Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.24 Органическая химия»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.24 Органическая химия*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 5 от "12" января 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — подпись — Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент — подпись — Е.А. Кунавина
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия — Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись — Н.Н. Васильева
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись — А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Кунавина Е.А., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели - обеспечить полное усвоение теоретических основ современной органической химии; сформировать навыки выполнения лабораторных опытов по синтезу и исследованию физико-химических свойств органических соединений.

Задачи:

изучить основные положения современной теоретической органической химии; принципы классификации органических соединений; правила систематической, рациональной и тривиальной номенклатуры; основные способы получения органических соединений различных классов, их физические и химические свойства, распространение в природе и применение; основные механизмы органических реакций, позволяющие объяснять протекание реакций, предсказывать направление реакций и условия их осуществления; методы выделения, очистки и идентификации органических соединений;

сформировать умения составлять формулы органических соединений по названиям и называть вещества по структурным формулам согласно номенклатуре; определять принадлежность к классу органических соединений; приводить уравнения соответствующих химических реакций; выполнять задачи различных типов (расчетные, на генетическую взаимосвязь, на установление строения органических соединений, на идентификацию); пользоваться химической литературой (справочной, научно-периодической и др.); проводить качественные реакции на различные классы органических соединений и их отдельные представители; проводить качественный элементный анализ органических соединений; выбирать методы выделения, очистки и идентификации органических соединений; сформировать умение расширять круг знаний на основе материала, приобретенного на аудиторных занятиях; сформировать навыки выполнения лабораторных опытов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Физика, Б1.Д.Б.18 Общий физический практикум, Б1.Д.Б.21 Неорганическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.25 Высокомолекулярные соединения, Б1.Д.Б.26 Химические основы биологических процессов, Б1.Д.Б.29 Химическая технология, Б1.Д.Б.30 Современные методы анализа нефти и нефтепродуктов, Б1.Д.В.6 Спектральный анализ, Б1.Д.В.7 Нефтехимический синтез, Б1.Д.В.9 Анализ пищевого сырья, Б1.Д.В.12 Химический анализ в криминалистике, Б1.Д.В.Э.3.1 Химическая технология топлива и углеродных материалов, Б1.Д.В.Э.4.2 Органические реагенты в химическом анализе, Б2.П.В.П.1 Практика по получению первичных навыков научно-исследовательской работы*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты	ОПК-1-В-1 Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств	**Знать:** основные естественнонаучные законы, используемые для

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	веществ и материалов	обработки результатов эксперимента в области профессиональной деятельности **Уметь:** осуществлять анализ результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результатов расчетов свойств веществ и материалов **Владеть:** навыками использования основных фундаментальных законов и теории химии для интерпретации полученных результатов
ОПК-2 Способен проводить химический эксперимент с использованием современного оборудования, соблюдая нормы техники безопасности	ОПК-2-В-1 Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2-В-2 Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеризации веществ и материалов для решения задач профессиональной деятельности	**Знать:** правила техники безопасности при работе с химическими веществами; основные подходы к синтезу и анализу веществ различной природы; возможности и ограничения применения физических методов исследования химических объектов **Уметь:** проводить синтез веществ по предлагаемой или разработанной методикам; соблюдая нормы техники безопасности проводить комплексный анализ получаемых продуктов с использованием современного оборудования **Владеть:** навыками синтеза веществ различной природы; методологией выбора методов анализа сложных объектов; теоретическими основами и практическими

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		навыками работы на серийном и сложном научном оборудовании

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц (540 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**252**	**288**	**540**
Контактная работа:	**203,25**	**206,5**	**409,75**
Лекции (Л)	68	68	136
Практические занятия (ПЗ)	50	34	84
Лабораторные работы (ЛР)	84	102	186
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к рубежному контролю*	**48,75**	**81,5** +	**130,25**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение в органическую химию. Теоретические и практические основы органической химии	108	22	20	58	8
2	Предельные углеводороды. Алканы	20	6	4	4	6
3	Непредельные углеводороды: алкены, алкины, алкадиены	26	8	6	6	6
4	Циклоалканы	16	6	4	-	6
5	Ароматические углеводороды	24	8	6	4	6
6	Галогенпроизводные углеводородов	22	6	4	4	6
7	Спирты и фенолы	22	8	4	4	6
8	Простые эфиры	14	4	2	2	6
	Итого:	252	68	50	84	50

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Альдегиды и кетоны	42	10	4	16	12
10	Карбоновые кислоты и их производные	54	14	8	20	12
11	Азотсодержащие органические соединения	38	8	4	14	12
12	Биоорганические соединения	50	12	8	18	12
13	Металлоорганические соединения	22	6	4	-	12
14	Серосодержащие органические соединения	36	6	2	16	12
15	Гетероциклические соединения	46	12	4	18	12
	Итого:	288	68	34	102	84
	Всего:	540	136	84	186	134

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Введение в органическую химию. Теоретические основы органической химии

Введение в органическую химию. Предмет и объект науки. Краткий исторический очерк развития органической химии. Первые теоретические воззрения (теория радикалов, теория типов). Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, достоинства и недостатки теории, направления развития теории. Особенности современного этапа развития органической химии.

Способы изображения органических молекул и пространственные модели. Химические формулы, применяемые в органической химии (эмпирические, брутто-формулы, полные структурные, сокращенные структурные).

Основные этапы работы с органическим веществом (синтез, выделение и очистка, определение важнейших физико-химических констант, основы качественного, количественного и структурного анализа органических соединений).

Классификация органических соединений по характеру углеродного скелета и природе функциональной группы.

Типы химических связей в молекулах органических соединений: гетерополярная (электровалентная) и гомеополярная (ковалентная). Механизмы образования ковалентной связи (коллигация и координация), семиполярная связь. Типы химических связей в молекулах органических соединений (с точки зрения перекрывания атомных орбиталей): σ- и π-связи. Гибридизация атомных орбиталей: схемы формирования sp^3-, sp^2- и sp-гибридных орбиталей на примере молекул метана, этилена и ацетилена. Пространственное расположение гибридных

орбиталей. Вклады s- и p-орбиталей в формировании гибридных орбиталей. Параметры (характеристики) ковалентной связи: длина, энергия и прочность, полярность, дипольный момент, поляризуемость, кратность (порядок), пространственная направленность. Межмолекулярные взаимодействия в органических соединениях: диполь-дипольные взаимодействия, дисперсионные взаимодействия, межмолекулярные водородные связи.

Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные и пространственные эффекты. Индуктивный эффект и мезомерные эффекты (эффекты сопряжения). Условия возникновения эффектов. Заместители, обладающие положительным/отрицательным индуктивным и мезомерным эффектами. Основные закономерности изменения силы эффектов заместителей (влияние заряда и электроотрицательности атома, кратности связи, разветвленности алкильной группы и т.д.). Предельные резонансные (граничные) структуры и мезоформулы. Гиперконьюгация. Влияние электронных эффектов на свойства веществ.

Реагирующие частицы: радикалы, электрофилы и нуклеофилы, карбены. Классификации реакций в органической химии: по характеру разрыва связей и по природе реагирующих частиц, по направлению (по конечному результату, по типу превращения субстрата), по молекулярности, по типу активирования.

Изомерия органических соединений. Структурная изомерия: изомерия углеродного скелета, изомерия положения функциональной группы, межклассовая изомерия, таутомерия. Пространственная изомерия (стереоизомерия). Конформационная (поворотная) изомерия. «Лесопильные козлы», проекции Ньюмена, конформеры, конформационные переходы, заслоненные и заторможенные конформации, *анти*-форма, *гош*-форма. Геометрическая изомерия (π-Диастереомерия). Условия возникновения геометрических изомеров. *Цис*- и *транс*- номенклатура. (*Z*)- и (*E*)- Номенклатура. Оптическая изомерия. Оптическая активность. Плоскополяризованный свет. Удельное вращение. Асимметрический атом углерода. Хиральные и ахиральные молекулы. Элементы симметрии (центр, плоскость и ось симметрии). Оптические изомеры. Правовращающий и левовращающий энантиомеры. Рацемат. Способы изображения энантиомеров (трехмерные клиновидные проекции, двухмерные проекционные формулы Фишера). *D, L* – система обозначения конфигурации хиральных молекул (относительная конфигурация). *R, S* – система обозначения конфигурации хиральных молекул (абсолютная конфигурация). Определение старшинства заместителей. Соединения с двумя разными хиральными центрами. Энантиомеры, σ-диастереомеры, *эритро*-энантиомеры, *трео*-энантиомеры. Соединения с двумя одиноковыми хиральными центрами. *Мезо*-соединения. Методы разделения смесей энантиомеров (механический, химический, биохимический, хроматографический). Хиральность и биологическая ативность.

Кислотно-основные теории. Теория Аррениуса. Кислотность и основность по Брёнстеду-Лоури. Кислоты Брёнстеда (OH-, SH-, NH-, CH-кислоты). Факторы, влияющие на силу кислот Брёнстеда. Основания Брёнстеда (n-, π- σ-основания, анионы). Факторы, влияющие на силу оснований Брёнстеда. Кислотность и основность по Льюису. Примеры кислотно-основных взаимодействий. n-, π-, σ-комплексы (карбокатионы). Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО). Принцип Пирсона.

2 Предельные углеводороды

Алканы. Гомологический ряд. Радикалы в ряду алканов. Понятие о первичном, вторичном, третичном, четвертичном атомах углерода. Изомерия (структурная и пространственная) и номенклатура (систематическая и рациональная). Нахождение в природе. Способы получения (гидрогенизация угля, синтез Фишера-Тропша, гидрирование алкенов и алкинов, восстановление галогеналканов, реакция Вюрца, синтез Кольбе, способ Дюма, гидролиз реактивов Гриньяра, восстановление карбонильных соединений). Физические свойства (агрегатное состояние, цвет, запах, растворимость в различных растворителях, закономерности изменения температурных характеристик в гомологическом ряду, сравнение температурных констант *н*-алканов и изоалканов с одинаковым числом углеродных атомов, плотность). Строение алканов (гибридицазия углеродных атомов, особенности C-C и C-H связей), причины химической стабильности алканов. Химические свойства алканов (галогенирование, жидкофазное и парофазное нитрование, сульфохлорирование, сульфоокисление, полное и неполное окисление). Механизм реакций радикального замещения (S_R), стереохимия процесса. Термолиз алканов: пиролиз, крекинг, дегидрирование, дегидроциклизация,

ароматизация. Ионные реакции алканов: изомеризация, нитрование и галогенирование по типу S_E. Применение отдельных представителей алканов.

3 Непредельные углеводороды

Алкены. Гомологический ряд. Номенклатура, виды изомерии (структурная и пространственная). Радикалы в ряду алкенов. Способы получения (крекинг нефтепродуктов, дегидрирование алканов, реакции элиминирования, гидрирование алкинов). Физические свойства. Особенности строения алкенов. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) на примере галогегирования (бромирования и хлорирования), гидрогалогенирования. Механизм реакций Ad_E. Правило Марковникова. Стереохимия процессов. Реакции гидратации, оксимеркурирования-демеркурирования, гидроборирования. Реакции радикального присоединения (Ad_R) на примере взаимодействия с бромоводородом, перекисный эффект Хараша, реакции аллильного замещения (S_R). Мягкое и глубокое окисление алкенов: каталитическое окисление кислородом воздуха, эпоксидирование, гидроксилирование (по Вагнеру и Криге), стереохимия процесса гидроксилирования, глубокое деструктивное окисление, озонолиз, Вакер-процесс, гидроформилирование. Полимеризация алкенов на примере этилена и пропилена. Виды полимеризации, условия процессов. Применение отдельных представителей алкенов.

Алкины. Номенклатура, изомерия. Получение ацетилена (карбидный способ, крекинг метана) и его гомологов (дегидрогалогенирование вицинальных и геминальных дигалогеналканов, дегалогенирование тетрагалогеналканов, реакция Иоцича, реакция Фаворского). Физические свойства. Особенности строения. Химические свойства алкинов. Гидрирование (*син-* и *анти-*присоединение). Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) на примере галогенирования, гидрогалогенирования. Примеры реакций Ad_E, протекающих против правила Марковникова. Гидратация по Кучерову. Правило Эльтекова. Реакции нуклеофильного присоединения (Ad_N), реакции винилирования. Механизм Ad_N. Присоединение алкинов к альдегидам и кетонам (алкинольный синтез). Кислотные свойства алкинов с терминальной тройной связью (взаимодействие с натрием, амидом натрия, с солями одновалентной меди и аммиачным раствором гидроксида серебра, реакция Фаворского, реакция Иоцича). Окисление алкинов в мягких и жестких условиях, озонолиз, горение. Изомеризация алкинов. Олигомеризация. Применение отдельных представителей алкинов.

Алкадиены. Классификация. Представители: аллен, дивинил, изопрен. Изомерия сопряженных диенов: *(s)-транс-* и *(s)-цис- (трансоидная и цисоидная)* конформации, *(2Z,4Z)-*, (2*Z*,4*E*)-, (2*E*,4*E*)-геометрические изомеры. Получение (способ Лебедева, каталитическое дегидрирование алканов, дегидратация диолов, дегидрогалогенирование вицинальных дигалогеналканов, из алкинов). Строение сопряженных алкадиенов. Реакции электрофильного присоединения (Ad_E) к сопряженным диенам на примере галогенирования и гидрогалогенирования. 1,2- и 1,4-присоединение. Термодинамический и кинетический контроль реакций. Окисление диенов с сопряженными и изолированными двойными связями в мягких и жестких условиях, озонолиз. Восстановление сопряженных диенов. Диеновый синтез (реакция Дильса-Альдера). Полимеризация алкадиенов с сопряженными двойными связями. Натуральный каучук: химическая природа (*цис*-полиизопрен), физические свойства, вулканизация. Синтетические каучуки (бутадиеновый, бутадиен-стирольный, бутадиен-нитрильный, изопреновый, хлоропреновый). Области применения каучуков.

4 Циклоалканы

Классификация (по числу атомов углерода в цикле, по числу циклов в молекуле), номенклатура, структурная и геометрическая изомерия. Получение циклопропана, циклобутана, циклопентана и циклогексана. Природные источники нафтенов. Устойчивость циклических систем. Угловое напряжение, торсионное напряжение, трансаннулярное напряжение. Строение циклопропана. Конформации циклобутана и циклопентана. Конформации циклогексана. Энергетическая диаграмма конформационных переходов циклогексана. Аксиальные и экваториальные связи. Химические свойства циклопропана и циклобутана в сравнении с алканами и алкенами. Химические свойства циклогексана в сравнении с *н*-гексаном, гексеном-1 и бензолом.

5 Ароматические углеводороды

Критерии ароматичности: химический, структурный, резонансный. Правило Хюккеля. Строение бензола. Варианты изображения молекулы бензола (исторические формулы, современные представления). Классификация (по числу бензольных ядер) и номенклатура аренов. Получение бензола (природные источники, тримеризация ацетилена, щелочное плавление натриевых солей ароматических кислот, гидродезметилирование толуола) и его гомологов (реакция Вюрца-Фиттинга, реакция Фриделя-Кравтса-Густавсона, восстановление ароматических кетонов по Клемменсену и Кижнеру-Вольфу и др.). Физические свойства. Химические свойства. Механизм реакции S_E на примере хлорирования, нитрования и сульфирования бензола. Алкилирование бензола галогеналканами, алкенами и спиртами. Особенности протекания реакции алкилирования. Хлорметилирование по Блану. Ацилирование бензола. Ацилирующие агенты. Формилирование по Гаттерману-Коху. Влияние заместителей на реакционную способность производных бензола и ориентацию электрофильной частицы в реакциях S_E. Ориентанты I и II рода. Согласованная и несогласованная ориентация в ди- и полизамещенных аренах. Прогноз преобладающих продуктов. Бромирование толуола в условиях S_E и S_R. Механизмы реакций. Реакции бензола с нарушением ароматичности: гидрирование, хлорирование (hν), каталитическое окисление до малеинового ангидрида, озонолиз. Окисление алкилбензолов. Получение и свойства стирола. Получение и основные химические свойства полициклических ароматических углеводородов с изолированными бензольными ядрами (на примере бифенила, дифенилметана и трифенилметана). Получение и основные химические свойства полициклических ароматических углеводородов с конденсированными бензольными ядрами (на примере нафталина, антрацена и фенантрена). Реакции нуклеофильного замещения в ароматическом ряду S_NAr. Механизм присоединения-отщепления («Активирование ароматическое нуклеофильное замещение»). Механизм отщепления-присоединения («Ариновый механизм»).

6 Галогенпроизводные углеводородов

Классификации галогенпроизводных углеводородов (по природе галогена, по природе радикала, по числу атомов галогена). Номенклатура (систематическая, тривиальная, радикально-функциональная). Способы получения галогенуглеводородов: из алканов, алкенов, алкинов, аренов, спиртов, альдегидов и кетонов, карбоновых кислот. Физические свойства галогеналканов. Сравнение реакционной способности фтор-, хлор-, бром- и йодпроизводных углеводородов. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Гомолитические реакции галогеналканов. Бимолекулярное нуклеофильное замещение. Механизм реакции S_N2. Стереохимия S_N2. Факторы, благоприятствующие протеканию реакции по механизму S_N2 (природа субстрата, нуклеофила, галогена, растворитель). Мономолекулярное нуклеофильное замещение. Механизм реакции S_N1. Стереохимия S_N1. Факторы, благоприятствующие протеканию реакции по механизму S_N1 (природа субстрата, нуклеофила, галогена, растворитель). Бимолекулярное элиминирование E2 как реакция, конкурирующая с S_N2. Механизм E2. Мономолекулярное элиминирование E1 как реакция, конкурирующая с S_N1. Механизм E1. Перегруппировки в S_N1 и E1. Реакционная способность аллил- и бензилгалогенидов. Примеры реакции S_N. Механизм и стереохимия. Реакционная способность винил- и арилгалогенидов. Примеры реакции S_N Ar и S_E (для арилгалогенидов).

7 Спирты и фенолы

Классификации спиртов (по природе радикала, по числу гидроксильных групп, в зависимости типа углеродного атома, с которым связана гидроксигруппа). Номенклатура (систематическая, радикально-функциональная, карбинольная). Способы получения одноатомных спиртов: гидролиз галогенпроизводных углеводородов, гидратация алкенов, окисление алканов, восстановление карбонильных соединений, гидроксимеркурирование алкенов, гидроборирование-окисление, взаимодействие карбонильных соединений с реактивами Гриньяра. Частные способы получения метанола (из синтез-газа) и этанола (спиртовое брожение углеводов). Физические свойства спиртов. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства одноатомных спиртов: кислотно-основные свойства, нуклеофильное замещение гидроксильной группы (реакции с галогеноводородными кислотами, галогенидами фосфора и тионилхлоридом), роль тозилатов в S_N гидроксигруппы, алкилирование, С-ацилирование (этерификация, реакции с ангидридами и

галогенангидридами карбоновых кислот), О-ацилирование (реакции первичных спиртов с неорганическими кислотами), дегидратация (межмолекулярная и внутримолекулярная), окисление первичных, вторичных и третичных спиртов. Многоатомные спирты. Получение этиленгликоля и глицерина. Физические свойства. Кислотные и основные свойства полиолов в сравнении с одноатомными спиртами. Дегидратация. Окисление. Качественная реакция на многоатомные спирты. Ароматические спирты. Получение бензилового и β-фенилэтилового спирта. Физические и химические свойства на примере бензилового спирта. Применение одноатомных спиртов, полиолов, ароматических спиртов.

Классификация фенолов. Номенклатура. Природные источники. Получение одноатомных фенолов: щелочное плавление солей ароматических сульфокислот, из галогенаренов, кумольный способ, разложение солей диазония. Физические свойства фенолов. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства фенолов: кислотные свойства в сравнении с одноатомными спиртами, О-алкилирование, О-ацилирование, нуклеофильное замещение фенольной гидроксильной группы (на примере пикриновой кислоты, β-нафтола, резорцина), реакции по ароматическому кольцу (бромирование, нитрование, сульфирование, С-алкилирование, гидроксиметилирование, С-ацилирование, нитрозирование), окисление и восстановление, качественная реакция на фенольный гидроксил с хлоридом железа (III). Применение фенола, крезолов, одно-, двух- и трехатомных фенолов.

8 Простые эфиры

Классификация. Номенклатура (систематическая, радикально-функциональная). Способы получения: присоединение спиртов и фенолов к алкенам и алкинам, синтез Вильямсона (алкилирование спиртов и фенолов галогеналканами), межмолекулярная дегидратация спиртов. Физические свойства простых эфиров. Строение. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства простых эфиров: основные свойства и нуклеофильность, ацидолиз, α-галогенирование, автоокисление; реакции S_E и перегруппировка в замещенные фенолы (для ароматических простых эфиров). Циклические простые эфиры. Получение этиленоксида (из этилена) и его свойства (реакции с раскрытием эпоксидного цикла). Практическое значение.

9 Альдегиды и кетоны

Классификация, номенклатура (систематическая, рациональная, тривиальная). Получение альдегидов: окисление алканов и алкенов, гидроформилирование алкенов, окисление и каталитическое дегидрирование первичных спиртов, оксосинтез, гидратация ацетилена, пиролиз карбоновых кислот и их кальциевых или бариевых солей, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных, восстановление функциональных производных карбоновых кислот. Получение кетонов: озонолиз алкенов, гидратация алкинов, окисление вторичных спиртов, гидролиз геминальных дигалогенпроизводных, пиролиз карбоновых кислот и их кальциевых или бариевых солей, кетонное расщепление ацетоуксусного эфира, взаимодействие хлорангидридов карбоновых кислот с кадмийорганическими соединениями, присоединение реактива Гриньяра к нитрилам, кумольный способ получения ацетона. Физические свойства альдегидов и кетонов. Строение карбонильной группы. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе: реакции с - О-содержащими нуклеофилами (водой и спиртами);

- S- содержащими нуклеофилами (тиолами и гидросульфитом натрия);
- N-содержащими нуклеофилами (аммиаком, аминами, гидразином, фенилгидразином, семикарбазидом, гидроксиламином);
- С-содержащими нуклеофилами (циановодородной кислотой, магнийорганическими соединениями);
- Hal-содержащими нуклеофилами (пентахлоридом фосфора).

Механизм реакций Ad_N.

Окисление альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов слабыми окислителями: реактивом Толленса, фелинговой жидкостью, гидроксидом меди (II). Автоокисление альдегидов. Окисление кетонов сильными окислителями. Правило Попова. Реакция Байера-Виллигера (окисление кетонов пероксидными соединенями в сложные эфиры). Восстановление альдегидов и кетонов: водородом в момент выделения, восстановление алюмогидридом лития, боргидридом натрия, восстановительное аминирование, каталитическое гидрирование, восстановление по Клемменсену и Кижнеру-Вольфу. Реакция Тищенко. Реакция Канниццаро. Галоформная реакция (проба Либена).

Кето-енольная таутомерия карбонильных соединений. СН-кислотность. Альдольно-кротоновая конденсация. Конденсация альдегидов с ангидридами карбоновых кислот (реакция Перкина), конденсация с сильными СН-кислотами (реакция Кнёвенагеля), присоединение илидов фосфора (реакция Виттига).

Цветные реакции на альдегиды и кетоны (с фуксинсернистой кислотой, проба Легаля). Олигомеризация формальдегида и ацетальдегида.

Ненасыщенные альдегиды и кетоны. Классификация. Способы получения: кротоновая конденсация, окисление ненасыщенных спиртов. Получение акролеина дегидратацией глицерина в присутствии гидросульфата калия и каталитическим окислением пропилена. Строение ненасыщенных альдегидов и кетонов с сопряженными связями. Химические свойства α,β-ненасыщенных альдегидов и кетонов: 1,2-присоединение (прямое присоединение), 1,4-присоединение электрофильных и нуклеофильных реагентов (сопряженное присоединение), мягкое и деструктивное окисление, восстановление алюмогидридом лития и боргидридом натрия, водородом в момент выделения, каталитическое гидрирование.

10 Карбоновые кислоты и их производные

Классификации карбоновых кислот (по природе радикала, по числу карбоксильных групп, обобщенная классификация). Номенклатура (систематическая, рациональная, тривиальная). Способы получения *предельных монокарбоновых кислот*: окисление алканов, алкенов, алкинов, спиртов, альдегидов и кетонов, гидролиз геминальных тригалогенпроизводных углеводородов, карбоксилирование реактива Гриньяра, гидрокарбонилирование алкенов и алкинов, карбонилирование спиртов, галоформное расщепление метилкетонов, гидролиз производных карбоновых кислот. Физические свойства карбоновых кислот. Строение карбоксильной группы. Реакционные центры. Прогноз химических свойств. Химические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства. Влияние радикала и дополнительных функциональных групп на кислотность. Этерификация (реакция Фишера-Шпайера). Реакции с пентахлоридом фосфора, тионилхлоридом. Межмолекулярная дегидратация. Амидирование. Декарбоксилирование. Региоселективное α-галогенирование (реакция Геля-Фольгарда-Зелинского) в присутствии красного фосфора или галогенидов фосфора и неселективное радикальное галогенирование. Окисление и восстановление. Отличительные особенности муравьиной кислоты.

Непредельные монокарбоновые кислоты. Основные представители (акриловая, кротоновая, олеиновая, элаидиновая, линолевая, линоленовая, коричная). Способы получения. Строение (на примере акриловой кислоты), реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе. Реакции по двойной углерод-углеродной связи (1,2- и 1,4-присоединение), качественные реакции на кратную связь.

Предельные дикарбоновые кислоты. Основные представители (щавелевая, малоновая, янтарная, глутаровая, адипиновая). Способы получения. Строение. Химические свойства, схожие со свойствами предельных монокарбоновых кислот. Температурные превращения. Отличительные особенности щавелевой кислоты. Отличительные особенности малоновой кислоты. Синтезы на основе малонового эфира.

Непредельные дикарбоновые кислоты. Основные представители (фумаровая и малеиновая). Способы получения. Химические свойства, схожие со свойствами предельных монокарбоновых кислот. Реакции по двойной углерод-углеродной связи.

Ароматические кислоты. Основные представители. Способы получения. Строение (на примере бензойной кислоты), реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе. Реакции по ароматическому кольцу.

Гидроксикислоты. Основные представители (гликолевая, молочная, яблочная, винная, лимонная, глицириновая, салициловая, миндальная, галловая). Способы получения. Реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной и гидроксильной группам. Температурные превращения. Оптическая изомерия гидроксикислот (на примере молочной и винной).

Альдегидо- и кетокислоты. Основные представители (глиоксиловая, пировиноградная, ацетоуксусная, щавелевоуксусная). Способы получения. Реакционные центры, прогноз химических свойств. Реакции по карбоксильной группе и кето-группе. Ацетоуксусный эфир: получение и свойства (кето-енольная таутомерия, реакции для кетонной и енольной форм, кетонное и кислотное расщепление).

Функциональные производные карбоновых кислот: соли, мыла, сложные эфиры, галогенангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Номенклатура. Основные способы получения. Химические свойства. Сравнение производных карбоновых кислот по ацилирующей способности.

Триглицериды. Классификация. Номенклатура. Физические и химические свойства (гидролиз, омыление, гидрирование, окисление).

11 Азотсодержащие органические соединения

Амины. Классификация, изомерия, номенклатура. Основные способы получения: алкилирование аммиака (реакция Гофмана); восстановление нитросоединений, нитрилов и оксимов; расщепление амидов (перегруппировка Гофмана); декарбоксилирование аминокислот. Алифатические амины. Строение. Физические и химические свойства (кислотно-основные свойства в сопоставлении со спиртами, основные свойства в сравнении с аммиаком, алкилирование, ацилирование, взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой). Окисление аминов. Ароматические амины. Строение анилина. Кислотно-основные свойства анилина в сравнении с алифатическими аминами. Реакции по ароматическому кольцу. Взаимодействие ароматических аминов с азотистой кислотой.

Диазо- и азосоединения. Общая характеристика. Реакция диазотирования ароматических аминов. Реакции солей диазония с выделением молекулярного азота. Реакции солей диазония без выделения молекулярного азота. Азосочетание. Азокрасители. Индикаторные свойства азосоединений.

Нитросоединения. Классификация и номенклатура. Основные способы получения: прямое нирование углеводородов, из алкилгалогенидов, из солей диазония, окисление аминов, окисление оксимов альдегидов и кетонов, получение нитрометана по Кольбе). Строение нитро-группы. Физические и химические свойства: СН-кислотность, конденсация с альдегидами (реакция Анри), восстановление (реакция Зинина).

12 Биоорганические соединения

Аминокислоты. Классификация, изомерия, номенклатура. Нахождение в природе. Основные представители. Способы получения. Физические и химические свойства (реакции по амино- и карбоксильной группам). Отношение к нагреванию. Образование пептидов.

Углеводы. Классификация. Отдельные представители моносахаридов (глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза, эритроза). Варианты изображения формул: проекционные формулы Фишера, циклические проекции Колли-Толленса, пространственные формулы Хеуорса, кресловидные перспективные формулы. Оптическая активность углеводов. Энатиомеры, эпимеры, аномеры. Понятие гликозидного гидроксила. Явление мутаротации. Кольчато-цепная таутомерия (на примере D-глюкозы). Физические и химические свойства моносахаридов. Реакции по карбонильной группе с нуклеофильными реагентами: оксинитрильный синтез, образование озазонов, реакции с гидроксиламином, восстановление и окисление (реактивами Толленса и Фелинга, бромной водой, азотной и йодной кислотами). Эпимеризация (взаимное превращение альдоз в кетозы в водном растворе щелочи). Свойства моносахаридов как многоатомных спиртов (алкилирование и ацилирование, комплексообразование). Брожение (спиртовое, молочнокислое и маслянокислое). Цветные реакции. Отдельные представители олигосахаридов (сахароза, мальтоза, целлобиоза, лактоза). Свойства восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Олиго- и полисахариды: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Химические свойства: гидролиз (на примере

крахмала), качественная реакция на амилозу с йодом, алкилирование и ацилирование (на примере целлюлозы), растворение целлюлозы в реактиве Швейцера.

13 Металлоорганические соединения

Классификация, номенклатура, способы получения, особенности строения, физические и химические свойства, использование в органическом синтезе.

14 Серосодержащие органические соединения

Тиолы (меркаптаны). Сульфиды. Дисульфиды. Полисульфиды. Сульфоксиды. Сульфониевые соли. Илиды. Сульфиновые кислоты и их эфиры. Сульфокислоты и их производные. Общая характеристика, природные источники, основные реакции, отдельные представители.

15 Гетероциклические соединения

Классификация, номенклатура, нахождение в природе. Способы получения пяти- и шестичленных гетероциклов. Особенности строения. Физические и химические свойства. Отдельные представители.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, пиррол, тиофен). Конденсированные пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом (бензофуран, индол, бензотиофен). М пятичленные гетероциклы с двумя гетероатомами (оксазол, пиразол, тиазол, имидазол).

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом (на примере пиридина). Шестичленные гетероциклы с двумя и более гетероатомами: моноциклические гетероциклы с двумя гетероатомами (пиридазин, пиримидин, пиразин), конденсированные гетероциклические системы с двумя и более гетероатомами (птеридин, пурин). Понятие о нуклеозидах и нуклеотидах. Нуклеиновые кислоты, химический состав. Биороль.

Понятие об алкалоидах: кониин, никотин, кофеин, теофиллин. Химический состав и физиологическое действие алкалоидов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
5 семестр			
1	1	Основные правила и организация работы в лаборатории органической химии. Химическая посуда. Лабораторное оборудование.	4
2	1	Качественный элементный анализ органических соединений	4
3	1	Методы выделения и очистки веществ: простая перегонка	4
4	1	Методы выделения и очистки веществ: фракционная перегонка	6
5	1	Методы выделения и очистки веществ: перегонка в вакууме	6
6	1	Методы выделения и очистки веществ: перегонка с водяным паром	6
7	1	Методы выделения и очистки веществ: фильтрование, центрифугирование, экстракция	4
8	1	Методы выделения и очистки веществ: перекристаллизация	4
9	1	Методы выделения и очистки веществ: возгонка	4
10	1	Определение температуры плавления, показателя преломления и плотности вещества	4
	1	Защита ЛР № 1-10	6
11	2	Алканы: получение и изучение физико-химических свойств.	4
12	3	Алкены: получение и изучение физико-химических свойств.	4

13	3	Алкины: получение и изучение физико-химических свойств.	2
14	5	Ароматические углеводороды: изучение физико-химических свойств.	4
	2,3,5	Защита ЛР № 11-14	4
15	6	Галогенпроизводные углеводородов: получение и изучение физико-химических свойств.	4
16	7,8	Спирты и фенолы, простые эфиры: изучение физико-химических свойств.	6
		Защита ЛР № 15, 16	4
6 семестр			
17	9	Альдегиды и кетоны: получение и изучение физико-химических свойств.	12
		Защита ЛР № 17	4
18	10	Карбоновые кислоты и их производные: получение и изучение физико-химических свойств.	16
		Защита ЛР № 18	4
19	11	Амины. Диазосоединения и азосоединения.	10
	11	Защита ЛР № 19	4
20	12	Аминокислоты: изучение физико-химических свойств. Белки.	6
21	12	Углеводы: изучение физико-химических свойств моно-, ди- и полисахаридов.	8
		Защита ЛР № 20, 21	4
22	14	Исследование свойств некоторых серосодержащих органических соединений	12
		Защита ЛР № 22	4
23	15	Синтез и исследование свойств некоторых гетероциклических соединений	14
		ЛР № 23	4
		Итого:	186

4.4 Практические занятия (семинары)

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
5 семестр			
1	1	Семинар «Первые теоретические воззрения (теория радикалов, теория типов). Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова, достоинства и недостатки теории, направления развития теории»	2
2	1	Классификация органических соединений по характеру углеродного скелета и природе функциональной группы.	2
3	1	Типы химических связей в молекулах органических соединений. Гибридизация атомных орбиталей	2
4	1	Взаимное влияние атомов в молекуле. Электронные и пространственные эффекты	4
5	1	Классификации реакций в органической химии	2
6	1	Структурная и пространственная изомерия органических соединений	8
7	1	Кислотно-основные теории	4
8	2	Предельные углеводороды. Алканы	4
9	3	Непредельные углеводороды: алкены, алкины, алкадиены	6
10	4	Циклоалканы	4

11	5	Ароматические углеводороды	4
12	6	Галогенпроизводные углеводородов	4
13	7, 8	Спирты и фенолы. Простые эфиры	4
6 семестр			
14	9	Альдегиды и кетоны	6
15	10	Карбоновые кислоты и их производные	6
16	11	Азотсодержащие органические соединения	4
17	12	Биоорганические соединения	6
18	13	Металлоорганические соединения	4
19	14	Серосодержащие органические соединения	4
20	15	Гетероциклические соединения	4
		Итого:	84

4.5 Курсовая работа (6 семестр)

Примерные темы курсовой работы:

1 Синтез, очистка и идентификация ацетона
2 Синтез, очистка и идентификация бензилового спирта
3 Синтез, очистка и идентификация этилбензоата
4 Синтез, очистка и идентификация коричной кислоты
5 Синтез, очистка и идентификация хинолина (по Скраупу)
6 Синтез, очистка и идентификация 4-(4-бромфенил)-7-гидрокси-хинолин-2-карбоновой кислоты
7 Синтез, очистка и идентификация 7-гидрокси-4-метилхинолин-2-карбоновой кислоты
8 Синтез, очистка и идентификация этилбромида
9 Синтез, очистка и идентификация ацетилсалициловой кислоты
10 Синтез, очистка и идентификация ацетоуксусного эфира
11 Синтез, очистка и идентификация бромбензола
12 Синтез, очистка и идентификация *пара*-толуолсульфокислоты
13 Синтез, очистка и идентификация бензоилпероксида
14 Синтез *трис*-(1-оксо-4-фенил-1-этокси-2,4-бутандионато)лантана
15 Синтез, очистка и идентификация *пара*-метилацетофенона
16 Синтез, очистка и идентификация диэтилмалоната
17 Синтез, очистка и идентификация бутилацетата

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие / Е. А. Строганова [и др.]. - Ч. 2 : Методы выделения, очистки и идентификации органических соединений. - Оренбург : Университет, 2013. - 127 с. - ISBN 978-5-4418-0034-1.

2. Дрюк В. Г. Органическая химия : учебное пособие для вузов / В. Г. Дрюк, В. Г. Карцев, В. П. Хиля.- 3-е изд., испр. и доп.- (Высшее образование) Юрайт, 2021. -502 с.

3. Органическая химия : учебное пособие : [16+] / О. В. Дябло, А. В. Гулевская, А. Ф. Пожарский, Е. А. Филатова. - Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – Часть 1. Алифатические соединения. – 115 с. Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499919 (дата обращения: 15.03.2023). – ISBN 978-5-9275-2391-7. – Текст : электронный.

4. Органическая химия : учебное пособие : [16+] / Е. А. Филатова, А. В. Гулевская, О. В. Дябло, А. Ф. Пожарский. - Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – Часть 2. Ароматические соединения. – 118 с. – Режим

доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499923 (дата обращения: 15.03.2023). – ISBN 978-5-9275-2392-4. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Паршина И. Н. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие для вузов / И. Н. Паршина, Е. А. Строганова, Э. В. Строева . - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2007. Ч. 1 : Получение, свойства и качественный анализ органических соединений, 2007. - 196 с.

2. Органическая химия [Текст] : практикум: учебное пособие / Е. А. Строганова [и др.]. - Ч. 3 : Применение методов УФ, ИК и ПМР спектроскопии в структурном анализе органических соединений. - Оренбург : Университет, 2013. - 116 с. - ISBN 978-5-4418-0035-8.

3. Шабаров Ю. С. Органическая химия [Текст] : учеб. для вузов / Ю. С. Шабаров.- 4-е изд., стер. - М. : Химия, 2002. - 848 с. : ил. - (Для высшей школы) - ISBN 5-7245-1218-1.

4. Кунавина, Е. А. Рекомендации по выполнению, оформлению и защите курсовой работы по дисциплине "Органическая химия" [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия и направлению подготовки 04.03.01 Химия / Е. А. Кунавина, М. С. Козурова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. химии. - Оренбург : ОГУ. - 2019. - 33 с. - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/109393_20190925.pdf

5.3 Периодические издания

1. Органическая химия : реферативный журнал. - М. : ВИНиТИ, 2008.

2. Успехи химии : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2010.

3. Химия и жизнь - XXI век : журнал. - М. : Агенство "Роспечать", 2015.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека IQlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - http://www.iqlib.ru/ .

2. Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/.

3. http://www.msu.ru Сайт Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова

4. http://www.edu.ru/ Федеральный портал «Российское образование»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС.

2. Пакет офисных приложений LibreOffice.

3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru.

4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe.

5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe

6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей.

7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования -АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для

ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории кафедры химии. Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется аудитория, оснащенная оборудованием (холодильники, дефлегматоры, ректификационные колонки, хлоркальциевые трубки, кристаллизаторы, эксикаторы, штативы, ареометры) и приборами (весы, нагревательные приборы, термометры, водяные и масляные бани, прибор Жукова, пикнометр, рефрактометр, прибор для фракционной разгонки при атмосферном давлении, прибор для вакуумной перегонки, прибор для перегонки с водяным паром, pH-метры). Лаборатория оснащена химической посудой (пробирки, химические стаканы, колбы, мерная посуда, воронки, фарфоровые чашки) и необходимыми химическими реактивами. Имеются шаростержневые модели молекул. В лаборатории предусмотрены аптечка и средства пожаротушения, а также индивидуальные средства защиты.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специализированные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.