

| | | |
|---|--------------------------|--|
|  | Факультет | Естественных наук |
| | Кафедра | Химии |
| | Направление подготовки | 04.03.01 Химия |
| | Направленность (профиль) | Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность |
| | | Органическая химия |

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого»
 ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л.Н. Толстого»

УТВЕРЖДЕНА
 на заседании
 Ученого совета университета
 протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Рабочая программа дисциплины «Органическая химия»

Трудоемкость: 15 зачетных единиц

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2014

Заведующий кафедрой
 химии _____ Ю.М. Атрощенко

Декан ФЕН _____ И.В. Шахкельдян

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата | 4 |
| 3. Объем дисциплины и виды учебной работы..... | 4 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий | 4 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине | 16 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине | 17 |
| 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы..... | 17 |
| 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания | 17 |
| 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы | 19 |
| 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций..... | 24 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 25 |
| 7.1. Основная литература | 25 |
| 7.2. Дополнительная литература | 26 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины..... | 27 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 28 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем | 28 |
| 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 31 |
| 12. Аннотация рабочей программы дисциплины. | 32 |
| 13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины | 33 |

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

| Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции) | Планируемые результаты обучения | Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы |
|---|---|--|
| ОПК-1 способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач | <p><u>Выпускник знает:</u> теоретические основы органической химии и роль органических веществ в системе научных знаний об окружающем мире</p> <p><u>Умеет:</u> применять знания о свойствах органических веществ для прогнозирования направления протекания химических процессов, характеристики продуктов реакций и условий химических превращений органических веществ</p> <p><u>Владеет и (или) имеет опыт деятельности:</u> основными методами органической химии для решения профессиональных задач.</p> | в соответствии с учебным планом и планируемым и результатами освоения ОПОП |
| ОПК-2 владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций | <p><u>Выпускник знает:</u> классификацию, номенклатуру, способы получения и химические свойства органических веществ</p> <p><u>умеет:</u> выбирать и применять различные методы получения органических веществ для решения конкретных профессиональных задач</p> <p><u>владеет и (или) имеет опыт деятельности:</u> методами и способами получения органических веществ</p> | в соответствии с учебным планом и планируемым и результатами освоения ОПОП |
| ОПК-6 знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях | <p><u>Выпускник знает:</u> основные группы рисков в химических лабораториях и на химических производствах органических веществ, нормы техники безопасности</p> <p><u>Умеет:</u> организовывать безопасную работу с органическими веществами в химических лабораториях и на химических производствах</p> <p><u>Владеет и (или) имеет опыт деятельности:</u> навыками реализации безопасного труда в химических лабораториях и на химических производствах органических веществ</p> | в соответствии с учебным планом и планируемым и результатами освоения ОПОП |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина «Органическая химия» относится к дисциплинам Блока 1 базовой части дисциплин направления. Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин «Теоретические основы неорганической химии», «Строение молекул и основы квантовой химии», «Химия неметаллов», «Химия металлов», «Физическая химия».

К началу изучения дисциплины студенты должны владеть:

- знаниями в области строения молекул, неорганической и физической химии;
- умениями предсказать свойства веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и периодической системы элементов;
- навыками и опытом деятельности работы в химической лаборатории с основным оборудованием и посудой.

Дисциплина «Органическая химия» является базовой для дисциплин «Химия высокомолекулярных соединений», «Биохимия с основами биорегуляции», дисциплин по выбору, а также выполнения ВКР.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Очная форма обучения

| Вид учебной работы | Объем зачетных единиц / часов по формам обучения |
|--|--|
| Максимальная учебная нагрузка (всего) | 540/15 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего) | 272 |
| в том числе: | |
| лекции | 112 |
| лабораторные занятия (включая защиту отчета по лабораторным работам) | 152 |
| КСРС | 8 |
| Самостоятельная работа студента (всего) | 196 |
| в том числе: | |
| внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям | 60 |
| внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным занятиям и защите отчета | 76 |
| подготовка к контрольной работе | 30 |
| выполнение заданий для самостоятельной работы в системе управления обучением MOODLE | 30 |
| Экзамен | 72 |
| Промежуточная аттестация в форме экзамена (5 и 6 семестры) | |

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Очная форма обучения

| Наименование тем (разделов). | Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий |
|------------------------------|---|
| | |

| Органическая химия | | Б1.Б.24 | | |
|--|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| | Занятия лекционного типа | Занятия лабораторного типа | Другие виды учебных занятий | Самостоятельная работа обучающихся |
| Раздел 1. Введение в органическую химию | 10 | 20 | | 20 |
| Тема 1.1. Предмет органической химии. Классификация и номенклатура органических соединений | 2 | 4 | | 4 |
| Тема 1.2. Современные представления о строении органических соединений | 2 | 4 | | 4 |
| Тема 1.3. Изомерия органических соединений | 2 | 4 | | 4 |
| Тема 1.4. Механизмы реакций в органической химии | 2 | 4 | | 4 |
| Тема 1.5. Органические кислоты и основания | 2 | 4 | | 4 |
| Раздел 2. Алифатические углеводороды | 14 | 20 | | 16 |
| Тема 2.1. Алканы | 4 | 6 | | 4 |
| Тема 2.2. Алкены | 4 | 6 | | 4 |
| Тема 2.3. Алкины | 4 | 4 | | 4 |
| Тема 2.4. Алкадиены | 2 | 4 | | 4 |
| Раздел 3. Производные алифатических углеводородов | 36 | 40 | | 36 |
| Тема 3.1. Галогенпроизводные алифатических углеводородов | 4 | 4 | | 4 |
| Тема 3.2. Спирты и простые эфиры | 4 | 4 | | 2 |
| Тема 3.3. Алифатические альдегиды и кетоны | 4 | 6 | | 4 |
| Тема 3.4. Предельные одноосновные карбоновые кислоты | 2 | 4 | | 2 |
| Тема 3.5. Производные алифатических карбоновых кислот | 4 | 6 | | 4 |
| Тема 3.6. Непредельные и дикарбоновые алифатические карбоновые кислоты | 4 | 4 | | 4 |
| Тема 3.7. Альдегидо- и кетокислоты алифатического ряда | 4 | 4 | | 4 |
| Тема 3.8. Гидроксикислоты алифатического ряда | 2 | 4 | | 4 |
| Тема 3.9. Алифатические амины | 4 | 2 | | 4 |
| Тема 3.10. Аминокислоты алифатического ряда | 4 | 2 | | 4 |
| Раздел 4. Алициклические и ароматические углеводороды и их производные | 36 | 58 | | 92 |
| Тема 4.1. Алициклические углеводороды | 4 | 4 | | 8 |
| Тема 4.2. Ароматические углеводороды | 4 | 6 | | 8 |
| Тема 4.3. Галогенпроизводные ароматических углеводородов | 4 | 6 | | 8 |
| Тема 4.4. Ароматические спирты и фенолы | 2 | 6 | | 8 |
| Тема 4.5. Ароматические альдегиды и кетоны. Хиноны | 4 | 4 | | 6 |
| Тема 4.6. Ароматические карбоновые кислоты и их производные | 2 | 4 | | 6 |
| Тема 4.7. Ароматические сульфоновые кислоты | 2 | 4 | | 8 |
| Тема 4.8. Ароматические нитросоединения | 2 | 4 | | 8 |
| Тема 4.9. Ароматические амины | 4 | 6 | | 8 |
| Тема 4.10. Ароматические диазосоединения | 4 | 6 | | 8 |
| Тема 4.11. Многоядерные ароматические соединения с изолированными кольцами | 2 | 4 | | 8 |
| Тема 4.12. Ароматические углеводороды с конденсированными ядрами | 2 | 4 | | 8 |
| Раздел 5. Гетероциклические соединения | 16 | 14 | | 32 |
| Тема 5.1. Углеводы | 4 | 4 | | 8 |
| Тема 5.2. Пятичленные гетероциклические соединения | 6 | 4 | | 8 |
| Тема 5.3. Шестичленные гетероциклические соединения | 4 | 4 | | 8 |
| Тема 5.4. Нуклеиновые кислоты | 2 | 2 | | 8 |

| | | | | |
|--------------------|-----|-----|---------|-----|
| Органическая химия | | | Б1.Б.24 | |
| КСРС | | | 8 | |
| Экзамен | | | 72 | |
| ИТОГО: 540 часов | 112 | 152 | | 196 |

Раздел. 1. Введение в органическую химию

Тема 1.1. Предмет органической химии. Классификация и номенклатура органических соединений

Предмет органической химии. Его значение в формировании современного химика-исследователя, инженера и преподавателя. Этапы развития органической химии. Эмпирический период, теория витализма. Аналитический период, теория радикалов, теория типов. Структурный период, теория химического строения органических веществ. Основные положения теории А.М. Бутлерова. Стереохимическая теория, работы Я. Вант-Гоффа, Ж. Лебеля.

Состав и строение органических соединений. Гомология, изомерия. Классификация органических соединений по углеродному скелету, функциональным группам, степени ненасыщенности. Номенклатура органических соединений. Типы номенклатуры. Принципы номенклатуры IUPAC.

Тема 1.2. Современные представления о строении органических соединений

Основные положения теории строения органических соединений А.М.Бутлерова. Электронные представления в органической химии. Основные принципы квантовой органической химии. Концепция гибридизации и ее приложение к органическим объектам. σ - и π -Связи атомов углерода. Физические характеристики связей: длина, валентные углы, энергия, полярность, поляризуемость, дипольный момент, потенциал ионизации. Делокализованная химическая связь. Сопряжение и ароматичность. Структурные и сольватационные эффекты в органических молекулах и интермедиатах.

Реакционная способность молекул. Электронные эффекты. Определение индукционного эффекта: зависимость от заряда заместителя, электроотрицательности, кратности связей. Определение мезомерного эффекта, $+M_{эф}$, $-M_{эф}$, неполярный M эффект. Сравнительный анализ индукционного эффекта. Отрицательный и положительный индукционные эффекты. Общие закономерности индуктивного и мезомерного эффектов.

Тема 1.3. Изомерия органических соединений

Явление изомерии. Определение. Структурная изомерия (статическое состояние): изомерия углеродной цепи, изомерия функциональных групп, изомерия положения функциональных групп. Структурная изомерия (динамическое состояние): таутомерия.

Пространственная изомерия – стереоизомерия (статическое состояние): конфигурационная изомерия (геометрическая, цис-, транс-изомерия, оптическая изомерия). Конфигурационная изомерия, определение, причины возникновения. Определение геометрической изомерии, устойчивость изомеров, условия перехода изомеров. Оптическая изомерия, определение, понятия хиральной молекулы, хирального центра, энантиомера (антипода), определение антиподов. Устройство поляриметра. Лево- и правовращающие изомеры. Рацематы, явление рацемизации. Правила записи проекционных формул Фишера. Перспективные формулы. Абсолютная и относительная конфигурация оптических изомеров. D-L-номенклатура. R-S-номенклатура Кана-Ингольда-Прелога. Правила старшинства заместителей. Соединение с двумя хиральными центрами. Построение проекций Фишера. Диастереоизомеры. Мезо-формы. Эритро- и трео-номенклатура. Представление об оптической изомерии соединений, не содержащих асимметрического атома углерода. Геометрическая изомерия соединений с двойной связью. Цис-, транс- и, Z-, E- -номенклатура. Пространственная изомерия (динамическое состояние): конформационная изомерия.

Тема 1.4. Механизмы реакций в органической химии

Механизмы органических реакций. Понятия реагент, субстрат, интермедиат, переходное состояние, скорость-определяющая стадия. Свободнорадикальный механизм реакций (R), условия протекания радикальных реакций. Гетеролитический разрыв связи, электрофильный (E) и нуклеофильный (N) механизмы реакций. Основные условия протекания гетеролитических реакций. Определение и примеры нуклеофильных и электрофильных агентов.

Классификация органических реакций. Классификации по направлению, механизму, молекулярности. По направлению: реакции присоединения, замещения, элиминирования, перегруппировки. По молекулярности: мономолекулярные, бимолекулярные.

Тема 1.5. Органические кислоты и основания

Кислоты и основания Бренстеда. Кислотно-основные равновесия, константы кислотности и основности. Влияние заместителей на кислотность и основность. Кислоты и основания Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований (ЖМКО)

Раздел 2. Алифитические углеводороды

Тема 2.1. Алканы

Определение алканов, общая формула, гомологический ряд. Номенклатура. Тривиальная, рациональная, систематическая. Строение и изомерия. Наличие структурной и пространственной (конформационной) изомерии. Конформационная изомерия молекулы бутана: анти-конформация, гаус-конформация, понятие скошенного бутанового взаимодействия.

Физические свойства. Зависимость температур кипения и плавления от строения и молекулярной массы алканов.

Способы получения. Распространение в природе. Промышленные способы получения. Первичная переработка нефти. Фракции. Моторное топливо для двигателей внутреннего сгорания. Октановая шкала. Реактивное топливо. Цетановая шкала. Вторичная переработка нефти. Сравнительный анализ термического и каталитического крекинга. Условия риформинга и платформинга. Получение синтетического моторного топлива. Условия синтеза Фишера-Тропша, синтез-газ, катализаторы, применение.

Препаративные способы получения алканов. Синтезы с сохранением углеродной цепи. Гидрирование непредельных углеводородов. Восстановление галогенопроизводных. Гидролиз магнийорганических соединений. Синтезы с изменением углеродного скелета. Увеличение углеродной цепи. Реакция Вюрца. Реакция Кольбе. Реакции, сопровождающиеся укорочением цепи. Декарбоксилирование солей карбоновых кислот.

Химические свойства. Энергетические характеристики С-С и С-Н связей. Условия гомолитического разрыва связей. Избирательность радикальных реакций. Устойчивость радикальных частиц различного строения.

Реакции замещения. Галогенирование. Активность галогенирующих агентов. Механизм радикального галогенирования на примере хлорирования метана. Стадии свободнорадикальных процессов: зарождение цепи, рост цепи, обрыв цепи. Условия, особенности. Влияние температуры на селективность радикального хлорирования. Причины высокой селективности радикального бромирования. Особенности прямого фторирования алканов. Способы получения фторалкилов. Возможности радикального иодирования. Нитрование. Условия и селективность жидкофазного нитрования по М.И. Коновалову. Парофазное нитрование, условия, особенности. Сульфирование и сульфохлорирование. Реагенты, условия, механизм.

Реакции окисления. Ограничения для проведения реакций окисления. Каталитическое окисление высших алканов до карбоновых кислот. Крекинг алканов. Механизм термического крекинга. Типы превращения радикалов: рекомбинация и диспропорционирование. Примеры рекомбинации радикалов. Типы диспропорционирования радикалов: реакции переноса радикальной цепи и β -расщепление. Механизм термического крекинга.

Изомеризация алканов нормального строения. Реакция ароматизации. Работы Н.Д. Зелинского. Использование алканов в синтезе органических соединений, в промышленности в качестве топлива.

Тема 2.2. Алкены

Гомологический ряд алкенов. Общая формула. Рациональная и систематическая номенклатура алкенов. Виды изомерии алкенов: изомерия цепи, изомерия положения двойной связи, пространственная (геометрическая) изомерия. E-, Z-номенклатура, правила старшинства в E-, Z-номенклатуре. Методы определения устойчивости пространственных изомеров. Гидрирование цис- и транс-изомеров, теплоты гидрирования, как критерий устойчивости различных пространственных изомеров. Причины различной устойчивости алкилзамещенных алкенов: эффект гиперконъюгации, различие в длине и энергии связей.

Получение алкенов. Элиминирование двух групп от вицинальных атомов углерода насыщенных соединений: дегидрогалогенирование алкилгалогенидов, дегидратация спиртов, дегалогенирование вицинальных дигалогенидов, элиминирование третичных аминов по Гофману из тетраалкиламмонийных солей, дегидрирование алканов. Гидрирование алкинов. Синтез алкенпроизводных с использованием альдольно-кетоновой конденсации.

Химические свойства. Характеристики двойной связи: длина, энергия, поляризуемость, прочность.

Реакции присоединения. Каталитическое гидрирование. Син- и анти-присоединение. Катализаторы гомогенного катализа. Реакции электрофильного присоединения. Механизм реакции электрофильного присоединения. Галогенирование. Образование π -комплекса (КПЗ), σ -комплекса трициклической структуры – бромониевый ион. Стереоспецифичность реакции бромирования. Реакции сопряженного присоединения молекул растворителя. Влияние электронодонорных заместителей на скорость ионного галогенирования. Гидрогалогенирование. Строение карбениевого иона. Присоединение полярных молекул к полярным алкенам. Правило В.В. Марковникова. Современная формулировка правила присоединения. Статистический и динамический факторы. Устойчивость карбокатионов. Хлористый винил в реакциях A_E . Исключения из правила Марковникова В.В. Пероксидный эффект Караша.

Радикальное аллильное замещение. Бромирование под действием бромсукцинимиды. Высокотемпературное хлорирование.

Окисление алкенов. Реакции окисления с сохранением углеродного скелета. Эпоксидирование – реакция Н.А. Прилежаева. Син-присоединение, образование оксиранового цикла, механизм эпоксидирования. Эпоксидирующие агенты. Условия окисления этена до этиленоксида. Син-гидроксилирование алкенов – реакция Е.Е. Вагнера. Условия, механизм, окислители. Окислительное расщепление с образованием кислот. Окислительное расщепление с образованием карбонильных соединений – озонирование, реакция Гарриеса. Механизм озонирования, образование мольозонида, триозонида. Кислотное расщепление озонидов. Восстановительное расщепление озонидов.

Полимеризация алкенов. Определение реакции полимеризации, мономера, элементарного звена. Радикальная полимеризация алкенов. Механизм, условия, инициаторы радикальной полимеризации. Ионная полимеризация. Условия катионной полимеризации. Механизм участия в качестве катализаторов кислот Льюиса. Условия и механизм анионной полимеризации. Координационная полимеризация. Атактические, синдиотактические и изотактические полимеры. Использование катализаторов для стереорегулярной

полимеризации. Работы К. Циглера и Дж. Натта. Значение этиленовых углеводородов для органического синтеза.

Тема 2.3. Алкины

Ацетиленовые углеводороды. Гомологический ряд, общая формула. Сравнительный анализ энергии и длины связей для различных типов гибридизации. Цилиндрическая симметрия π -молекулярной орбитали.

Номенклатура алкинов. Старшинство кратных связей и функциональных групп.

Получение алкинов. Промышленные и лабораторные способы получения ацетилена. Алкилирование ацетиленид-иона. Механизм, условия. Участие первичных, вторичных и третичных галогеналкилов. Примеры реакций. Реакции отщепления. Дегидрогалогенирование вицинальных дигалогенидов. Протекание побочных процессов изомеризации. Условия получения терминальных алкинов. Дегидрогалогенирование геминальных дигалогенидов. Использование в качестве исходных агентов кетонов и альдегидов.

Химические свойства. Общая характеристика химических свойств алкинов исходя из строения.

Реакции замещения. Проявление кислотных свойств в реакциях замещения атома водорода в терминальных алкинах. Условия образования и свойства ацетиленидов щелочных металлов, серебра, меди.

Радикальное замещение атомов водорода под действием бромсукцинимидов. Сравнение активности пропаргильного и аллильного атомов водорода.

Реакции присоединения. Каталитическое гидрирование. Стадийность процесса. Селективность катализаторов. Катализатор Линдлара.

Реакции электрофильного присоединения. Механизм и условия реакций галогенирования и гидрогалогенирования. Присоединение к терминальными и симметричным алкинам. Гидратация алкинов. Образование неустойчивых енолов. Правило и перегруппировка Эльтекова. Присоединение карбоновых кислот, сульфенгалогенидов, солей ацилия.

Реакции нуклеофильного присоединения. Присоединение спиртов, механизм реакции, условия.

Радикальное присоединение бромоводорода в присутствии пероксидов.

Реакции окисления. Окисление с образованием карбоновых кислот, α -дикетонов. Окислительное сочетание – реакция Глазера-Эглинтонна. Горение ацетилена.

Этинилирование карбонильных соединений. Реакция А.Е. Фаворского. Механизм взаимодействия алкинов с кетонами с образованием ацетиленовых спиртов. Применение магний галогенидов. Комплекс Иощича. Взаимодействие ацетиленидмагнийидов с CO_2 с образованием пропаргильных кислот. Условия и механизм реакции Реппе.

Димеризация и циклоолигомеризация алкинов. Получение винацетилена и дивинацетилена реакцией димеризации. Условия реакции циклоолигомеризации. Синтез Бергло. Реакция Н.Д. Зелинского. Реакция Реппе. Катализаторы в синтезе бензола. Применение трифенилфосфиндикарбонилникеля. Дизамещенные алкины в синтезе ароматических углеводородов. Получение 1,3,5,7-циклооктатетраена.

Изомеризация алкинов. Превращение симметричных алкинов в терминальные под действием щелочных металлов, амида натрия. Перемещение тройной связи в центр молекулы под действием спиртовых растворов щелочей.

Использование алкинов в органическом синтезе, промышленности.

Тема 2.4. Алкадиены

Гомологический ряд диеновых углеводородов. Общая формула. Классификация. Кумулированные диеновые углеводороды, сопряженные диеновые углеводороды, изолированные диеновые углеводороды. Строение алкадиенов. π - π -Сопряжение, длины связей, общее π -молекулярное облако. Сравнительный анализ длины σ -связи, образованной атомами углерода различной гибридизации. Использование электронной спектроскопии для доказательства π - π -сопряжения. Цисоидная и трансидная формы бутадиена-1,3. Устойчивость конформаций.

Получение алкадиенов. Каталитическое дегидрирование бутан-бутеновой и пентан-пентеновой фракций, полученных при крекинге нефти. Дегидратация гликолей. Дегидратация непредельных спиртов. Использование кротилового спирта. Механизм реакции. Применение этанола для получения дивинила. Химизм процесса. Стереоселективное восстановление 1,3-диенов.

Химические свойства. Распределение электронной плотности в молекуле сопряженного диена. Резонансный гибрид. Мезоформула. Энергия сопряжения. Поляризуемость π -МО, возможность присоединения в положения 1 и 4.

Реакции присоединения. Гидрирование атомарным водородом. Электрофильное присоединение. Механизм реакции галогенирования и гидрогалогенирования. Причины присоединения в положения 1,2 и 1,4. Строение вторичного аллильного карбокатиона. Влияние температуры на соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Присоединение полярных молекул к полярным алкадиенам. Применимость правила Марковникова В.В. Гипогалогенирование. Радикальное присоединение бромоводорода в пероксидной среде. Диеновый синтез – реакция Дильса-Альдера – [4+2]-циклоприсоединение. Диен и диенофил, реакционная способность диенофила. Стереоспецифичность реакции циклоприсоединения. Примеры реакции диенового синтеза.

Реакции полимеризации. Синтез каучуков – эластомеров. Натуральный каучук, свойства, строение. Синтетический каучук. Способ получения дивинилового каучука по методу С.В. Лебедева. Стереорегулярные каучуки, синтез, свойства. Использование катализаторов Циглера-Натта, бутиллития. Анионный механизм

стереорегулярной полимеризации. Синтез полиизопрена. Цис-полиизопрен, транс-полиизопрен (гуттаперча). Вулканизация каучуков. Работы Ч. Гудбира. Соплимерные каучуки: бутадиенстирольный (Буна-S), бутадиеннитрильный (Буна-N), бутилкаучук. Физико-химические и химические методы установления строения каучуков.

Раздел 3. Производные алифатических углеводородов

Тема 3.1. Галогенпроизводные алифатических углеводородов

Определение. Классификация галогеналкилов: по положению атома галогена, по количеству атомов галогена, по природе галогена. Номенклатура. Виды изомерии: структурная, конформационная, оптическая. Физические свойства галогеналкилов.

Способы получения: радикальное галогенирование алканов, электрофильное галогенирование и гидрогалогенирование алкенов и алкинов, радикальное гидробромирование алкенов и алкинов, аллильное радикальное замещение. Галогенирование спиртов галогеноводородами, другими галогенирующими агентами, механизм, условия.

Химические свойства. Общая схема химической активности галогеналкилов. Поляризация связи C-Hal. Изменение физико-химических параметров связи C-галоген в ряду: фтор-, хлор-, бром-, иод-производных.

Реакции нуклеофильного замещения. Понятие нуклеофила, уходящей группы, нуклеофуга. Классификация реакций нуклеофильного замещения: по изменению заряда в субстрате и нуклеофиле, по типу механизма замещения. Реакции нуклеофильного замещения, протекающие по S_N1 - и S_N2 - механизмам. Работы К. Ингольда и Э. Хьюза.

Общая характеристика S_N1 -механизма. Описание двухстадийного процесса, образование на первой медленной стадии трехкоординированного карбокатиона. Кинетическое уравнение первого порядка. Энергетическая диаграмма. Влияние стабильности карбокатиона на скорость реакции S_N1 . Влияние растворителя на скорость образование карбокатиона. Стереохимический результат S_N1 -механизма – рацемизация.

Общая характеристика S_N2 -механизма. Описание одностадийного процесса замещения. Строение, природа и механизм образования переходного состояния. Кинетическое уравнение второго порядка, энергетическая диаграмма. Стереоспецифичность реакций S_N2 . Вальденовское обращение, классический пример реакции изотопного замещения иода (К. Ингольд, Э. Хьюз). Влияние стерических факторов на S_N2 -реакции: количество и объем заместителей при α - и β -углеродных атомах.

Понятия нуклеофильности и основности. Влияние на нуклеофильность атомов и групп атомов различных типов электронов, заряда ядра атома, атомного радиуса, электронного влияния заместителей, природы растворителей. Влияние растворителей на скорость S_N1 - и S_N2 -реакций.

Реакции элиминирования. Классификация реакций элиминирования: по месту отщепления уходящих групп, по механизму протекающих процессов. α -Элиминирование, образование карбенов. β -Элиминирование, протекающее по механизмам E1 и E2. Механизм E1 элиминирования: кинетическое уравнение первого порядка, энергетическая диаграмма. Скорость элиминирования для третичных галоидных алкилов. Сравнение скоростей E1 и S_N1 -реакций. Внутримолекулярные перегруппировки E1-реакций: аниотропная 1,2-миграция гидрид иона, изомеризация алкильной группы. Примеры перегруппировок. Современная формулировка правила А.М. Зайцева. Исключения из правила Зайцева: превалирование стерического фактора над устойчивостью. E2-механизм, структура переходного состояния, кинетическое уравнение второго порядка, энергетическая диаграмма. Влияние на соотношение продуктов S_N2 -замещения и E2-элиминирования: природа радикала, природа основания и нуклеофила, температура реакции. Ряд активности оснований. Использование сильных пространственно затрудненных оснований в реакциях с первичными, вторичными и третичными алкилгалогенидами. Правило Гофмана. Условия проведения элиминирования по правилу Зайцева для третичных, вторичных и первичных галогеналкилов. Влияние структурных факторов субстрата. Влияние температуры.

Тема 3.2. Спирты и простые эфиры

Спирты, классификация и номенклатура. Способы получения. Промышленные способы: гидратация алкенов, использование синтез-газа. Лабораторные способы: гидролиз первичных и вторичных галогеналкилов под действием водной щелочи, супероксида калия. Восстановление альдегидов и кетонов под действием комплексных гидридов. Восстановление сложных эфиров и карбоновых кислот. Синтез спиртов из карбонильных соединений и производных карбоновых кислот с помощью магний органических соединений.

Химические свойства. Спирты как слабые OH-кислоты. Влияние структуры радикала на кислотные свойства спиртов. Взаимодействие с активными металлами, сильными основаниями (амидами щелочных металлов, гидридами, реактивами Гриньяра). Строение и свойства алкоголятов. Основные свойства спиртов. Взаимодействие с кислотами Льюиса с образованием донорно-акцепторных комплексов, с сильными кислотами – с образованием ионов алкоксония.

Нуклеофильные свойства спиртов. Образование простых эфиров взаимодействием спиртов с галогеналкилами, спиртами. Метод Вильямсона. Образование полуацеталей и ацеталей. Реакция этерификации, механизм, условия.

Реакции нуклеофильного замещения OH-группы. Конкурирующие процессы при действии нуклеофила на спирты. Активность галогеноводородных кислот в реакциях нуклеофильного замещения OH-группы. Влияние структуры радикала на активность спиртов в реакциях S_N . Замещение OH-группы под действием

хлорид-иона. Реактив Лукаса. S_N1 и S_N2 замещение ОН-группы. S_N1 -реакции для третичных спиртов, перегруппировки: 1,2-гидридный сдвиг, скелетная изомеризация. S_N2 -реакции для первичных и вторичных спиртов. Галогенирование под действием галогенангидридов минеральных кислот. Особенности работы с хлористым тиоилом. Замещение ОН-группы при действии хлористого тионила в присутствии третичных аминов, сопровождающееся инверсией конфигурации у хирального атома углерода.

Дегидратация спиртов. Дегидратирующие агенты. Механизм реакции внутримолекулярной дегидратации первичных спиртов. Механизм межмолекулярной дегидратации: образование простых эфиров. Механизм дегидратации вторичных и третичных спиртов (E1-элиминирование).

Окисление спиртов. Окисление первичных спиртов до альдегидов. Использование оксида хрома (VI) с третичными аминами, реагент Саррета-Коллинза, реактив Кори. Окисление непредельных спиртов. Окисление вторичных спиртов до кетонов реактивом Джонса. Окисление спиртов кислородом воздуха на катализаторах.

Номенклатура, строение, устойчивость вицинальных и геминальных диолов. Правило Эльтекова-Эрленмейера. Физические свойства.

Получение. Стереоселективное син- и анти-гидроксилирование алкенов. Восстановительная димеризация кетонов – пинаконовое восстановление. Усовершенствованный метод восстановительной димеризации (работы Э. Кори). Гидролиз галогенпроизводных, получение глицерина из пропена. Получение глицерина гидролизом жиров.

Химические свойства. Сравнительный анализ кислотных свойств одно- и многоатомных спиртов. Образование моногликолятов и гликолятов щелочных металлов, переходных металлов. Дегидратация. Дегидратация до диенов. Дегидратация с пинаколиновой перегруппировкой. Образование циклических эфиров и эпоксидов. Окислительное расщепление диолов. Окисление под действием йодной кислоты и тетраацетата свинца. Механизм действия окислителей. Применение многоатомных спиртов.

Простые эфиры. Способы получения. Химические свойства простых эфиров: образование оксониевых солей, расщепление кислотами, окисление, галогенирование. Виниловые эфиры и их получение. Краун-эфиры. Получение и применение в синтетической практике. Оксираны. Методы синтеза. Реакции с нуклеофильными и электрофильными реагентами. Оксид этилена в промышленном синтезе.

Тема 3.3. Алифатические альдегиды и кетоны

Гомологический ряд альдегидов и кетонов. Номенклатура карбонильных соединений. Физические свойства альдегидов и кетонов.

Способы получения. Окисление первичных и вторичных спиртов под действием селективных окислителей. Озонолиз алкенов с последующим восстановительным расщеплением озонидов. Восстановление производных карбоновых кислот: галогенангидридов (метод Розенмунда), сложных эфиров. Гидратация ацетиленовых углеводородов. Пинаколиновая перегруппировка. Окислительное расщепление гликолей. Пиролиз кальциевых, бариевых, ториевых солей карбоновых кислот. Гидроформилирование алкенов (оксосинтез). Использование гомогенных металлокомплексных катализаторов – октакарбонилдикообальта, гидрохлорида дициклопента-диенилциркония. Получение ацетальдегида каталитическим окислением под действием водного раствора хлоридов палладия и меди (Вакер-процесс). Получение формальдегида каталитическим окислением метанола.

Строение карбонильных соединений. Длины связей, валентные углы, sp^2 -гибридизация карбонильного углерода. Строение карбонильной группы, поляризация C=O связи.

Химические свойства. Общая схема реакционных центров в молекуле карбонильного углеводорода. Основные типы реакций: реакции нуклеофильного присоединения, реакции замещения у α -углеродного атома, конденсация карбонильных соединений.

Реакции нуклеофильного присоединения. Механизм нуклеофильного присоединения. Причины высокой реакционной способности альдегидов в реакциях нуклеофильного присоединения: стерический фактор, более высокая термодинамическая стабильность кетонов, обусловленная гиперконъюгацией σ -связей при α -углеродных атомах, действием +I-эффекта, более высокой прочностью σ -связей $C_{sp^2}-sp^3$. Ряд активности карбонильных соединений. Нуклеофильные агенты: нейтральные молекулы, анионы. Типы реакций нуклеофильного присоединения.

Присоединение без последующей дегидратации. Гидратация. Образование ацеталей и кеталей в реакциях со спиртами. Механизм образования ацеталей, кислотный и основной катализ образования полуацеталей, образование ацеталей в кислой среде. Использование реакции со спиртами для защиты карбонильной группы. Образование циангидринов. Механизм реакции, работы Лепуорта. Присоединение гидросульфита натрия. Реакции с металлорганическими соединениями.

Присоединение с последующей дегидратацией. Присоединение аммиака. Синтез уротропина, 1,3,5-тринитропергидротриазина. Присоединение первичных и вторичных аминов: образование иминов (оснований Шиффа) и енаминов. Механизм образования иминов и енаминов. Влияние кислотности среды на образование иминов. Взаимодействие с гидроксиламином, гидразином, фенилгидразином и т.д.

Полимеризация альдегидов. Полимеризация метанола в водной среде, образование параформальдегида. Работы А.М. Бутлерова, Г. Штаудингера.

Замещение у α -углеродного атома. Закономерности реакции галогенирования карбонильных соединений. Кетоенольная таутомерия. Механизм образования енола при кислотнокатализируемом галогенировании. Образование енолят-иона при щелочном катализе. Механизм галоформенной реакции.

Конденсации карбонильных соединений. Альдольная конденсация, механизм, условия, правила альдольной конденсации. Кротоновая конденсация. Побочные реакции при альдольно-кротоновой конденсации: присоединение альдегидов и кетонов к продуктам альдольно-кротоновой конденсации, внутримолекулярные циклизации, реакция Михаэля.

Восстановление альдегидов и кетонов. Каталитическое гидрирование до спиртов. Восстановление под действием комплексных гидридов. Реакция Мейервейна-Понндорфа-Оппенауэра-Варлея под действием изопропилата алюминия. Восстановление карбонильных соединений до углеводов: восстановление по Клеменсену амальгамированным цинком в соляной кислоте, восстановление по Вольфу-Кижнеру гидразином.

Окисление альдегидов и кетонов. Окисление альдегидов реагентом Джонса до карбоновых кислот, реагентом Толленса, реакция "серебряного зеркала". Окисление кетонов по правилу Попова. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов и кетонов. Реакция Тищенко. Практическое использование альдегидов и кетонов.

α,β -Непредельные альдегиды и кетоны. Методы получения: конденсация, окисление аллиловых спиртов. Структурные особенности α,β -непредельных альдегидов и кетонов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения литийорганических соединений, триалкилборанов, диалкил- и диарилкупратов, аминов, цианистого водорода, галогеноводородов. Сопряженное присоединение енолятов и енаминов (Михаэль). Восстановление α,β -непредельных карбонильных соединений.

Тема 3.4. Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Гомологический ряд, номенклатура и физические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот.

Способы получения. Окисление алканов, алкенов, алкинов, алкадиенов, спиртов, карбонильных соединений. Карбонилирование алкенов. Карбоксилирование реактивов Гриньяра. Кислотный и щелочной катализ нитрилов. Гидролиз тригалогеналкилов. Гидролиз производных карбоновых кислот. Синтезы на основе малонового и ацетоуксусного эфиров. Промышленные способы получения уксусной и муравьиной кислот.

Химические свойства. Электронное строение карбоксильной группы. Сравнительный анализ реакционной способности карбоновых кислот, общие химические свойства, характерные для карбоновых кислот. Кислотно-основные свойства карбоновых кислот. pK_a Карбоновых кислот, влияние заместителей на силу кислотных свойств. Восстановление карбоновых кислот. Восстановление до спиртов, основные восстановители. Декарбоксилирование. Термическое декарбоксилирование, влияние заместителей, температуры. Термическое разложение солей карбоновых кислот. Окислительное декарбоксилирование: электролиз по Кольбе, реакция Бородина-Хундиккера. Галогенирование карбоновых кислот и их производных. Высокотемпературное галогенирование карбоновых кислот. Селективное α -галогенирование по методу Гелль-Фольгарда-Зелинского.

Тема 3.5. Производные алифатических карбоновых кислот

Номенклатура производных карбоновых кислот. Строение сравнительный анализ реакционной способности производных карбоновых кислот.

Ацилгалогениды Способы получения, основные галогенирующие агенты. Химические свойства. Гидролиз, алкоголиз, аминлиз, условия, реагенты. Восстановление до спиртов, до альдегидов, применение металлокомплексного катализа. Метод К. Розенмунда.

Ангидриды карбоновых кислот. Способы получения и основные химические свойства.

Сложные эфиры. Практическое применение, распространение в природе. Получение сложных эфиров. Реакция этерификации, алкоголиз нитрилов. Свойства сложных эфиров. Гидролиз, условия, агенты. Классификация механизмов гидролиза по К. Ингольду: тип катализа, тип расщепления, молекулярность реакции. Основные механизмы катализа A_{AC2} и B_{AC2} . Переэтерификация. Аминлиз.

Амиды карбоновых кислот. Практическое применение, распространение в природе. Получение амидов. Аминирование под действием аммиака, первичных и вторичных аминов, механизм реакции. Перегруппировка Бекмана. Свойства амидов. Гидролиз, восстановление, дегидратация, нитрозирование, галогенирование. Механизм и условия перегруппировки А. Гофмана.

Нитрилы. Способы получения. S_N2 реакции алкилгалогенидов с цианидами калия или натрия. Дегидратация первичных амидов под действием хлористого тионила. Химические свойства. Гидролиз, алкоголиз, восстановление.

Производные угольной кислоты: фосген, мочевины и ее производные, эфиры угольной кислоты, изоцианаты, уретаны, семикабазид, ксантогенаты. Получение и основные свойства.

Тема 3.6. Непредельные и дикарбоновые алифатические карбоновые кислоты

Номенклатура непредельных карбоновых кислот. Гомологические ряды карбоновых кислот с двойной и тройной связями. Химические свойства α,β -ненасыщенных кислот. Влияние индукционного эффекта на кислотные свойства.

Химические свойства ненасыщенных карбоновых кислот по карбоксильной группе. Применение сложных эфиров в синтезе ВМС: получение полиметилметакрилата (оргстекла), полиметилакрилата (пластмассы), полиакрилонитрила (волокна орлон), бутадиен-нитрильного каучука. Способы получения акрилонитрила.

Химические свойства непредельных кислот по двойной связи. Особенности реакции электрофильного присоединения. Особенности реакции гидрирования. Реакции окисления.

Способы получения непредельных карбоновых кислот.

Строение и состав жиров. Химические свойства: гидролиз, гидрирование.

Двухосновные предельные кислоты. Гомологический ряд предельных дикарбоновых кислот. Строение, номенклатура.

Химические свойства. Повышенные кислотные свойства. Отношение к нагреванию: декарбоксилирование щавелевой и малоновой кислот, внутримолекулярная дегидратация и циклизация янтарной и глутаровой кислот, образование циклических кетонов. Поликонденсация с диаминами и многоатомными спиртами. Окисление дикарбоновых кислот. Синтез карбоновых кислот на основе натриймалоната эфира: получение монокарбоновых кислот, дикарбоновых кислот, янтарной кислоты.

Двухосновные непредельные кислоты. Строение и свойства непредельных дикарбоновых кислот на примере малеиновой и фумаровой кислот. Химические свойства: гидрирование, озонирование, окисление сильными окислителями, электрофильное присоединение. Сравнительная характеристика кислотных свойств малеиновой и фумаровой кислот. Различия в химических свойствах, обусловленные пространственным строением двухосновных непредельных кислот.

Тема 3.7. Альдегидо- и кетокислоты алифатического ряда

Альдегидо- и кетокислоты. Номенклатура и строение альдегидо- и кетокислот. Способы получения альдегидо- и кетокислот. Глиоксильная, пировиноградная, ацетоуксусная кислоты. Сравнительный анализ кислотных свойств альдегидо- и кетокислот. Ацетоуксусный эфир. Способы получения. Конденсация Гейтера-Клайзена. Кето-енольная таутомерия, характерная для ацетоуксусного эфира. Условия существования кетонной и енольной форм. Кислотно-основной катализ кето-енольной таутомерии. Реакции кетонной формы по карбонильной группе, реакции енольной формы по гидроксильной группе. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира, происходящее под действием щелочей различных концентраций. Синтез карбоновых кислот и кетонов на основе ацетоуксусного эфира.

Тема 3.8. Гидроксикислоты алифатического ряда

Гидроксикислоты. Состав и строение гидроксикислот. L-,D- и R-,S-номенклатура гидроксикислот. Правила составления названий в системе Кана-Ингольда-Прелога. Принцип и правила старшинства заместителей. Энантиомеры, диастереомеры на примере хлоряблочной кислоты. Сравнительный анализ физических и химических свойств диастереомеров. Эритро- и трео-формы. Особенности строения и оптических свойств винной кислоты. Рацемические смеси, рацемизация. Мезо-формы. Способы получения α -, β -, γ -гидроксикислот. Реакция Реформатского. Химические свойства. Образование циклических сложных эфиров и амидов.

Тема 3.9. Алифатические амины

Алифатические амины. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура алифатических аминов.

Способы получения. Аминирование спиртов. Алкилирование аммиака галогенидами алкилами – реакция Гофмана. Перегруппировка Гофмана. Восстановление амидов, нитрилов, изоцианидов, нитросоединений.

Химические свойства. Слабые кислотные свойства. Реакции с сильными основаниями: щелочными металлами, магниорганическими соединениями. Основные свойства аминов. Сравнительный анализ основности первичных, вторичных и третичных аминов. Ацилирование аминов. Метод Шоттена-Баумана. Взаимодействие с азотистой кислотой первичных, вторичных и третичных аминов.

Диамины. Использование алифатических диамимнов в синтезе ВМС: получение нейлона.

Тема 3.10. Аминокислоты алифатического ряда

Аминокислоты. Строение и состав аминокислот. Гомологический ряд α -аминокислот. Систематическая номенклатура и тривиальные названия α -аминокислот. Стереохимия α -аминокислот. α -Аминокислоты L-ряда.

Получение аминокислот. Получение α -аминокислот гидролизом белковых молекул. Аминолиз галогенокислот. Аминирование галогенокислот фталимидом – реакция Габриэля. Синтез Штреккера-Зелинского. Восстановительное аминирование оксокислот.

Получение β -аминокислот присоединением аммиака к α , β -ненасыщенным кислотам. Метод Родионова – взаимодействие альдегидов с малоновой кислотой в присутствии аммиака. Получение γ , δ , ϵ -аминокислот гидролизом циклических амидов – лактамов.

Химические свойства. Кислотно-основные свойства. Образование внутренних солей – диполярных ионов. Образование комплексных солей с ионами двухвалентных металлов. Определение изоэлектрической точки. Зависимость величины изоэлектрической точки от строения и состава аминокислоты. Основные реакции по амино- и карбоксильной группам. Декарбоксилирование и дезаминирование аминокислот. Пептидный синтез.

Раздел 4. Алициклические и ароматические углеводороды и их производные

Тема 4.1. Алициклические углеводороды

Определение и классификация циклоалканов. Классификация по числу атомов углерода в цикле, по числу циклов в молекуле, по способу соединения циклов. Классификация по числу атомов углерода в цикле: малые, обычные, средние и макроциклы. Классификация по числу циклов в молекуле: бициклы, трициклы, тетрациклы, полициклы. Классификация по способу соединения циклов: через один общий атом углерода – спирааны; через два и более атомов углерода – мостиковые и конденсированные алициклы. Номенклатура всех типов алициклических соединений. Типы изомерии алициклических углеводородов. Структурная изомерия. Стереои́зомерия.

Строение алициклических углеводородов. Теория Байера. Величина байеровского напряжения. Пространственное строение алициклов. Конформации кресло, ванна. Устойчивость различных конформаций. Пространственное строение циклобутана, циклопентана, циклогексана.

Получение алициклических углеводородов. Химические свойства циклоалканов. Особенности химических свойств соединений с трехчленным циклом. Трансанулярные реакции в средних циклах.

Представления о природных полициклических системах терпенов и стероидов. Каркасные соединения: адамантан, кубан, призмат, тетраэдран.

Тема 4.2. Ароматические углеводороды

Определение ароматических углеводородов. Общая формула, характерная для ароматических углеводородов. История открытия и определения строения ароматических углеводородов. Формула Кекуле. Явление осцилляции. Формулы Клауса, Дьюара, Армстронга, Ладенбурга, Тиле. Результаты рентгеноструктурного исследования молекулы бензола. Современные представления о строении бензола. Критерии ароматичности, правило Хюккеля. Антиароматичность.

Классификация ароматических углеводородов: моноядерные, многоядерные, небензоидные. Номенклатура и изомерия ароматических углеводородов.

Небензоидные ароматические системы. Циклопропенилий катион, циклопентадиенид-ион. Взаимодействие циклопентадиенид-иона с ионами металлов, образование металлоценов. Строение и свойства ферроценов. Тропилий-катион. Семичленная ароматическая система трополона. Дианион циклооктатетраена. Строение и свойства азулена. Аннулены.

Получение аренов. Коксование углей. Ароматизация нефти. Получение бензола из толуола гидродезметилированием. Тримеризация алкинов - реакция Зелинского. Получение алкилбензолов алкилированием по Фриделю-Крафтсу. Получение бифенил и его производных методом Бергло, реакцией Ульмана, реакцией Вюрца-Фиттига.

Общая характеристика химических свойств ароматических углеводородов. Высокая энергия сопряжения. Основной тип реакций – реакции замещения. Галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Механизм реакции электрофильного замещения в ароматическом кольце. Стадии электрофильного замещения. Строение π - и σ -комплексов.

Влияние заместителей на реакционную способность и ориентацию электрофильного замещения. Понятие электронодонорного и электроноакцепторного заместителей. Понятие позиционной селективности ориентирующего эффекта заместителя. Работы А. Голлемана, Р. Робинсона, К. Ингольда. Правила ориентации. Заместители I рода – о- и п-ориентанты. Электронное строение заместителей I рода, их электронные эффекты – статический фактор. Эффект гиперконъюгации алкильных заместителей – эффект Натана-Бэкера. Таутомерный эффект галогена. Заместители II рода. Однонаправленное действие отрицательного индукционного и мезомерного эффектов. Стабильность промежуточно образующегося σ -комплекса – динамический фактор. Схемы электрофильного замещения в аренах, содержащих различные заместители в ароматическом кольце. Сравнительный анализ устойчивости промежуточно образующихся σ -комплексов. Правила ориентации в дизамещенных аренах. Согласованная и несогласованная ориентация.

Тема 4.3. Галогенпроизводные ароматических углеводородов

Классификация галогенопроизводных по положению галогена в молекуле ароматического углеводорода. Номенклатура.

Способы получения. Галогенирование в ароматическое кольцо. Механизм, галогенирующие агенты, применение катализаторов. Особенности прямого фторирования и иодирования.

Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения галогена. Механизм отщепления-присоединения – кинетический механизм. Действие сильных оснований. Строение промежуточно образующегося дигидробензола. Механизм присоединения-отщепления – S_NAr2 -механизм. Активированное нуклеофильное замещение. Строение, причины стабильности промежуточно образующегося при активированном нуклеофильном замещении σ -комплекса. σ -Комплексы Мейзенгеймера. Природа и активность уходящего галогенид-иона. Нуклеофильное замещение галогена боковой цепи. Сравнительный анализ реакционной способности галогеналкилов и галогенариллов.

Тема 4.4. Ароматические спирты и фенолы

Номенклатура, классификация, физические свойства фенолов и ароматических спиртов.

Способы получения. Схема переработки каменного угля и нефти с целью получения фенола и его гомологов. Щелочное плавление солей ароматических сульфоновых кислот. Метод щелочного плава, применение его для получения β -нафтола и многоатомных фенолов. Окисление изопропиларенов. Кумольный способ. Механизм реакции окисления изопропиларенов. Разложение солей диазония. Замещение аминогруппы – реакция Бухерера.

Химические свойства. Взаимное влияние ОН-группы и ароматического кольца. Кислотные свойства фенолов. Влияние электроноакцепторных групп на кислотные свойства фенолов. Пикриновая кислота. Кислотные свойства двухатомных фенолов.

О-алкилирование и О-ацилирование фенолов. Замещение ОН-группы на нуклеофильные агенты. Электрофильное замещение по ароматическому кольцу. Галогенирование фенолов. Бромирование бромом в водной среде, диоксандибромидом. Особенности хлорирования. Сульфирование фенолов. Влияние температуры на место вхождения сульфогруппы. Нитрование фенолов. Получение полинитрофенолов.

Особенности реакции алкилирования фенолов. Гидроксиметилирование. Получение фенолформальдегидных смол. Бакелиты, новолаки, резол, резит. Карбоксилирование фенола – реакция Кольбе-Шмитта. Окисление фенолов. Получение п- и о-бензохинонов. Применение фенолов и их производных.

Тема 4.5. Ароматические альдегиды и кетоны. Хиноны

Номенклатура ароматических альдегидов и кетонов. Методы синтеза. Специфические свойства: аутоокисление, хлорирование, бензоиновая конденсация, реакции Перкина и Канниццаро. Коричный альдегид. Халконы. Бензофенон, металлкетилы. Дибензоил, бензиловая перегруппировка.

Получение о- и п-бензо- и нафтохинонов. Свойства хинонов: получение моно- и диоксимов, присоединение хлороводорода, анилина, уксусного ангидрида, спиртов, реакция с диенами. Сопоставление свойств хинонов и α,β -непредельных кислот. Восстановление хинонов. Хлоранил, его синтез и использование для окисления. Хингидрон. Комплексы с переносом заряда (КПЗ). Семихиноны. Понятие об анион-радикалах. Гидрохинон как ингибитор свободнорадикальных реакций. Антрахинон: получение, представление о свойствах и применение. Ализарин.

Тема 4.6. Ароматические карбоновые кислоты и их производные

Ароматические карбоновые кислоты. Методы синтеза. Бензойная кислота и ее производные. Пероксibenзойная кислота. Фталевая и терефталевая кислоты, промышленные методы получения. Фталевый ангидрид, фталимид и их использование в органических синтезах.

Тема 4.7. Ароматические сульфоновые кислоты

Номенклатура, классификация, физические свойства сульфоновых кислот.

Механизм реакции сульфирования ароматических углеводородов. Сульфорирующие агенты. Особенности реакции сульфирования.

Строение сульфогруппы. Отрицательные мезомерный и индукционный эффекты сульфогруппы. Химические свойства. Реакции по сульфогруппе. Кислотные свойства сульфоновых кислот. Образование сульфонатов. Растворимость солей сульфоновых кислот. Взаимодействие сульфоновых кислот с органическими основаниями. Восстановление сульфогруппы с образованием сульфиновых кислот и бензотиолов. Образование сульфохлоридов.

Реакции замещения сульфогруппы, протекающие по нуклеофильному механизму. Образование фенолов, бензонитрилов, бензотиолов, нитроаренов.

Электрофильные реакции по ароматическому кольцу сульфоновых кислот.

Сульфонамиды. Незамещенные, моно- и дизамещенные сульфонамиды. NH-кислотность незамещенных и монозамещенных сульфонамидов. Проба Хинсберга. Взаимодействие сульфонамидов с хлором.

Тема 4.8. Ароматические нитросоединения

Строение и классификация нитросоединений ароматического ряда.

Получение нитроаренов. Механизм, условия нитрования ароматических углеводородов, нитрующие агенты. Особенности нитрования алкиларенов.

Электронное строение нитрогруппы. Механизм влияния нитрогруппы на реакционную способность ароматического кольца. Химические свойства нитроаренов. Особенности реакций электрофильного замещения. Реакции активированного нуклеофильного замещения. Механизм, условия, нуклеофильные агенты. Образование нитроновых кислот алифатических и ароматических нитросоединений. Таутомерия нитросоединений. Влияние среды на таутомерное равновесие. Восстановления нитрогруппы. Реакция Зинина. Основные восстановители. Каталитическое и химическое восстановление. Механизм реакции восстановления в кислой и щелочной средах.

Ароматические полинитросоединения. Образование комплексов с переносом заряда.

Тема 4.9. Ароматические амины

Номенклатура и классификация ароматических аминов. Способы получения ароматических аминов. Восстановление нитросоединений: механизм, основные восстановители, условия; аминирование галогенопроизводных. Строение аминогруппы, электронные эффекты. Сравнительный анализ основных свойств алифатических и ароматических аминов. Солеобразование при взаимодействии с сильными кислотами. Свойства солей ароматических аминов. Реакции замещения по аминогруппе: алкилирование, ацилирование. Реакции электрофильного замещения, характерные для ароматических аминов. Взаимодействие с азотистой кислотой. Окисление ароматических аминов.

Тема 4.10. Ароматические diazosоединения

Ароматические diazosоединения. Реакции diazотирования первичных ароматических аминов. Условия diazотирования в зависимости от строения амина. Механизм, природа нитрозирующего агента. Строение и устойчивость солей diaзония. Кислотно-основные равновесия с участием катиона арендиязония.

Реакции diazosоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на гидроксил-, галоген-, циан-, нитрогруппу и водород. Реакции арилирования ароматических соединений солями арендиязония (Гомберг).

Реакции diazosоединений без выделения азота: восстановление до арилгидразина, азосочетание. Азосочетание как реакция электрофильного замещения. Азо- и diazosоставляющие, условие сочетания с аминами и фенолами. Азосоединения, азокрасители.

Тема 4.11. Многоядерные ароматические соединения с изолированными кольцами

Общая классификация многоядерных ароматических соединений: дифенильные системы, дифенилметаны, конденсированные ароматические углеводороды.

Группа дифенила. Общая характеристика физических свойств.

Методы получения: метод М.Бертло, реакция Вюрца-Фиттига, реакция Ульмана, реакция Гомберга-Бахмана, окисление бензола пероксидсерной кислотой.

Строение производных дифенила. Атропоизомерия производных дифенила.

Химические свойства. Бимолекулярное электрофильное замещение. Сравнительный анализ реакционной способности в реакциях электрофильного замещения дифенила и флуорена. Реакции галогенирования, нитрования, ацилирования.

Производные дифенила. 4,4'-диаминодифенил (бензидин), применение бензидина для получения прямых красителей. Полифенилы: о-, м-, п-терфинилы, кватерфенил, квинквифенил, сексифенил и т.д.

Ди- и полифенилметаны. Способы получения: реакция Фриделя-Крафтса в синтезе ди- и трифенилметанов, конденсация карбонильных соединений с ароматическими, магнийорганический синтез, конденсация ароматических аминов с бензотрихлоридом.

Химические свойства дифенилметанов и трифенилметанов. Реакции по метиленовой и метиновой группам: радикальное галогенирование, окисление - получение бензофенона, трифенилметанола. Аминопроизводное бензофенона – кетон Михлера. Тритилгалогениды. Образование свободного тритильного радикала и гексафенилэтана – работы М. Гомберга. Строение и причины устойчивости тритильного радикала. Реакции тритильного радикала: окисление до пероксида, восстановление до аниона, взаимодействие с галогенами, трифенилметанид-ион. СН-кислотность трифенилметана. Реакционная способность трифенилметанида натрия. Образование карбокатионов трифенилметанового ряда, тритил-катион. Трифенилметановые красители. Хромофоры и ауксохромы красителей трифенилметанового ряда. Фиолетовый Дебнера, малахитовый зеленый, бриллиантовый зеленый, парафуксин красный, кристаллический фиолетовый. Схемы синтеза малахитового зеленого, бриллиантового зеленого, кристаллического фиолетового, фуксина. Синтез аурина, фенолфталеина, флуоресцеина.

Ди- и полифенилэтаны, -этилены и -ацетилены. Синтез и основные свойства 1,2-дифенилэтана (добензила), 1,2-дифенилэтилена (стильбена), дифенилацетилена (толана).

Тема 4.12. Ароматические углеводороды с конденсированными ядрами

Открытие нафталина. Доказательство строения конденсированных углеводородов. Классификация конденсированных углеводородов: линейные, угловые (ангулярные) углеводороды. Современные представления о строении конденсированных систем.

Способы получения. Переработка каменноугольной смолы и нефти. Метод Зелинского. Конденсация п-бензохинона и дивинила.

Химические свойства. Сравнительный анализ ароматичности в ряду конденсированных систем: бензол, нафталин, антрацен, фенантрен. Энергия сопряжения конденсированных углеводородов. Реакции электрофильного замещения. Особенности галогенирования, нитрования, сульфирования. Условия получения α - и β -сульфо кислот, энергетическая диаграмма процесса сульфирования. Правила ориентации в монозамещенных нафталенах.

Реакции присоединения: хлорирование, гидрирование. Окисление нафталина, содержащего электроноакцепторные и электронодонорные заместители.

Производные нафталина. Физические свойства, способы получения 1-нафтола. 1,4-Динитронафтол. Нафтиламины. Получение и химические свойства. Нафтохиноны. 1,4-, 1,2- и 2,6-нафтохиноны. Получение и химические свойства. Природные красители и витамины на основе производных 1,4-нафтохинона. Витамины К₁, К₂ и К₃.

Антрацен и другие ацены. Электронное строение и физические свойства антрацена. Способы получения антрацена: использование реакции Вюрца-Фиттига, реакции Фриделя-Крафтса, синтез на основе фталевого ангидрида. Химические свойства. Реакции присоединения. Причины преимущественного присоединения в положения 9,10. Гидрирование антрацена. Окисление различными окислителями. Присоединение диенофилов – реакция Дильса-Альдера. Галогенирование. Реакции электрофильного замещения, характерные для антрацена: нитрование, сульфирование.

Производные антрацена. Антрахинон. 1,2-Дигидрокиантрахинон (ализарин) Применение ализарина в качестве красителя в текстильной промышленности.

Фенантрен. Строение фенантрена. Сравнительный анализ ароматичности фенантрена. Химические свойства: восстановление в различных условиях, галогенирование, окисление. Реакции электрофильного замещения. Синтез фенантрена – метод Пшорра.

Общая характеристика хризена, пирена, бензопирена, коронена.

Раздел 5. Гетероциклические соединения

Тема 5.1. Углеводы

Моносахариды. Классификация и стереохимия моносахаридов. Альдозы (альдотреозы, альдопентозы, альдогексозы) и кетозы. Стереохимия альдоз и кетоз в проекциях Фишера. Циклические полуацетали альдогексоз: глюкопиранозы и глюкофуранозы. α - и β -Аномеры. Формула Хеуорса для аномерных моносахаридов. Таутомерия циклических и открытых форм в растворах моносахаридов, мутаротация глюкозы. Конформации пиранозного цикла. Реакции моносахаридов. Получение гликозидов как особой формы

циклических ацеталей. Синтез простых и сложных эфиров моносахаридов. Окисление альдоз до альдоновых кислот, лактонизация альдоновых кислот. Исчерпывающее окисление моносахаридов иодной кислотой. Образование озазона при взаимодействии с фенилгидразином. Синтез моносахаридов по Килиани–Фишеру и деградация по Волю–Руффу.

Дисахариды (биозы): мальтоза, целлобиоза, лактоза, сахароза. Химические свойства. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды.

Полисахариды – целлюлоза и крахмал. Гетерополисахариды: гиалуроновая кислота, хондроитинсульфат, гепарин. Химические свойства. Образование сложных эфиров: искусственный шелк и бездымный порох.

Тема 5.2. Пятичленные гетероциклические соединения

Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Фуран, тиофен, пиррол. Синтез из 1,4-дикарбонильных соединений (Пааль–Кнорр), синтез пирролов по Кнорру, взаимные переходы (реакция Юрьева). Ароматичность. Мономолекулярные π -орбитали пятичленных ароматических гетероциклов с одним гетероатомом. Реакции электрофильного замещения в пятичленных ароматических гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, формилирование, ацилирование. Ориентация электрофильного замещения. Реакции, характеризующие фуран как диен.

Индол. Синтез производных индола из фенилгидразина и кетонов (Фишер). Реакции электрофильного замещения в пиррольном кольце индола: нитрование, формирование, галогенирование.

Пятичленные гетероциклические соединения с двумя гетероатомами. Пиразол. Имидазол. Оксазол. Тиазол.

Тема 5.3. Шестичленные гетероциклические соединения

Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин, хинолин и изохинолин. Синтез хинолина и замещенных хинолинов из анилинов по Скраупу и Дебнеру–Миллеру. Ароматичность пиридина, молекулярные π -орбитали пиридина. Пиридин и хинолин как основания. Реакции пиридина и хинолина с алкилгалогенидами. Окисление и восстановление пиридина и хинолина. Реакции электрофильного замещения в пиридине и хинолине: нитрование, сульфирование, галогенирование. N-Оксиды пиридина и хинолина и их использование в реакции нитрования. Нуклеофильное замещение атомов водорода в пиридине и хинолине в реакциях с амидом натрия (Чичибабин) и фениллитием. Активация метильной группы с 2- и 4-метилпиридинах и хинолинах. 2-Метилпиридины и хинолины как метиленовые компоненты в реакциях конденсации с альдегидами.

Тема 5.4. Нуклеиновые кислоты

Нуклеиновые кислоты. Нуклеиновые основания, нуклеозиды и нуклеотиды. Первичная структура ДНК и РНК. Нуклеотидный состав ДНК и РНК. Вторичная структура ДНК.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов по дисциплине представлены в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle.

Для самостоятельной проработки материала в течение семестра студентам рекомендуется ряд учебно-методических пособий:

1. Сборник задач и упражнений по органической химии [Текст]: в 2 частях / авт. сост. И. Е. Якунина [и др.]. - Тула : Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Ч.1. - 2008. - 198 с.
2. Номенклатура органических соединений [Текст] : учебно-методическое пособие / авт. сост. И. Е. Якунина [и др.]. - Тула : Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2008. - 68 с.
3. Блохин, Игорь Васильевич. Методические указания к выполнению лабораторных работ по органической химии [Текст] : методическое пособие для студентов направления подготовки 04.03.01 "Химия" и специальности 33.05.01 "Фармация" / И. В. Блохин, И. В. Шахкельдян ; рец. И. И. Демкина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВПО "Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого". - Тула : Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2016. - 108 с.

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Реализация дисциплины «Органическая химия» направлена на формирование трех компетенций:

– способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК -1);

– владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК – 2);

– знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК -6).

Формирование компетенций осуществляется в несколько этапов в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП, соотнесенными с планируемыми результатами обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике.

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Компетенция «способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач» (ОПК -1).

| Дескриптор компетенций | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|------------------------|--|---|
| Знания | теоретических основ органической химии и роли органических веществ в системе научных знаний об окружающем мире | Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Умения | применять знания о свойствах органических веществ для прогнозирования направления протекания химических процессов, характеристики продуктов реакций и условий химических превращений | Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Навыки | владения основными методами органической химии для решения профессиональных задач | Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрано менее 5 баллов) |

Компетенция «владение навыками проведения химического эксперимента, основными

синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций» (ОПК–2).

| Дескриптор компетенций | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|------------------------|--|---|
| Знания | классификации, номенклатуры, способов получения и химических свойств органических веществ | Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Умения | выбирать и применять различные методы получения органических веществ для решения конкретных профессиональных задач | Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Навыки | владения методами и способами получения органических веществ | Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрано менее 5 баллов) |

Компетенция «знание норм техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях» (ОПК -6).

| Дескриптор компетенций | Показатели оценивания | Критерии оценивания |
|------------------------|---|--|
| Знания | основных групп рисков в химических лабораториях и на химических производствах, норм техники безопасности. | Оценка «отлично» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 81 до 100 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Умения | организовывать безопасную работу в химических лабораториях и на химических производствах | Оценка «хорошо» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 61 до 80 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). |
| Навыки | реализации безопасного труда в химических лабораториях и на химических производствах | Оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом за семестр набрал от 41 до 60 баллов (при условии, что на экзамене набрано не менее 5 баллов). Оценка «неудовлетворительно» |

выставляется, если студент в целом за семестр набрал менее 41 балла (или на экзамене набрано менее 5 баллов)

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Типовые тестовые задания

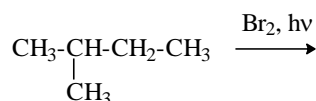
1. Общая формула алкенов...

- а) C_nH_{2n+2}
- б) C_nH_{2n+1}
- в) C_nH_{2n}
- г) C_nH_{2n-2}

2. Пропан в соответствующих условиях реагирует с

- а) бромом
- б) раствором перманганата калия
- в) хлороводородом
- г) водородом

3. Укажите основной продукт реакции:



- а) 1-бром-2-метилбутан
- б) 2-бром-2-метилбутан
- в) 2-бром-3-метилбутан
- г) 1-бром-3-метилбутан

4. Для алкенов наиболее характерны реакции

- а) присоединения и окисления
- б) окисления и замещения
- в) замещения и гидролиза
- г) гидролиза и отщепления

5. Реакция этилена с бромом в растворе тетрахлорида углерода протекает по механизму:

- а) S_R
- б) S_E
- в) A_R
- г) A_E

6. С аммиачным раствором оксида серебра не реагирует

- а) ацетилен
- б) пропин
- в) бутин-1
- г) бутин-2

7. Пропин можно получить:

- а) дегидратацией пропанола-2
- б) дегидрирогалогенированием 2-хлорпропана
- в) дегидрирогалогенированием 1-хлорпропана
- г) дегидрирогалогенированием 1,2-дихлорпропана

8. Натуральный каучук представляет собой:

- а) транс-форму полибутадиена-1,3
- б) цис-форму полиизопрена
- в) транс-форму продукта полимеризации 2-метилбутадиена-1,3

г) цис-форму продукта реакции полимеризации дивинила

9. С помощью бромной воды можно различить

- а) метан и этан
- б) этан и этилен
- в) этилен и ацетилен
- г) этин и пропадиен

10. В цепочке превращений $C_2H_6 \rightarrow X \rightarrow C_4H_{10}$ веществом X является

- а) этилен
- б) ацетилен
- в) хлорэтан
- г) бутен

Примерные темы индивидуальных проектных заданий

1. Установите строение соединения по брутто-формуле и продуктам его химических превращений: C_6H_{10} , в результате последовательной обработки эквимолярными количествами амида натрия в жидком аммиаке и бромистого изопронила образуется 2,6-диметилгептин-3. Соединение C_6H_{10} ввести в реакцию Кучерова, для полученного соединения провести галоформенную реакцию.
2. Напишите схему синтеза изомасляной кислоты из ацетона.
3. Напишите схему синтеза бутин-2-овой кислоты из метана.
4. Напишите схему синтеза диметилового эфира ацетилендикарбоновой кислоты исходя из карбоната кальция.
5. В семи пробирках находятся следующие соединения: пентин-1, пентин-2, метилбутилкетон, пентаналь, этандиол-1,2, метановая кислота, пентанол-1. Какими химическими реакциями можно определить каждое из веществ?
6. Установите строение соединения по брутто-формуле и продуктам его химических превращений: $C_4H_8O_2$, реагирует с водным раствором карбоната натрия с выделением газообразного продукта, при сплавлении с щелочью образуется пропан, с $Ca(OH)_2$ дает соединение $C_8H_{14}O_4Ca$, при пиролизе которого получается дипропилкетон.
7. В каком порядке уменьшаются основные свойства следующих соединений: 1) пиридина; 2) пиррола; 3) 2-метилпиридина; 4) 3-метилпиридина; 5) 3-метилпиррола; 6) 2,6-диметилпиридина?
8. Расположите в порядке уменьшения легкости нитрования: 1) пиридин; 2) бензол; 3) 3-нитропиридин; 4) 2,4-диметилпиридин; 5) нитробензол.
9. Получите 2-бром-4-нитробензойную кислоту из метана.
10. Сравните реакционную способность следующих соединений в реакциях нуклеофильного замещения хлора: 1) 3-хлорпиридина; 2) хлорбензола; 3) 4-хлорпиридина; 4) 2,4-дихлорпиридина?

Вопросы к экзамену

1. Особенности строения и реакционной способности органических соединений.
2. Явление изомерии. Определение изомерии. Классификация видов изомерии. Структурная изомерия, таутомерия.
3. Пространственная изомерия. Конформационная изомерия в гомологическом ряду алканов.
4. Конфигурационная изомерия, определение, причины возникновения. Определение геометрической изомерии, устойчивость изомеров, условия перехода изомеров.
5. Оптическая изомерия, определение, понятия хиральной молекулы, хирального центра, энантиомера (антипода), определение антиподов. Лево- и правовращающие изомеры. Рацематы, явление рацемизации. Правила записи проекционных формул Фишера. Перспективные формулы. Абсолютная и относительная конфигурация оптических изомеров. D-L-номенклатура. R-S-номенклатура Канна-Ингольда-Прелога. Правила старшинства заместителей.
6. Реакционная способность молекул. Электронные эффекты. Определение индукционного эффекта: зависимость от заряда заместителя, электро-отрицательности, кратности связей.
7. Определение мезомерного эффекта, $+M_{эф}$, $-M_{эф}$, неполярный M-эффект. Сравнительный анализ индукционного эффекта. Отрицательный и положительный индукционные эффекты. Общие закономерности I-и мезомерного эффектов.
8. Строение и изомерия алканов. sp^3 -гибридизация, прочность связей C-C и C-H в зависимости от положения в цепи. Наличие структурной и пространственной (конформационной) изомерии. Конформационная изомерия молекулы бутана.

9. Основные промышленные способы получения алканов.
10. Используя все основные препаративные методы синтеза алканов, получите н-гексан.
11. Реакционная способность предельных углеводородов. Используя 2,4-диметилгексан, охарактеризовать все основные химические свойства алканов.
12. Детальное описание радикального механизма на примере реакций замещения в гомологическом ряду алканов.
13. Виды изомерии алкенов: изомерия цепи, изомерия положения двойной связи, пространственная (геометрическая) изомерия. E-, Z-номенклатура, правила старшинства в E-, Z-номенклатуре. Примеры E-, Z-изомеров. Методы определения устойчивости пространственных изомеров. Причины различной устойчивости алкилзамещенных алкенов.
14. Используя все основные методы синтеза алкенов, получите пентен-2.
15. Реакционная способность алкенов. Механизм реакции электрофильного присоединения. Сравнительный анализ реакций галогенирования и гидрогалогенирования. Современная формулировка правила Марковникова. Основные исключения из правила Марковникова.
16. Используя 2-метилбутен-2, охарактеризовать все основные типы реакций окисления, в которые вступают этиленовые углеводороды.
17. Используя все возможные способы получения алкинов, синтезируйте диизопропилацетилен.
18. Алкины в реакциях замещения, присоединения, окисления. Сравнительный анализ реакционной способности алкинов и алкенов в данных процессах.
19. Бутин-1 и бутин-2 – в реакциях, характерных для ацетиленовых углеводородов: реакционная способность, особенности, условия.
20. Классификация и строение диеновых углеводородов. Распределение электронной плотности в молекуле сопряженного диена. Резонансный гибрид. Мезоформула. Энергия сопряжения. Поляризуемость π -МО, возможность присоединения в положения 1, 4. Цисоидная и трансидная формы бутадиена-1,3. Устойчивость конформаций.
21. Электрофильное присоединение в ряду диеновых углеводородов. Механизм реакции галогенирования и гидрогалогенирования. Причины присоединения в положения 1,2 и 1,4. Строение вторичного аллильного карбокатиона. Влияние температуры на соотношение продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Присоединение полярных молекул к полярным алкадиенам. Применимость правила Марковникова В.В.
22. Диеновый синтез – реакция Дильса-Альдера – [4+2]-циклоприсоединение. Диен и диенофил, реакционная способность диенофила. Стереоспецифичность реакции циклоприсоединения. Примеры реакции диенового синтеза.
23. Реакции полимеризации диеновых углеводородов. Способ получения дивинилового каучука по методу С.В.Лебедева. Стереорегулярные каучуки, синтез, свойства. Синтез полиизопрена. Цис-полиизопрен, транс-полиизопрен Вулканизация каучуков. Соплимерные каучуки.
24. Реакции нуклеофильного замещения в ряду галогенпроизводных углеводородов. Понятие нуклеофильности. Влияние на нуклеофильность атомов и групп атомов различных типов электронов, заряда ядра атома, атомного радиуса, электронного влияния заместителей, природы растворителей.
25. Общая характеристика S_N1 -механизма.
26. Общая характеристика S_N2 -механизма.
27. Сравнительный анализ S_N1 - и S_N2 -механизмов реакций на примере галогенпроизводных алифатического ряда.
28. Сравнительная характеристика E1 и E2 механизмов элиминирования.
29. Влияние факторов на соотношение скоростей E1 и S_N1 процессов.
30. Влияние факторов на соотношение скоростей E2 и S_N2 процессов
31. На примере синтеза 2-метилпентанола-3 и изобутанола охарактеризуйте все возможные способы получения спиртов.
32. Спирты как слабые OH-кислоты, слабые основания и нуклеофильные агенты.
33. Реакции нуклеофильного замещения OH-группы. Конкурирующие процессы при действии нуклеофила на спирты. Активность галогеноводородных кислот в реакциях нуклеофильного замещения OH-группы. Влияние структуры радикала на активность спиртов в реакциях S_N .
34. Сравнительный анализ кислотных свойств одно- и многоатомных спиртов. Образование моногликолятов и гликолятов щелочных металлов, переходных металлов. Дегидратация. Дегидратация до диенов. Дегидратация с пинаколиновой перегруппировкой. Образование циклических эфиров.
35. Получение альдегидов и кетонов окислением первичных и вторичных спиртов, озонированием алкенов, восстановлением производных карбоновых кислот, гидратацией алкенов.
36. Получение карбонильных соединений с использованием пинаколиновой перегруппировки, расщепления гликолей, пиролиза солей карбоновых кислот, гидроформилирования алкенов. Современные промышленные способы получения метанола и этанола.
37. Строение карбонильных соединений. Классификация химических свойств, характерных для карбонильных соединений.
38. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Общий механизм. Сравнительный анализ реакционной способности альдегидов и кетонов в реакциях A_N . Типы реакций присоединения по карбонильной группе.

39. Условия, особенности и механизмы реакций гидратации карбонильных соединений, образования ацеталей и кеталей, циангидринов, взаимодействия с гидросульфитом натрия, металлоорганическими соединениями на примере использования пропаналя и буганона.
40. Особенности реакций взаимодействия альдегидов и кетонов с аммиаком, первичными и вторичными аминами, гидросиламином, гидразином. Влияние условий на протекание указанных реакций.
41. Галогенирование карбонильных соединений. Механизм, кинетические закономерности, кислотный и основной катализ. Галоформенная реакция.
42. Механизм, условия и основные закономерности альдольно-кетоновой конденсации.
43. Восстановление карбонильных соединений до спиртов. Механизмы и условия реакций. Основные восстановители, используемые для получения спиртов из альдегидов и кетонов.
44. Получение углеводов из карбонильных соединений по Клеменсену и Кижнеру-Вольфу на примере реакций с гексаноном-2 и метиловым эфиром 3-оксогексановой кислоты.
45. Сравнительный анализ реакционной способности альдегидов и кетонов в реакциях окисления. Основные окислители, используемые в лабораторной практике для окисления карбонильных соединений. Окислительно-восстановительные реакции альдегидов.
46. Использование альдегидов и кетонов в синтезе различных классов органических соединений.
47. Способы получения карбоновых кислот, основанные на реакциях окисления представителей различных классов органических соединений.
48. Синтезы карбоновых кислот с увеличением длины углеродной цепи.
49. Синтезы карбоновых кислот с уменьшением длины углеродной цепи. Промышленные способы получения уксусной кислоты.
50. Электронное строение карбоновых кислот. Сравнительный анализ общих химических свойств, характерных для карбоновых кислот. Сравнительная характеристика кислотных свойств.
51. Особенности, условия и механизмы реакций декарбоксилирования и галогенирования карбоновых кислот.
52. Номенклатурные требования, используемые при составлении названий карбоновых кислот и их производных.
53. Строение и сравнительный анализ реакционной способности производных карбоновых кислот. Основные способы получения и химические свойства ацилгалогенидов.
54. Основные способы получения и химические свойства ангидридов и сложных эфиров карбоновых кислот. Особенности гидролиза сложных эфиров.
55. Амиды карбоновых кислот. Основные способы получения: прямое аминирование моно- и дикарбоновых кислот, перегруппировка Бекмана. Реакционная способность амидов в реакциях гидролиза, восстановления, дегидратации, нитрозирования, галогенирования.
56. Способы получения и химические свойства нитрилов карбоновых кислот.
57. Непредельные монокарбоновые кислоты. Сравнительный анализ кислотных свойств предельных и непредельных карбоновых кислот. Реакции ненасыщенных кислот как непредельных соединений.
58. Состав, строение и химические свойства липидов.
59. Гомологический ряд дикарбоновых кислот. Основные способы получения на примере синтеза щавелевой кислоты. Химические свойства, обусловленные взаимным влиянием двух карбоксильных кислотных групп. Отношение дикарбоновых кислот к нагреванию.
60. Синтез моно- и дикарбоновых кислот на основе натриймалонового эфира.
61. Отличительные особенности в химических свойствах малеиновой и фумаровой кислот, обусловленные их различным пространственным строением.
62. Амины алифатического ряда. Классификация, номенклатура. Всеми возможными способами необходимо получить диэтиламин и этиламин.
63. Примеры и сравнительный анализ химических свойств первичных, вторичных и третичных аминов.
64. Строение, изомерия и номенклатура аминокислот. Оптическая изомерия α -аминокислот. Основные способы получения аминокислот на примере аланина.
65. Кислотно-основные свойства аминокислот. Реакции по карбоксильной и аминогруппам на примере валина. Образование пептидных связей и полипептидных соединений.
66. Пептиды и пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белковых молекул. Обратимая и необратимая денатурация.
67. Номенклатура и классификация гидроксикислот. Распространение в природе. Кислотные свойства гидроксикислот. Оптическая изомерия гидроксикислот.
68. Альгидо- и кетонокислоты. Номенклатура, строение, способы получения, основные представители.
69. Кето-енольная таутометрия ацетоуксусного эфира. Реакции кетонной формы. Реакции енольной формы.
70. Синтез кислот и кетонов на основе ацетоуксусного эфира.
71. Алициклические углеводороды. Номенклатура и классификация.
72. Строение алициклических углеводородов. Теория Байера. Пространственное строение алициклов. Устойчивость конформаций циклогексана.
73. Способы получения алициклов. Сравнительный анализ устойчивости и реакционной способности малых и нормальных циклов.
74. Современные представления о строении ароматических углеводородов. Теория ароматичности Хюккеля. Небензoidные ароматические углеводороды.

75. Влияние заместителей на реакционную способность ароматических углеводородов. Заместители I и II рода. Механизм действия заместителей I и II рода на электронную плотность ароматического кольца. Правила ориентации.
76. Общая характеристика и классификация реакций электрофильного замещения. Механизм реакции электрофильного замещения.
77. Способы получения и реакционная способность ароматических углеводородов на примере бензола и толуола.
78. Способы получения и химические свойства алкиларенов. Реакции замещения в боковой цепи и в ароматическом кольце.
79. Ароматические сульфокислоты. Способы получения. Химические свойства по сульфогруппе. Электрофильные и нуклеофильные реакции, характерные для сульфоновых кислот.
80. Ароматические нитросоединения. Механизм реакции нитрования ароматических углеводородов. Строение нитрогруппы. Реакции нуклеофильного замещения, характерные для нитроаренов.
81. Классификация и номенклатура ароматических галогенопроизводных. Механизм и условия реакции галогенирования аренов и алкиларенов.
82. Химические свойства галогена в различных ароматических системах. Кине-механизм, механизм активированного нуклеофильного замещения. Подвижность галогена в боковой цепи.
83. Одноатомные фенолы. Общие способы получения фенолов. Механизм кумольного способа получения фенолов.
84. Сравнительный анализ кислотных свойств фенолов. Реакции электрофильного замещения фенолов. Карбоксилирование и гидроксиметилирование фенолов.
85. Использование фенолов в реакциях поликонденсации.
86. Способы получения и химические свойства ароматических альдегидов и кетонов.
87. Способы получения и химические свойства ароматических карбоновых кислот.
88. Ароматические амины. Классификация и номенклатура. Способы получения первичных ароматических аминов. Сравнительный анализ основных свойств алифатических и ароматических аминов.
89. Химические свойства ароматических аминов. Реакции алкилирования, ацилирования. Взаимодействие с азотистой кислотой. Особенности реакции электрофильного замещения, характерные для ароматических аминов.
90. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных ароматических аминов с азотистой кислотой. Условия, механизм реакции диазотирования. Строение и устойчивость солей диазония.
91. Химическая активность солей диазония. Реакции солей диазоний, протекающие с выделением азота. Механизм нуклеофильного замещения диазогруппы. Получение фенолов, алкоксиаренов, фторбензолов. Реакция Зандмейера.
92. Реакция азосочетания. Механизм и условия протекания реакции азосочетания. Влияние заместителей на скорость реакции азосочетания. Синтез азокрасителей на примере метилового оранжевого.
93. Многоядерные ароматические соединения с изолированными кольцами. Синтез, строение и химические свойства соединений данного класса на примере бифенила.
94. Синтез, строение и свойства производных дифенилметана.
95. Строение и свойства соединений трифенилметанового ряда. Трифенилметановые красители.
96. Строение конденсированных ароматических углеводородов.
97. Способы получения и основные химические свойства конденсированных ароматических углеводородов на примере нафталина.
98. Сравнительный анализ реакционной способности нафталина и бензола в реакциях электрофильного замещения и присоединения.
99. Химия основных производных нафталина: нафтолов, нафтиламинов, нафтохинонов.
100. Способы получения, строение и химические свойства антрацена.
101. Общая классификация и номенклатура гетероциклических соединений.
102. Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Способы получения фурана, пиррола и тиофена. Сравнительный анализ строения и реакционной способности.
103. Сравнительный анализ реакционной способности фурана, пиррола и тиофена в реакциях кислотно-основного взаимодействия и реакциях присоединения.
104. Сравнительный анализ особенностей поведения фурана, пиррола и тиофена в реакциях электрофильного замещения.
105. Участие пиррола в построении жизненноважных молекул: гемоглобина и хлорофилла. Структура порфина, порфирина, гема, гемоглобина.
106. Строение и химические свойства моноциклических пятичленных гетероциклов с двумя гетероатомами на примере пиразола и имидазола.
107. Прототропная таутомерия диазолов.
108. Реакционная способность пиразола и имидазола в реакциях электрофильного замещения.
109. Общая характеристика класса конденсированных пятичленных гетероциклов с одним гетероатомом.
110. Общие способы получения индола.
111. Реакционная способность индола в реакциях электрофильного замещения, гидрирования, кислотно-основного взаимодействия.

112. Способы получения и химические свойства индигоидных красителей.
113. Биологически активные вещества на основе индола: триптофан, серотонин, мелатонин, гетероауксин и др.
114. Общая характеристика шестичленных гетероциклических соединений с одним гетероатомом.
115. Способы получения и электронное строение пиридина.
116. Общая характеристика химических свойств пиридина.
117. Сравнительный анализ основных свойств пиридина и анилина.
118. Сравнительный анализ реакционной способности пиридина и бензола в реакциях электрофильного замещения. Основные особенности реакции S_E , характерной для пиридина.
119. Механизмы реакций нуклеофильного замещения, характерные для пиридина и его производных.
120. Биологически активные вещества, содержащие в своей структуре пиридиновый фрагмент: витамины B_5 и B_6 .

6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Изучение дисциплины «Органическая химия» организовано в два этапа - семестра.

В первом семестре изучаются три раздела программы – «Введение в органическую химию», «Алифатические углеводороды», «Производные алифатических углеводородов». Во втором семестре два раздела - «Алициклические и ароматические углеводороды и их производные» и «Гетероциклические соединения». Каждый семестр заканчивается экзаменом.

По дисциплине «Органическая химия» разработан комплекс учебно-методических материалов в печатном и электронном виде, выполняющий обучающую, информационно-справочную и контролируемую функции. В качестве контролирующей функции комплекс используется для текущего и промежуточного контроля успеваемости. Помимо этого, он полностью обеспечивает возможность самостоятельной работы студента по материалам курса. В комплекс входят следующие учебно-методические материалы: методические рекомендации по самостоятельной работе студентов (в электронном и печатном виде), краткий курс лекций (в электронном виде), тестовые задания, индивидуальные кейс-задания.

Лабораторные занятия, реализуемые в соответствии с тематическим планированием дисциплины (раздел 4), обеспечены методическими рекомендациями, представленными в печатном или электронном виде.

Учебно-методические материалы комплекса используются выборочно, в зависимости от потребности.

Оценивание знаний, умений и навыков студентов происходит согласно балльно-рейтинговой системе, которая выложена в электронном пространстве Moodle, для каждого этапа обучения.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения лабораторных занятий, контрольных работ, коллоквиумов, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных самостоятельных работ.

Балльно-рейтинговая система оценки знаний на первом этапе.

| № п/п | Вид контроля знаний | Бальная оценка |
|-------|--|----------------|
| 1 | Посещение лекций (0,1 балл) | 3 балла |
| 2 | Посещение лабораторных занятий (0,1 баллов) | 3 балла |
| 3. | Контрольная работа «Алифатические углеводороды» | 6 баллов |
| 4. | Контрольная работа «Производные алифатических углеводородов» | 6 баллов |
| 5. | Тестовый контроль «Введение в органическую химию» | 6 баллов |
| 6. | Тестовый контроль «Производные алифатических углеводородов» | 6 баллов |
| 7. | Коллоквиум «Алифатические углеводороды» | 6 баллов |
| 8. | Коллоквиум «Производные алифатических углеводородов» | 6 баллов |
| 9. | Индивидуальная работа по теме «Алифатические углеводороды» | 6 баллов |

| Органическая химия | | Б1.Б.24 |
|---------------------------------------|---|-------------------|
| 10. | Индивидуальная работа по теме «Производные алифатических углеводов» | 6 баллов |
| 11. | Лабораторные работы (4 балла) | 16 баллов |
| Количество баллов в семестре: | | 70 баллов |
| Количество баллов на экзамене: | | 30 баллов |
| Баллы | | Итоговая оценка |
| 41-60 | | Удовлетворительно |
| 61-80 | | Хорошо |
| 81-100 | | Отлично |

Балльно- рейтинговая система оценки знаний на втором этапе.

| № п/п | Вид контроля знаний | Бальная оценка |
|---------------------------------------|--|-------------------|
| 1. | Контрольная работа «Алициклические и ароматические углеводороды и их производные» | 7 баллов |
| 2. | Контрольная работа «Гетероциклические соединения» | 7 баллов |
| 3. | Тестовый контроль «Алициклические и ароматические углеводороды и их производные» | 7 баллов |
| 4. | Тестовый контроль «Гетероциклические соединения» | 7 баллов |
| 5. | Коллоквиум «Алициклические и ароматические углеводороды и их производные» | 7 баллов |
| 6. | Коллоквиум «Гетероциклические соединения» | 7 баллов |
| 7. | Индивидуальная работа по теме «Алициклические и ароматические углеводороды и их производные» | 6 баллов |
| 8. | Индивидуальная работа по теме «Гетероциклические соединения» | 6 баллов |
| 9. | Лабораторные работы (4 балла) | 16 баллов |
| Количество баллов в семестре: | | 70 баллов |
| Количество баллов на экзамене: | | 30 баллов |
| Баллы | | Итоговая оценка |
| 41-60 | | Удовлетворительно |
| 61-80 | | Хорошо |
| 81-100 | | Отлично |

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная литература

1. Березин, Б. Д. Курс современной органической химии [Текст] : учебное пособие для вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин, 2-е изд., исправлен. - М. : Высшая школа, 2003. - 768 с.
2. Органическая химия [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Б. Березин [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 240 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/44754>.
3. Шабаров, Ю. С. Органическая химия [Текст]: учебник / Ю. С. Шабаров. - Изд. 5-е, стер. - СПб. : Лань, 2011. - 846 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1069-9 : Б. ц. URL: <https://e.lanbook.com/book/4037>.
4. Сборник задач по органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Я. Денисов [и др.]. - СПб.: Лань, 2014. - 538 с. - ISBN 978-5-8114-1582-3: Б. ц. URL: <https://e.lanbook.com/book/45971>

7.2. Дополнительная литература

1. Галочкин, А. И. Органическая химия [Текст]: учебное пособие. В 4 книгах / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. - М.: Дрофа. Кн.1. - 2010. - 432 с.
2. Галочкин, А. И. Органическая химия [Текст]: учебное пособие. В 4 книгах / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. - М.: Дрофа. Кн.2. - 2010. - 400 с.
3. Галочкин, А. И. Органическая химия [Текст]: учебное пособие. В 4 книгах / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. - М.: Дрофа. Кн.3. - 2010. - 432 с.
4. Галочкин, А. И. Органическая химия [Текст]: учебное пособие. В 4 книгах / А. И. Галочкин, И. В. Ананьина. - М.: Дрофа. Кн.4. - 2010. - 288 с.
5. Сборник задач и упражнений по органической химии [Текст]: в 2 частях / авт. сост. И. Е. Якунина [и др.]. - Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Ч.1. - 2008. - 198 с.
6. Петров, А. А. Органическая химия [Текст]: учебник для вузов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко. - СПб.: Иван Федоров, 2002. - 624 с.
7. Травень, В. Ф. Органическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов. В 2 томах / В. Ф. Травень. - М.: Академкнига. Т.1. - 2006. - 727 с.
8. Травень, В.Ф. Органическая химия [Текст]: учебник для студентов вузов / В.Ф. Травень. - М.: АКАДЕМКНИГА. Т.2. - 2006. - 582 с.
9. Грандберг, И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / И. И. Грандберг. - М.: Дрофа, 2001. - 352 с.
10. Денисов, В. Я. Стереохимия органических соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Я. Денисов, Д.Л. Мурышкин, Т.Н. Грищенко. - Кемерово: КГУ, 2013. - 228 с. - Б. ц. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232336&sr=1
11. Основы органической химии [Текст]: учебник для студентов химических и биологических специальностей педагогических вузов: В 3 частях / И. В. Шахкельдян, Ю. М. Атрощенко, А. В. Иванов, И. Е. Якунина. - Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Ч. 1. - 2012. - 319 с.
12. Основы органической химии [Текст]: учебник для студентов химических и биологических специальностей педагогических вузов: В 3 частях / И. В. Шахкельдян, Ю. М. Атрощенко, А. В. Иванов, И. Е. Якунина. - Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Ч. 2. - 2012. - 270 с.
13. Основы органической химии [Текст]: учебник для студентов химических и биологических специальностей педагогических вузов: В 3 частях / И. В. Шахкельдян, Ю. М. Атрощенко, А. В. Иванов, И. Е. Якунина. - Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого. Ч. 3. - 2012. - 268 с.
14. Номенклатура органических соединений [Текст]: учебно-методическое пособие / авт. сост. И. Е. Якунина [и др.]. - Тула: Изд-во ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2008. - 68 с.

б) периодические издания:

1. Журнал органической химии [Текст]: научный журнал. - СПб.: издательство "Наука". - Выходит ежемесячно. - ISSN 0514-7492
2. Вестник БГУ. Серия 2: Химия. Биология. География [Электронный ресурс]: сайт / Белорусский государственный университет. Минск. 1973-2014. URL: <http://www.bsu.by/ru/main.aspx?guid=184121>.
3. Вестник Московского университета. Серия 2: Химия [Электронный ресурс]: сайт / Химический факультет. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Москва. 1986-2014. URL: <http://www.chemnet.ru/rus/vmgu/welcome.html>.
4. Вестник Пермского университета. Серия: Химия. [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2011-2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=32574>.
5. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 4: Физика. Химия [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 1969-2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9468>.

6. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия [Электронный ресурс]: сайт / Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет). Челябинск. 2009-2014. URL: <http://www2.susu.ac.ru/ru/science/publish/vestnik>.

7. Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Химия [Электронный ресурс]: сайт / Сибирский федеральный университет. Красноярск. 2008-2014. URL: <http://journal.sfu-kras.ru/home>.

8. Известия Академии наук. Серия химическая [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 1961-2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7833>.

9. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Физика и химия [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2001-2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=38071>.

10. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2000-2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9907>.

1. European Reviews of Chemical Research [Электронный ресурс]: сайт / Научная электронная библиотека eLIBRARY. 2014. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=51199>

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| Наименование и описание ресурса | Адрес ресурса в сети Интернет | Режим доступа |
|--|---|--|
| Национальный цифровой ресурс Руконт (Электронная библиотечная система) | http://www.rucont.ru | Свободный доступ в локальной сети университета к электронной библиотеке ТГПУ им. Л.Н. Толстого, сформированной по технологии «Контекстум» на основе функционала сайта «РУКОНТ». Доступ по паролям из внешней сети через проху-сервер |
| Он-лайн служба «Ист Вью» | http://www.ebiblioteka.ru | БД «Издания по общественным и гуманитарным наукам», «Вестники Московского университета», «Журналы России по вопросам педагогики и образования». Свободный доступ в локальной сети университета, доступ по паролям из внешней сети через проху-сервер |
| Университетская библиотека Он-лайн | http://www.biblioclub.ru | Свободный доступ в локальной сети университета, неограниченный доступ по паролям из внешней сети |
| Электронно-библиотечная система Ibooks.ru («Айбукс») | http://ibooks.ru/ | Свободный доступ в локальной сети университета, неограниченный доступ по паролям из внешней сети |
| Научная электронная библиотека | http://www.eLibrary.ru | Полные тексты изданий, представленных в открытом доступе, 42 наименования научных журналов по подписке. Свободный доступ в локальной сети университета, доступ по паролям из внешней сети через проху-сервер |
| Федеральный портал Российское образование | http://www.edu.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Единое окно доступа к образовательным ресурсам | http://window.edu.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |

| | | |
|--|---|--|
| SCIENCE ONLINE [Полнотекстовый мультидисциплинарный ресурс] | http://www.sciencemag.org . | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета |
| Annual Reviews [электронная база обзоров научной литературы на английском языке] | http://www.annualreviews.org . | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета |
| SAGE Journals Online [англоязычный полнотекстовый архив журналов] | http://online.sagepub.com/ | Свободный доступ в локальной сети университета, доступ по паролям из внешней сети через проху-сервер |
| Естественнонаучный образовательный портал | http://www.en.edu.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Библиотека РФФИ | http://www.rfbr.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Научно-информационный портал ВИНТИ | http://science.viniti.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Портал фундаментального химического образования России | http://www.chem.msu.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Библиотека химического факультета МГУ | http://www.chem.msu.ru/rus/library | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |
| Научная сеть SciPeople | http://scipeople.ru | Свободный неограниченный доступ в локальной сети университета и из внешней сети |

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Для успешного изучения дисциплины «Органическая химия» предлагается использовать разработанный комплекс учебно-методических материалов, включающих:

- курс лекций;
- задания для самостоятельной работы студентов;
- комплект текущих тестовых заданий и контрольных работ в электронном и печатном виде для контроля знаний по предмету на лабораторных занятиях и КСРС.

Лекции, читаемые преподавателем, являются основным ориентиром при изучении дисциплины. Методической основой освоения курса является рабочая программа по дисциплине «Органическая химия», который следует получить на сайте университета в сети интернет в модульной объектно-ориентированной динамической учебной среде Moodle и использовать для подготовки к лабораторным занятиям и экзаменам. Студенту необходимо вести конспекты, в которых необходимо отражать основные понятия, не только на основе лекций, но и на основе работы с основной, дополнительной литературой и интернет-источниками, выполнять задания для самостоятельной работы, предложенные преподавателем. С целью успешного освоения лекционного материала, по каждой теме студенты пишут контрольные диктанты.

Готовясь к лабораторным занятиям, студенту необходимо изучить основную и дополнительную литературу по теме будущего занятия, подготовиться к выполнению лабораторной работы, оформить лабораторный журнал по разработанной схеме, выполнить задания для самостоятельной работы.

В основу программы положен принцип последовательного рассмотрения каждого класса углеводородов и отвечающих ему функциональных производных. Этот принцип традиционен для отечественных университетов и был заложен в ставших теперь классическими учебниках

А.Е. Чичибабина и А.Н. и Н.А. Несмеяновых.

Основными задачами освоения курса являются:

1. получить представление о классификации органических веществ, логике взаимосвязи между различными их классами;
2. научиться основам номенклатуры органических соединений: правилам ИЮПАК, системы Кана-Ингольда-Прелога, R,S- и E,Z-номенклатуры;
3. понимать основные теоретические концепции органической химии: гибридизация атомов и ее связь с химическими и физическими свойствами соединений, представление о свойствах химических связей (длина, энергия, полярность и поляризуемость), электронные эффекты, стереохимия, таутомерия, кинетический и термодинамический контроль, механизмы важнейших типов реакций, нестабильные промежуточные частицы (свободные радикалы, нитрены, карбены, карбанионы, карбокатионы, арины, π - и σ -комплексы), кислотно-основные свойства.
4. знать методы получения основных классов органических соединений;
5. иметь знания об основных реакциях важнейших типов органических веществ, акцентируя внимание на взаимосвязи строение – реакционная способность;
6. иметь представление о планировании 4-5 стадийных синтезов органических веществ, обратив особое внимание на методы построения углерод-углеродного скелета;
7. иметь представление о практическом применении рассматриваемых соединений и об их нахождении в природе.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты, личного кабинета студента и преподавателя);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий);
- программное обеспечение Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), Skype, поисковые системы, электронная почта и т.п.;
- среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого <http://moodle.tsput.ru>.

комплект лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.

5. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.

6. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.

7. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.

2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.

3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.

4. Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru>.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оборудованные мультимедийными средствами обучения.

2. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий.

3. Компьютерные классы с доступом в интернет для работы с информационно-правовыми системами, в том числе «Гарант» и с доступом к электронно-библиотечной системе.

4. Аудитории для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой, имеющей доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной информационно-образовательной среде ТГПУ им. Л.Н.Толстого, внутривузовскому сетевому окружению.

12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.**1. Планируемые результаты обучения по дисциплине.**

В результате освоения дисциплины у студента должны быть сформированы следующие компетенции:

- способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач (ОПК-1);
- владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций (ОПК-2);
- знание норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях (ОПК-6).

В результате освоения дисциплины студент должен приобрести

знания:

теоретических основ органической химии, и роли органических веществ в системе научных знаний об окружающем мире (ОПК-1);

классификации, номенклатуры, способов получения и химических свойств органических веществ (ОПК-2);

основных групп рисков в химических лабораториях и на химических производствах органических веществ, норм техники безопасности (ОПК-6);

умения:

применять знания о свойствах органических веществ для прогнозирования направления протекания химических процессов, характеристики продуктов реакций и условий химических превращений органических веществ (ОПК-1);

выбирать и применять различные методы получения органических веществ для решения конкретных профессиональных задач (ОПК-2);

организовывать безопасную работу с органическими веществами в химических лабораториях и на химических производствах (ОПК-6);

навыки:

владения основными методами органической химии, для решения профессиональных задач (ОПК-1);

владения методами и способами получения органических веществ (ОПК-2);

реализации безопасного труда в химических лабораториях и на химических производствах органических веществ (ОПК-6).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП.

Дисциплина «Органическая химия» относится к дисциплинам Блока 1 базовой части дисциплин направления. Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин Теоретические основы неорганической химии, Строение молекул и основы квантовой химии, Химия неметаллов, Химия металлов, Физическая химия.

К началу изучения дисциплины студенты должны владеть:

- знаниями в области строения молекул, неорганической и физической химии;
- умениями предсказать свойства веществ на основе закономерностей, вытекающих из периодического закона и периодической системы элементов;
- навыками и опытом деятельности работы в химической лаборатории с основным оборудованием и посудой.

Дисциплина «Органическая химия» является базовой для дисциплин Химия высокомолекулярных соединений, Биохимия с основами биорегуляции, дисциплин по выбору, а также выполнения ВКР.

3. Объем дисциплины 15 зачетные единицы.**4. Образовательный процесс осуществляется на русском языке.**

5. Разработчики: доктор химических наук, профессор кафедры химии Шахкельдян И.В., кандидат химических наук, доцент кафедры химии Блохин И.В.

13. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2016-2017 учебный год

В рабочую программу дисциплины внесены изменения в части обновления состава необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 2 от 16 февраля 2017 г.

2017-2018 учебный год

Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.
4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.
6. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

Обновлен состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.
5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.
6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.
7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Разработчики:

| Фамилия, имя, отчество | Учёная степень | Учёное звание | Должность |
|-------------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| Шахкельдян И.В. | Доктор химических наук | Профессор | Профессор кафедры химии |
| Блохин И.В. | Кандидат химических наук | Доцент | Доцент кафедры химии |