрца. Синтез Кольбе, декарбоксилирование натриевых солей карбоновых кислот. Метод Н.М.Кижнера. Химические свойства алканов. Термическое разложение (крекинг, пиролиз, риформинг), реакция изомеризации, реакция дегидрирования и ароматизации (Н.Д.Зелинский, А.Ф.Платэ, Б.А.Казанский и др.). Реакционная способность C-H связей в алканах. Цепные свободно-радикальные реакции, их закономерности (галогидирование, сульфохлорирование, нитрование по Коновалову, окисление). Промышленное использование этих реакций. Основные пути промышленной переработки метана.

Непредельные углеводороды (олефины, алкены)

Природа двойной связи (π-связь). Номенклатура алкенов. Цис-, транс- и Z,E-изомерия. Методы определения конфигурации. Физические свойства алкенов. Получение алкенов из алканов, спиртов, галогидных алкилов, 1,2-дигалогенпроизводных. Правило А.М.Зайцева. Образование алкенов из сложных эфиров ксантогеновых кислот (метод Л.А.Чугаева), распадом четвертичных аммониевых оснований (метод Гофмана), по реакции трифенилфосфинметилена с карбонильными производными (метод Г.Виттига). Химические свойства алкенов. Электрофильное присоединение галогенов, галогеноводородов. Правило В.Марковникова и его современное обоснование. Обращенное присоединение HBr, правило Хараши. Сопряженное присоединение хлора в воде. Кислотная гидратация. Окисление алкенов: Реакция Е.Е.Вагнера, реакция Н.Прилежаева, деструктивное окисление двойной связи. Реакция озонолиза. Каталитическое гидрирование. Реакции алкенов с сохранением двойной связи (аллильное бромирование и окисление). Делокализация электрона в аллильном радикале. Реакция полимеризации (анионная, катионная, радикальная). Полимеризация этилена (при высоком давлении и по методу Циглера). Реакция теломеризации (работы А.Н.Несмеянова, Р.Х.Фрейдлиной). Алкилирование алкенами алканов и аренов. Оксосинтез (присоединение CO). Главные пути промышленной переработки этилена, пропилена, бутилена и других олефинов.

Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Изомерия, номенклатура. Природа тройной связи и энергия ее образования. Термодинамические особенности ацетилена. Синтезы ацетилена в промышленности, методы введения тройной связи. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения галогенов, галогеноводородов, нуклеофильное присоединение воды (реакция М.Г.Кучерова), спиртов, карбоновых кислот, цианистого водорода. Реакция гидрирования. Реакция подвижного водорода ацетилена: ацетилениды металлов, магниорганические производные ацетилена (Ж.И.Иоцич). Реакции конденсации ацетилена с карбонильными соединениями (А.Е.Фаворский). Реакции ди-, три-, тетрамеризации ацетилена в винилацетилен, бензол, циклооктатетраен. Получение хлоропрена. Реакции оксосинтеза. Промышленное использование ацетилена.

Диеновые углеводороды (алкадиены)

Классификация, изомерия, номенклатура. 1,2-Диены. Получение и свойства. Геометрия молекулы

аллена. Реакции присоединения галогенов, галогеноводородов, воды. Изомеризация алленов. 1,3-Диены. Дивинил, изопрен. - сопряжение. Промышленные методы получения дивинила, изопрена, диметилдивинила, хлоропрена по Лебедеву, на основе ацетиленов (А.Е.Фаворский, В.Реппе), метод Принса. Химические свойства сопряженных диенов. 1,4 и 1,2- присоединение. Электрофильное присоединение брома, HCl. Диеновый синтез Дильса-Альдера, диены и диенофилы. Взаимодействие диенов с SO₂. Гидрирование диенов. Полимеризация диенов (свободнорадикальная, ионная). Типы природных и синтетических каучуков (Б.А.Долгопоск).

Соединения циклического ряда (циклоалканы, нафтенны)

Номенклатура, изомерия, классификация. Способы получения циклических производных: из дигалогенпроизводных, из солей дикарбоновых кислот по методу В.Х.Перкина, из функциональных циклических соединений (аминопроизводные, спирты, кетоны). Специфические методы замыкания 3- и 4-членных циклов. Методы замыкания 5- и 6-членных циклов. Стереохимия циклов. Напряжение угловое и торсионное. Конформации «кресла» и «ванны». Связи аксиальные и экваториальные. Стереои́зомерия дизамещенных производных циклопропана, моно- и дипроизводных циклогексана. Реакционная способность циклических соединений. Особый характер связей в циклопропане. Реакции гидрирования, галогенирования, присоединения галогеноводородов к малым циклам. Важнейшие представители алициклов, их получение, свойства, применение. Циклопропан, циклобутан, циклопентан, циклогексан. Циклоалкены, циклоалкадиены: циклопентен, циклопентадиен, циклогексен, циклогептатриен, циклооктатетраен. Диеновые синтезы с участием циклобутадиена, циклопентадиена. Ферроцен. Подвижность водорода циклопентадиена, фульвены. Полициклические соединения.

Ароматичность, ароматические соединения ряда бензола и небензоидные системы

Номенклатура, особенности изомерии, строение молекулы бензола, доказательства равноценности углерод-углеродных связей в бензольном кольце. Условия ароматического состояния (правило Хюккеля). Примеры небензоидных ароматических систем. Получение ароматических углеводородов в промышленности. Химические свойства ароматических углеводородов. Реакции, приводящие к неароматическим углеводородам: гидрирование, получение гексахлорциклогексана, озонлиз бензола и о-ксилола, окисление бензола в малеиновый ангидрид. Реакции электрофильного замещения в ароматическом ядре: нитрование, сульфирование, галогенирование, алкилирование, ацилирование. Типы промежуточных соединений при электрофильном замещении (σ- и π-комплексы), доказательства их существования. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей (ориентанты I и II рода) и механизм их действия на направление и скорость электрофильного замещения в ядре бензола. Индуктивное и мезомерное влияние заместителей. Правила ориентации. Согласованная и несогласованная ориентация. Типы электрофильных реагентов. Протонирование бензольного ядра (основность бензола и алкилбензолов) и дейтерообмен. Промышленные пути переработки бензола и некоторых его производных.

Полиядерные ароматические соединения

Соединения ряда дифенила. Методы получения дифенила и его производных: пиролиз бензола, реакция Гриньяра-Вюрца, бензидиновая перегруппировка, реакция Ульмана. Сравнение поведения дифенила и бензола в реакциях электрофильного замещения. Дифеновая кислота, стереоизомерия. Соединения ди- и трифенилметанового ряда. Методы синтеза (по Фриделю-Крафтсу, через реактив Гриньяра). Флуорен, подвижность атома водорода в CH₂ группе. Трифенилметильный катион и анион, влияние заместителей в бензольном кольце на их устойчивость. Получение и свойства трифенилметилнатрия и трифенилхлорметана. Красители трифенилметанового ряда. Лейкооснование, красящая соль, фуксин, кристаллический фиолетовый, малахитовый зеленый. Фенолфталеин. Дибензил, ДДТ, гексафенилэтан. Трифенилметильный радикал. Реакции гексафенилэтана с кислородом, металлическим натрием. Конденсированные ароматические системы. Нафталин, доказательства его строения, реакционная способность. Восстановление нафталина до тетралина и декалина. Реакции окисления, электрофильного замещения (галогенирование, нитрование, сульфирование, ацилирование). Антрацен. Строение, способы получения. Физические и химические свойства. Реакции гидрирования, окисления, галогенирования, реакция с малеиновым ангидридом. Антрахинон. Фенантрен. Строение. Реакции восстановления,

окисления, галоидирования.

3. Гомофункциональные производные углеводов

Галогенпроизводные углеводов

Моногалогеналканы. Номенклатура. Способы получения: галогенирование предельных углеводов, замещение гидроксильной группы в спиртах на галоген, присоединение галогенов и галогеноводородов к алкенам, реакция Бородина-Хунсдиккера, обменные реакции синтеза фторпроизводных. Химические свойства. Реакция гидролиза. Механизм нуклеофильного замещения SN1 и SN2. Влияние строения органического радикала, нуклеофила, растворителя на скорость реакции. Неопентильная перегруппировка, ее механизм. Другие реакции нуклеофильного замещения алкилгалогенидов в синтезе алкилйодидов, простых и сложных эфиров, нитросоединений, пероксидов, сульфидов, аминов, нитрилов, алкинов. Реакция элиминирования галогеноводородов, механизм E1 и E2. Сравнение реакций элиминирования и нуклеофильного замещения. Реакции восстановления алкилгалогенидов. Взаимодействие с металлами (Li, Na, Mg, Zn). Качественные реакции на галогенуглеводороды (проба Бейльштейна, AgNO₃).

Дигалогеналканы. Классификация, номенклатура. Получение геминальных дигалогеналканов из алкинов и оксосоединений, вицинальных дигалогеналканов из алкенов и гликолей, 1,3-дигалогеналканов из диолов. Химические свойства: гидролиз, реакции нуклеофильного замещения, дегидрогалогенирование. Применение 1,2-дихлорэтана.

Полигалогеналканы. Отдельные представители, способы их промышленного получения и применение. CCl₄, гексахлорэтан, хлороформ, бромформ, йодформ. Перфторалканы, фреоны.

Галогенпроизводные непредельных углеводов. Классификация, номенклатура. Получение винилхлорида из этилена, ацетилен, 1,1 и 1,2-дихлорэтана. Получение аллилгалогенидов из пропилена высокотемпературным хлорированием, бромированием N-бромсукцинимидом. Химические свойства. Особенности винильного и аллильного галоида. Гидрирование, галогенирование, присоединение галогеноводородов, окисление, получение магнийорганических соединений. Винилхлорид, его промышленное получение, применение (ПВХ, перхлорвиниловая смола). Аллилхлорид.

Непредельные полигалогеналканы. Дихлорэтилен, хлористый винилиден, перхлорэтилен, хлорпроизводные ацетилен, способы получения, применение. Фторпроизводные алкенов, получение, тетрафторэтилен, его полимеризация, тефлон.

Ароматические галогенпроизводные. Классификация, номенклатура. Способы получения: прямое взаимодействие галогена с ароматическим углеводородом (галоидирование ядра и боковой цепи), через соли диазония, реакция хлорметилирования. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения (нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование, галоидирование), направляющее действие галогена. Реакции нуклеофильного замещения, подвижность галогена в галогеннитросоединениях. Взаимодействие ароматических галогенпроизводных с металлами.

Гидроксипроизводные углеводов

Предельные одноатомные спирты. Классификация, номенклатура. Промышленные и лабораторные методы получения: омыление галогеналканов, из алкенов (каталитическая гидратация, альфол-процесс), из оксосоединений, кислот, сложных эфиров и хлорангидридов карбоновых кислот (восстановление водородом и алюмогидридом лития, с использованием Zп-органических соединений (А.М.Бутлеров), Mg-органических соединений (В.Е.Тищенко, Е.Е.Вагнер, А.М.Зайцев), из аминов по реакции диазотирования. Физические свойства спиртов, ассоциация, водородная связь. Химические свойства: взаимодействие с металлами и реактивом Гриньяра. Реакции нуклеофильного замещения гидроксильной группы на галоген, сульфо-, алкокси-, амино-группы, реакция этерификации, ее механизм. Реакция дегидратации (правило А.М.Зайцева). Дегидрирование, окисление первичных и вторичных спиртов. Качественные реакции на спирты (с натрием, реактивом Дениже, проба Лукаса, образование сложных эфиров, йодоформная реакция). Отдельные представители, способы их промышленного получения и применения (метанол, этанол, изопропиловый спирт).

Двухатомные спирты (гликоли). Классификация, номенклатура. Общие способы получения: гидролизом дигалогеналканов, из диенов, диаминов, дикарбонильных соединений. Специфические методы

получения -гликолей (из алкенов, -оксидов), пинаконов неполным восстановлением кетонов, - и - гликолей альдольной конденсацией с использованием оксосоединений. Физические свойства диолов. Химические свойства. Замена атома водорода на металл (Na, Cu). Замена OH группы на галоген. Получение простых эфиров, сложных эфиров органических и минеральных кислот. Различного типа дегидратация гликолей, пинаколиновая перегруппировка, ее механизм. Реакции окисления -гликолей тетраацетатом свинца и йодной кислотой. Этиленгликоль, промышленное значение.

Трехатомные спирты. Глицерин. Получение его гидролизом жиров, из пропилена. Физические свойства. Химические свойства: взаимодействие с металлами и солями металлов, дегидратация, галогенирование, окисление, ацилирование, нитрование. Качественные реакции на глицерин. Применение.

Непредельные спирты. Аллиловый спирт, техническое получение и использование. Виниловый спирт. Правило Эльтекова-Эрленмейера. Простые и сложные эфиры винилового спирта и полимеры на их основе.

Фенолы. Классификация, номенклатура. Особенности кето-енольной таутомерии. Промышленные и лабораторные способы получения фенола: щелочная плавка солей сульфокислот, гидролиз хлорбензола, распад кумилгидропероксида, распад солей диазония. Физические свойства фенола. Химические свойства. Реакции гидроксила фенола: кислотные свойства фенола, получение простых и сложных эфиров, окисление. Триалкилфенолы, применение их как антиоксидантов. Свойства ядра фенола: галогенирование, нитрование (пикриновая кислота), сульфирование, карбоксилирование, реакция Реймера-Тимана. Конденсация фенола с формальдегидом. Гидрирование фенола. Качественные реакции на фенол. Главные пути применения фенолов и их эфиров (анизол, фенол, крезолы).

Двухатомные фенолы. Пирокатехин, резорцин, гидрохинон. Получение пирокатехина из фенола и дихлорбензола, резорцина из дисульфобензола, гидрохинона из хинона. Химические свойства. Реакции по OH группе, электрофильное замещение в ядре. Окисление гидрохинона в хингидрон, хинон.

Семихинон – ион-радикал. Ингибирующие свойства двухатомных фенолов.

Трехатомные фенолы. Пирогаллол, флороглюцин, их получение. Таутомерия флороглюцина. Реакции кетонной и енольной форм.

Нафтолы. Синтез - и -нафтолов. Реакции по OH группе, электрофильное замещение в ядре. Использование нафтолов.

Ароматические спирты. Бензиловый спирт. Получение из бензилхлорида и бензальдегида. - Фенилэтиловый спирт. Получение на основе этиленоксида. Использование ароматических спиртов.

Простые эфиры

Получение простых эфиров: из спиртов, по методу Вильямсона из алколюлятов. Физические свойства. Химические свойства: комплексообразование, образование третичных оксониевых солей, реакция с HI, окисление в гидропероксиды. Промышленное получение и использование этилового эфира.

Циклические эфиры: диоксан, тетрагидрофуран, их техническое использование. Эфиры этиленгликоля как растворители.

-Оксиды алкенов

Способы получения и промышленное производство этиленоксида. Окисление алкенов по Н.Прилежаеву, каталитическое окисление алкенов, омыление этиленхлоргидрина. Химические свойства: изомеризация, присоединение воды, галогеноводородов, HCN, спиртов, аммиака, Mg-органических соединений.

Полимеризация.

Карбонильные соединения (оксосоединения)

Альдегиды и кетоны предельного ряда. Номенклатура, классификация, изомерия. Общие и специфические способы получения: окисление углеводов, дегидрирование спиртов, гидратация алкинов (реакция М.Г.Кучерова), сухая перегонка солей карбоновых кислот, синтез посредством металлоорганических соединений, оксосинтез, гидролиз гем-дигалогенпроизводных. Физические свойства. Химические свойства: реакции нуклеофильного присоединения воды, пероксида водорода, перкислот, спиртов, галогеноводородов, HCN, карбоновых кислот и ангидридов, металлоорганических соединений (Zn, Mg, Cd). Реакции с азотсодержащими соединениями с образованием оксимов, гидразонов, семикарбазонов. Бисульфитные производные. Реакции окисления: ионными реагентами

(правило М.Попова – Е.Вагнера для кетонов), окисление кислородом воздуха. Окислительно-восстановительные реакции С.Канниццаро, А.Тищенко, равновесие Г.Мейервейна – К.Пондорфа – Г.Верлея. Реакции восстановления. Альдольная и кротоновая конденсация альдегидов и кетонов. Примеры реакций конденсации, условия их проведения и механизм. Галогенирование альдегидов и кетонов, различное действие галогенирующих реагентов, причины его. Перегруппировка А.Е.Фаворского. Циклоолигомеризация и полимеризация альдегидов (триоксан, паральдегид, параформ). Реакции, отличающие альдегиды от кетонов. Отдельные представители: формальдегид, ацетальдегид, ацетон, их особенности, промышленное производство и применение.

Дикарбонильные соединения предельного ряда. Классификация, номенклатура. -Дикарбонильные соединения, глиоксаль, диацетил. Способы получения. Химические свойства: нуклеофильное присоединение, восстановление, образование производных, внутримолекулярная окислительно-восстановительная реакция С.Канниццаро, специфическая альдольно-кротоновая конденсация, образование комплексов с солями металлов.

-Дикарбонильные соединения, ацетилацетон. Синтез сложно-эфирной конденсацией Р.Л.Клайзена, механизм. Кето-енольная таутомерия. Синтез, строение и реакционная способность натриевого производного ацетилацетона, хелатные производные металлов. -Дикарбонильные соединения, янтарный альдегид, ацетонилацетон, их синтез. Химические свойства, образование гетероциклических производных.

Непредельные альдегиды и кетоны алифатического ряда. Классификация. , -Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Получение их дегидратацией продуктов альдольной конденсации. Акролеин, синтез из глицерина. Кротоновый альдегид, синтез конденсацией ацетальдегида, подвижность атомов водорода метиленовой группы, винилология. Химические свойства: реакции гидрирования, окисления, электрофильного и нуклеофильного присоединения галогенов, галогеноводородов, HCN, Mg-органических соединений. , -Ненасыщенные альдегиды и кетоны.

Кетены. Способы получения: из галогенангидридов -галогенкарбоновых кислот, термолизом ацетона (механизм реакции). Физические свойства. Реакционная способность кетенов: взаимодействие с соединениями, содержащими активный атом водорода, с галогенами, галогеноводородами, магниорганическими соединениями, димеризация кетена. Промышленные синтезы на базе кетена. Ароматические альдегиды. Способы синтеза: омыление 1,1-дигалогенопроизводных, окисление алкилбензолов, прямое формилирование аренов (Л.Гаттерман – Ю.Кох). Химические свойства: автоокисление бензальдегида, его механизм. Реакция С.Канниццаро, реакции конденсации бензальдегида (бензоиновая конденсация, синтез В.Г.Перкина). Реакции электрофильного замещения в ароматическом кольце.

Ароматические кетоны. Получение: окислением гомологов бензола, дегидрированием вторичных спиртов, ацилированием по Ш.Фриделю – Д. Крафтсу, синтезы на базе магний- и кадмийорганических соединений. Физические и химические свойства. Реакции конденсации, восстановление по Э.Х.Клеменсену, замещение -метиленового водорода в жирно-ароматических кетонах.

Перегруппировка Э.О.Бекмана и способы установления ее направления. Фотоинициаторы.

Хиноны. Получение орто- и пара-бензохинонов, нафтохинона. Химические свойства: восстановление, присоединение галогенов, HCl. Получение моно- и диоксимов. Хиноны как диенофилы. Хингидрон, понятие о комплексах с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны, понятие об ион-радикалах. Нафтохинон. Антрахинон, синтез, реакции электрофильного замещения, синтез ализарина как представителя ряда красителей полиароматических соединений.

Карбоновые кислоты и их производные

Монокарбоновые кислоты. Классификация и номенклатура. Общие методы получения: окисление спиртов, альдегидов, кетонов, углеводов, из магний- и литийорганических соединений, гидролиз функциональных производных карбоновых кислот, метод Реппе, синтезы на базе эфиров малоновой кислоты и ацетоуксусного эфира. Физические свойства. Водородная связь. Кислотность и ее связь с электронным строением карбоновых кислот и их анионов, зависимость от характера и положения заместителей в алкильном радикале. Химические свойства: образование солей, декарбоксилирование

солей, электролиз. Специфические реакции: восстановление, действие галогенирующих агентов, образование функциональных производных. Взаимопревращение производных карбоновых кислот как реакция нуклеофильного замещения в ацильной группе. Муравьиная кислота, промышленный метод синтеза (карбонилирование), физические свойства, восстановительные свойства. Уксусная кислота, синтез, применение.

Галогенангидриды карбоновых кислот. Синтез и использование в качестве агентов ацилирования (взаимодействие с водой, спиртами, аммиаком). Ацетилхлорид.

Ангидриды карбоновых кислот. Получение из галогенангидридов, ацилирующая способность, ацилирование спиртов (механизм). Уксусный ангидрид.

Сложные эфиры карбоновых кислот. Получение: ацилированием спиртов, по реакции А.Тищенко, из ангидридов. Гидролиз эфиров, реакция переэтерификации, роль основного и кислотного катализа.

Амиды карбоновых кислот. Синтез из галогенангидридов, сложных эфиров, карбоновых кислот, нитрилов. Отсутствие основных свойств в амидах, явление ассоциации. Химические свойства: гидролиз, взаимодействие с водоотнимающими средствами, алкилирование, восстановление, перегруппировка А.В.Гофмана и ее механизм.

Нитрилы кислот. Получение, свойства (гидролиз, восстановление). Диацилпероксиды и перкислоты. Синтез. Пероксиды как источники свободных радикалов.

Предельные двухосновные кислоты (дикарбоновые кислоты). Классификация, номенклатура. Методы синтеза: окисление циклических кетонов, гидролиз нитрилов, анодный метод А.Кольбе, синтезы с использованием малонового и натрий-ацетоуксусного эфира. Физические свойства. Химические свойства: образование функциональных производных, отношение к нагреванию. Щавелевая кислота, получение из соли муравьиной кислоты, окисление. Малоновая кислота, синтез ее из цианоуксусной кислоты, химические свойства (декарбоксилирование, конденсация с альдегидами). Малоновый эфир и его натриевое производное. Янтарная кислота. Ее синтез. Имид янтарной кислоты, N-бромсукцинимид. Адипиновая кислота. Получение, образование полиамидного волокна.

Непредельные карбоновые кислоты. Классификация, номенклатура. Методы получения: из галогенсодержащих карбоновых кислот, из гидроксикислот, окислением непредельных альдегидов и спиртов, конденсацией альдегидов и кетонов с малоновым эфиром, из непредельных соединений (через магниоорганические соединения и циангидриновым методом). Физические свойства. Химические свойства α -, β -непредельных карбоновых кислот: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов. Гидратация α -, β -, γ - и δ -непредельных карбоновых кислот. Специфические реакции: нуклеофильное присоединение по А.Михаэлю. Акриловая кислота, получение (из пропилена, оксосинтезом, омылением нитрила, дегидратацией молочной кислоты). Акрилонитрил, эфиры акриловой кислоты, полимеры на их основе. Метакриловая кислота, синтез из ацетонциангидрина, полимеры на основе метакриловой кислоты и ее эфиров. Кротоновые кислоты, геометрическая изомерия.

Олеиновая и элаидиновая кислоты, их строение, реакции восстановления, окисления, озонлиза, бромирования. Линолевая, линоленовая кислоты, природные источники, практическое значение.

Фумаровая и малеиновая кислоты, различие в свойствах. Получение фумаровой кислоты из яблочной и малеиновой кислот. Получение малеиновой кислоты окислением бензола, фурфурола, бутена.

Ароматические моно- и дикарбоновые кислоты. Классификация, номенклатура. Способы получения: окислением гомологов бензола, нафталина. Бензойная кислота, физические, химические свойства (образование функциональных производных, реакции электрофильного замещения). Фталевая кислота, фталевый ангидрид, эфиры фталевой кислоты. Бензоилбензойная кислота, фенолфталейн. Имид фталевой кислоты и его использование в синтезах Э.Габриэля. Терфталевая кислота, конденсация ее с этиленгликолем и глицерином.

Нитросоединения

Нитросоединения алифатического ряда. Изомерия и номенклатура. Строение нитрогруппы. Способы получения: из галогеналканов, нитрованием алканов. Физические свойства. Химические свойства: аци-форма нитросоединений (таутомерная форма), образование альдегидов и кетонов из солей

нитросоединений, взаимодействие аци-формы нитросоединений с галогенами (И.И.Бевод), реакция нитрозирования нитросоединений и использование ее для идентификации последних. Восстановление нитросоединений, конденсация с карбонильными соединениями. Нитрометан, получение. Хлорпикрин, получение нитрованием хлороформа. Тетранитрометан.

Ароматические нитросоединения. Номенклатура, способы получения: нитрование бензола и его гомологов, реакция В.Мейера. Физические свойства. Химические свойства: реакции электрофильного замещения. Реакции нуклеофильного замещения галогенопроизводных нитросоединений.

Восстановление нитросоединений в кислой и щелочной среде. Промежуточные продукты восстановления: нитрозобензол, фенилгидроксиламин, азоксибензол, азобензол, гидразобензол. Перегруппировка азоксибензола в кислой среде, бензидиновая и семидиновая перегруппировки. Фенилнитрометан, образование аци-формы.

Амины

Алифатические амины. Номенклатура, изомерия. Способы получения: алкилирование аммиака и аминов, восстановление азотсодержащих соединений. Синтез первичных аминов по методу З.Габриэля, перегруппировкой амидов (реакция А.Гофмана). Электронное строение амино-группы, пространственное строение аминов. Физические свойства, образование водородных связей. Химические свойства. Основность и кислотность, зависимость от природы радикалов. Алкилирование и ацилирование аминов, взаимодействие с азотистой кислотой (нитрозирование), действие галогенов, окисление третичных аминов. Изонитрильная реакция.

Ароматические амины. Методы синтеза: восстановление нитросоединений, алкилирование анилина, из солей аминов, метод Ф.Ульмана (получение третичных ароматических аминов). Реакции электрофильного замещения, ориентирующее действие амино-группы. Сульфаниловая кислота, сульфамидные препараты. Четвертичные аммониевые соли и основания, способы получения, термическое разложение. Важнейшие представители ароматических аминов, пути их использования.

Дiazосоединения

Дiazосоединения алифатического ряда. Причины нестабильности алифатических diazosоединений. Diazометан, diaзоуксусный эфир, трифторметилдiazометан, получение, строение. Химические свойства: разложение под действием тепла и УФ-облучения, метилирующая способность diaзометана. Ароматические diazosоединения. Способы получения растворов солей diaзония и твердых diaзониевых солей. Механизм реакции diaзотирования, стабильность катиона diaзония. Реакции солей diaзония с выделением азота: замена diaзогруппы на водород, гидроксил, галоген, цианогруппу (реакция Т.Зандмейера – А.Гаттермана), синтез металлоорганических соединений (реакция А.Н.Несмеянова). Гомолитическое разложение солей diaзония. Реакции diazosоединений без выделения азота: восстановление, взаимодействие с первичными и вторичными ароматическими аминами, реакция азосочетания как реакция электрофильного замещения в ароматическом ядре, условия реакции с аминами и фенолами. Синтез, строение и структурные особенности азокрасителей. Метилоранж, конго-красный. Получение, связь между окраской и строением, использование в качестве индикаторов.

Азосоединения

Азометан, парафор, фенилазометан, азобензол. Их синтез, стабильность. Азосоединения как источники свободных радикалов.

4. Гетерофункциональные производные углеводов

Монокарбоновые гидроксикислоты

Классификация, номенклатура. Методы получения: окислением гликолей, гидролизом галогензамещенных кислот, восстановлением альдегидо-, кетокислот и их эфиров, из аминокислот. Специальные методы синтеза -гидроксикислот: циангидриновый синтез; -гидроксикислот: из -оксидов, методом С.Н.Реформатского. Физические свойства. Химические свойства: реакции по карбоксильной и гидроксильной группам, реакции дегидратации и зависимость результата от взаимного расположения гидроксильной и карбоксильной групп (образование лактидов, лактонов). Свойства лактонов. Гликолевая кислота, молочная кислота, природные источники, синтез, химические свойства. Стереοизомерия в ряду гидроксикислот. Оптическая изомерия. Асимметрия молекулы и

асимметрический атом углерода как причины возникновения оптической изомерии. Энантиомеры, рацематы. Способы изображения оптических изомеров (проекционные формулы Э.Фишера, конфигурационные формулы).

Дикарбоновые гидроксикислоты

Яблочная кислота. Явление Вальденовского обращения. Винная кислота, природные источники, способы синтеза. Сухая перегонка. Значение солей винных кислот. Стереохимия соединений с двумя асимметрическими атомами, число стереоизомеров, диастереомеры, мезоформы, рацематы (диаграммы плавкости). Методы разделения энантиомеров.

Лимонная кислота, природные источники, синтез циангидриновым методом, отношение к нагреванию.

Ароматические гидроксикислоты

Салициловая кислота, получение карбоксилированием фенола, щелочной плавкой. Реакции по гидроксильной и карбоксильной группам, гидрирование. Оксикоричная кислота, кумарин, синтез, цис-, транс-изомерия. Миндальная кислота, получение, распространенность в природе.

Альдегидо- и кетокислоты

Классификация, номенклатура. Глиоксильная кислота, синтез гидролизом галогензамещенных карбоновых кислот, из винной кислоты. Свойства альдегидной и карбоксильной групп.

Пировиноградная кислота, синтез. Специфические свойства: окисление, декарбоксилирование.

-Кетокислоты и их эфиры. Ацетоуксусный эфир, строение, получение сложноефирной конденсацией Р.Л.Клайзена, из дикетена. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира, СН-кислотность, образование металлических производных. Синтезы с использованием ацетоуксусного эфира.

Таутомерия ацетоуксусного эфира как пример кето-енольной таутомерии. Реакции таутомерных форм, их разделение. Таутомерия как случай кислотно-основного равновесия, работы М.И.Кабачника.

Аминокислоты

Классификация, номенклатура. Способы получения α-аминокислот: из α-галогензамещенных карбоновых кислот, из альдегидов (метод Н.Д.Зелинского), посредством натриймалонового эфира, по методу З.Габриэля. Синтез α-аминокислот: из α,β-ненасыщенных кислот, конденсацией малонового эфира с карбонильными соединениями (метод В.И.Родионова). Получение высших аминокислот. Бетаиновое строение аминокислот, изоэлектрическая точка, оптическая изомерия. Реакции аминокислот по амино-группе: образование солей и хелатных комплексов, алкилирование, ацилирование, действие азотистой кислоты. Реакции по карбоксильной группе (образование функциональных производных). Свойства аминокислот, обусловленные взаимным влиянием амино- и карбоксильной групп (отношение к нагреванию α-, β-, γ-аминокислот). Пептиды, полипептидные связи белка.

Антраниловая кислота. Синтез из фтальимида. Химические свойства: взаимодействие с азотистой кислотой, образование производных по карбоксильной и амино- группам.

Углеводы

Классификация, номенклатура, распространенность в природе. Гликолевый альдегид, получение окислением гликоля, димерная форма альдегида. Глицериновый альдегид и диоксиацетон. Получение из глицерина, свойства: окисление, восстановление, образование оксимов, гидразонов, озаонов, конденсация в моносахарид. Оптическая изомерия глицеринового альдегида, стереохимические L- и D- ряды. Моносахариды. Химические свойства: восстановление, окисление, действие разбавленных и концентрированных растворов кислот и щелочей, реакции алкилирования, ацилирования, образование гидразонов и озаонов. Глюкозидный гидроксил, его особенности, α- и β-формы углеводов, их доказательства. Пиранозные и фуранозные циклы, проекционные формулы О.Хеуорса. Реакции взаимного превращения моносахаридов. Сокращение цепи по методу А.Воля и М.Руффа, метод удлинения цепи К.Килиани – Э.Фишера. Принципы установления структуры моноз на примере пентозы. Глюкоза, ее строение, рибоза, дезоксирибоза, рибонуклеозиды, строение нуклеиновых кислот.

5. Гетероциклические соединения

Систематика гетероциклов. Ароматические пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Общие методы их синтеза: из 1,4-дикарбонильных соединений, по реакции циклизации Ю.К.Юрьева.

Ароматический характер гетероциклов.

Фуран. Методы синтеза. Ароматические свойства фурана: сульфирование, меркурирование, ацилирование. Реакции присоединения: гидрирования, галогенирования, диенового синтеза, окисление фурана. Фурфурол, синтез, бензоиновая конденсация.

Тиофен. Получение по методу Чичибабина А.Е., из бутан-бутиленовой фракции нефти, из 1,4-дикарбонильных соединений. Ароматические свойства тиофена: сульфирование, нитрование, ацилирование, галогенирование, хлорметилирование. Тиофан, получение, окисление.

Пиррол. Получение из имида янтарной кислоты, из бутиндиола. Ароматические свойства пиррола: сульфирование, нитрование, ацилирование, галогенирование. Реакция азосочетания, реакция К.Реймера–И.Тимана. Реакции подвижного водорода в пирроле: образование пирролкалия, пирролмагнийгалогенидов и их реакции. Гидрирование пиррола до пирролина и пирролидина.

Пирролидон, N-винилпирролидон. Их применение. Понятие о строении гемоглобина, порфирина.

Индол. Пример конденсированной гетероциклической системы. Синтез по методу А.Е.Чичибабина, методу Э.Фишера, из фенилгидразонов. Ароматические свойства индола: галогенирование, нитрование, сульфирование. Реакция азосочетания, реакция К.Реймера – И.Тимана. Взаимодействие с реактивом Гриньяра и последующие синтезы. Кислородные производные индола: 2-оксиндол, 3-оксиндол, их синтез, таутомерия. Индиго, его строение, промышленный синтез из антрахиноновой кислоты. Белое индиго. Тип крашения индиго.

Пиридин. Номенклатура производных, получение: по методу Рамзая конденсацией ацетилена с аммиаком, предельных и непредельных альдегидов с аммиаком. Свойства пиридина как основания: взаимодействие с галогеналканами, кислотами, окисление. Ароматические свойства пиридина: галогенирование, сульфирование, нитрование. Реакции нуклеофильного замещения пиридина, таутомерия -амино- и -гидроксипиридина. Пиколины, окисление, конденсация с альдегидами. Пиперидин, его получение, свойства. Применение пиридина и его производных. Пиридиновый и пиперидиновый цикл в алкалоидах.

Хинолин. Строение, синтез по методу З.Г.Скраупа и О.Г.Дебнера –В.Миллера. Реакции электрофильного замещения, основность хинолина, реакции нуклеофильного замещения.

6. Некоторые аспекты природных соединений

Природные соединения с изопреновым скелетом, лимонен, гуттаперча, каучук. Классификация терпеноидов. Алициклические монотерпеноиды: мирцен, оцимен, гераниол, цитраль. Доказательство строения, реакции циклизации, окисление цитраля, конденсация цитраля с ацетоном. Моноциклические терпеноиды: лимонен и его кислородные производные. Присоединение водорода, воды, галогеноводорода, нитрозилхлорида. Бициклические терпеноиды: группа пинана и камфана. -Пинен, доказательство строения, превращение в терпин, в борнилхлорид (перегруппировка Е.Е.Вагнера), изомеризация в камфен. Камфора, синтез изомеризацией -пинена, химические свойства. Фарнезол, фитол.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс " ".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Какие продукты образуются при нитровании изобутана в условиях реакции Коновалова и при высоких температурах?
2. Чем определяется электрофильность и нуклеофильность реагента?
3. Правило Марковникова и его интерпретация. Привести пример.
4. Запишите механизм реакции конденсации ацетальдегида и ацетона в присутствии основного катализатора

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Фенолфталеин и его синтез, красящие и индикаторные свойства.
2. На чем основано промышленное использование хлористого винила?
3. Где используются полигалогенметаны?
4. Какое промышленное значение имеет акриловая кислота и ее производные?
5. Где в промышленности применяются окиси алкенов?
6. Какие вещества получатся при нагревании а) глицина, б) 3-аминобутановой, в) 4-аминобутановой, г) 5-аминопентановой, д) 3- гидроксипутановой, е) 4-гидроксипентановой кислот?

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Приведите механизм синтеза ацетилацетона по реакции сложноэфирной конденсации Кляйзена.
2. Как меняется направление реакции хлорирования этилбензола при проведении реакции на свету или в присутствии хлорида алюминия?
3. Какой из бутиловых спиртов легче дегидратируется? Почему?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок.
не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Каковы валентные возможности атомов углерода, азота, кислорода?
2. Какие электронные эффекты наблюдаются в молекуле хлорбензола?
3. Причины устойчивости шестичленных циклов.

4. Почему не существует фумаровый ангидрид?
5. Осуществите синтез D-фруктофуранозил-D-глюкопиранозида и докажите его строение.

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-3:

1. Запишите радикальную полимеризацию изопрена.
2. Получить изобутилен всеми возможными способами.
3. Приведите механизм алкилирования толуола.
4. Как азотистая кислота реагирует с первичными, вторичными и третичными алифатическими и ароматическими нитросоединениями?
5. Реакции алкинов с участием подвижного атома водорода.
6. Как доказывается строение ациклических и бициклических терпенов?

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

1. Чем определяется стабильность трет-бутильного карбокатиона, трифенильного радикала и трифторметильного карбаниона?
2. Сравните основные свойства первичных, вторичных и третичных алифатических и ароматических аминов.
3. Какой из гетероциклов (фуран, тиофен или пиррол) обладает большими ароматическими и ненасыщенными свойствами?
4. Понятие о комплексах с переносом заряда на примере хинонов.
5. Как образуются аци-нитросоединения?
6. Объясните реакционную способность кетенов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на семинарских занятиях.
отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными недочетами. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, активно работал на семинарских занятиях.
очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на семинарских занятиях.

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя. Студент неплохо работал на семинарских занятиях.
удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на вопросы, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал семинарские занятия.
неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы.
плохо	Студент отказался отвечать на вопросы.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

	ответа		Выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Привести изомеры $C_4H_{10}O$ и назвать их по международной номенклатуре.

2. Записать структурные формулы следующих соединений: а) циклопентен-2-ол-1; б) метил-трет.-бутилметан; в) изопентилуксусная кислота; г) 6-(2-гидрокси-3-хлорциклогексил)-гексен-3-овая кислота, д) 2,5-диметилгексадиен-1,5-ин-1.
3. Записать формулы указанных соединений: этиленгликоль, трет.-бутиловый спирт, пара-ксилол, бензальдегид, ацетофенон.
4. Реакционная способность циклоалканов. Особый характер связи в циклопропане.
5. Дигалогенопроизводные углеводороды, способы получения, химические свойства. Отдельные представители полигалогеналканов: хлороформ, бромформ, иодоформ, четыреххлористый углерод, гексахлорэтан.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Карбены, карбоанионы.
2. Бензол и промышленные способы его использования.
3. Химические свойства алканов :термическое разложение (крекинг (реформинг), пиролиз.
4. Нафталин, доказательство строения. Реакционная способность.
5. Природа кратной связи. Цис- и транс- изомерия, Z, E-изомерия(примеры).
6. Способы получения малых циклов. Реакционная способность.
7. Влияние заместителей и механизм их действия на направление и скорость электрофильного замещения в ядре бензола. Правила ориентации.
8. Окиси алкенов, получение, химические свойства, применение.
9. Циклоалканы, способы получения, специфические методы замыкания циклов.
10. Промышленное использование бензола.
11. 1,3-Диены. Промышленные методы получения дивинила, изопрена, диметилдивинила, хлоропрена.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-4

1. Аллиловый спирт, техническое получение и использование. Виниловый спирт, его простые и сложные эфиры, полимеры на их основе.
2. Алкины. Реакции ди-, три-, и тетрамеризация ацетилена. Получение хлоропрена. Реакции оксосинтеза. Промышленное использование ацетилена.
3. Галогеналкилы. Реакции элиминирования, механизм реакции. Сравнение реакций элиминирования и нуклеофильного замещения.
4. Алкины. Реакция подвижного атома водорода: ацетилениды, реактив Июича, реакции конденсации с карбонильными соединениями.
5. Глицерин, способы получения, физические и химические свойства, качественные реакции на глицерин, применение глицерина.

6. Пути генерирования свободных радикалов, строение и реакционная способность их.
7. Предельные одноатомные спирты, физические свойства, ассоциация. Химические свойства: взаимодействие с металлами и реактивом Гриньяра, реакции замещения, реакции этерификации, дегидратирование, окисление, дегидрирование.
8. Проблема двухвалентного углерода, методы получения метилена, дихлоркарбена и др., оксид углерода, озонитрилы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо».
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно».
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо». Студент отказался отвечать на экзаменационный билет.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 1. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 567 с. : ил. - ISBN 5-94774-110-5 (Ч. 1). - ISBN 5-94774-109-1 : 207.00., 31 экз.
2. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином.

- Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 2. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 623 с. : ил. - ISBN 5-94774-111-3 (Ч. 2). - ISBN 5-94774-109-1 : 207.00., 31 экз.
3. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 3. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004. - 544 с. : ил. - ISBN 5-94774-112-1 (Ч. 3). - ISBN 5-94774-109-1 : 198.00., 29 экз.
4. Реутов Олег Александрович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и специальности "Химия" : в 4 ч. / МГУ им. М. В. Ломоносова. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2004-. - (Классический университетский учебник / ред. совет: В. А. Садовничий (пред.) [и др.]). Органическая химия. Ч. 4. - 2004. - 726 с. : ил. - ISBN 5-94774-113-X (Ч. 3). - ISBN 5-94774-109-1 : 198.00., 32 экз.
5. Шабаров Юрий Сергеевич. Органическая химия : учеб. для вузов. Ч. 1 : Нециклические соединения. - М. : Химия, 1994. - 499 с. : ил. - 5400.00., 46 экз.
6. Шабаров Юрий Сергеевич. Органическая химия : учеб. для вузов. Ч. 2 : Циклические соединения. - М. : Химия, 1994. - 348 с. - 5400.00., 48 экз.
7. Шабаров Ю. С. Органическая химия / Шабаров Ю. С. - 5-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 848 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-8114-1069-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=799755&idb=0>.
8. Щербина Ада Эммануиловна. Органическая химия. Основной курс. : Учебник. - Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 808 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-985-475-551-9. - ISBN 978-5-16-006956-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=608929&idb=0>.
9. Травень Валерий Федорович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химическая технология и биотехнология" и хим.-технол. направлениям подготовки дипломированных специалистов : в 2 т. - М. : ИКЦ "Академкнига", 2006-. - (Учебник для вузов). Органическая химия. Т. 1. - 2006. - 727 с. : ил. - ISBN 5-94628-068-6 : 298.31., 36 экз.
10. Травень Валерий Федорович. Органическая химия : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению "Химическая технология и биотехнология" и хим.-технол. направлениям подготовки дипломированных специалистов : в 2 т. - М. : ИКЦ "Академкнига", 2006-. - (Учебник для вузов). Органическая химия. Т. 2. - 2006. - 583 с. : ил. - ISBN 5-94628-068-6 : 221.55., 37 экз.
11. Травень В.Ф. Задачи по органической химии / Травень В.Ф.; Сухоруков А.Ю.; Пожарская Н.А. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 267 с. - ISBN 978-5-00101-895-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736511&idb=0>.
12. Нейланд Ояр Янович. Органическая химия : [учебник для хим. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1990. - 750, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-001471-1 (в пер.) : 2.00., 55 экз.

Дополнительная литература:

1. Илиел Эрнест. Основы органической стереохимии = Basic Organic Stereochemistry / пер. с англ. З. А. Бредихиной ; под ред. А. А. Бредихина. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2007. - 703 с. : ил. - ISBN 978-5-94774-370-8 (рус.) : 210.00., 2 экз.
2. Робертс Джон Д. Основы органической химии : [в 2-х т.]. [Т.] 1 / пер. с англ. Ю. Г. Бунделя ; под ред. А. Н. Несмеянова. - 2-е изд., доп. - М. : Мир, 1978. - 842 с. : ил. - 4.00., 26 экз.
3. Робертс Джон Д. Основы органической химии : [в 2-х т.]. [Т.] 2 / пер. с англ. Ю. Г. Бунделя ; под

ред. А. Н. Несмеянова. - 2-е изд., доп. - М. : Мир, 1978. - 888 с. : ил. - 4.40., 29 экз.

4. Смит В.А. Основы современного органического синтеза : учебное пособие / Смит В.А.; Дильан А.Д. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 753 с. - ISBN 978-5-00101-761-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735553&idb=0>.

5. Задачи по общему курсу органической химии с решениями для бакалавров / Карлов С.С.; Нуриев В.Н.; Теренин В.И.; Зайцева Г.С. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 496 с. - ISBN 978-5-00101-894-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=736525&idb=0>.

6. Терней А. Л. Современная органическая химия : в 2 т. Т. 1 / пер. с англ. Е. И. Карпейской, Л. М. Орловой ; под ред. Н. Н. Суворова. - М. : Мир, 1981. - 678 с. : ил. - 4.00., 28 экз.

7. Терней А. Л. Современная органическая химия : в 2 т. Т. 2 / пер. с англ. Е. И. Карпейской, М. И. Верховцевой ; под ред. Н. Н. Суворова. - М. : Мир, 1981. - 651 с. : ил. - 3.90., 30 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/iom/>

<http://crab.rutgers.edu/~alroche/MechanismInOrgChem.html>

<http://www.chemhelper.com/mechanisms.html>

<http://www.chemguide.co.uk/mechmenu.html>

<http://chemistry-chemists.com/chemister/Uchebnik/uchebnik.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Для обучения студентов названной дисциплине имеются в наличии специальный кабинет с необходимым лабораторным оборудованием (435, 436 ауд, 2 корпус). Материально-техническое обеспечение лабораторного практикума - лаборатория органического синтеза, оснащенная оборудованием: вытяжные шкафы; штативы с лапками и кольцами; химическая посуда общего и специального назначения; механические верхнеприводные мешалки; сушильный шкаф; вакуумный насос; водоструйные насосы; ротационный испаритель; дистиллятор; технические и аналитические весы; приборы для определения температур плавления и кипения; рефрактометр; ртутные термометры; набор химических реактивов. Материально-техническое обеспечение лекционных и семинарских занятий: видеопроектор, ноутбук, переносной экран, проектор, доска. Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по специальности 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия.

Автор(ы): Забурдаева Елена Александровна, кандидат химических наук, доцент
Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук, профессор.

Заведующий кафедрой: Федоров Алексей Юрьевич, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 28.09.2023 г., протокол № 1.