

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор _____ Г.Мутанов

Протокол №__ от _____ 2013 г.

заседания Ученого совета университета

ОСНОВНАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

ОНС 2305- Органическая химия циклических соединений

5В072100 – Химическая технология органических веществ

3 кредита

Алматы, 2013 г.

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНА

Калугиным С.Н., д.х.н., профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров
Бурашевой Г.Ш., д.х.н., профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров
Жумагалиевой Ш.Н. д.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров

2 РЕЦЕНЗЕНТЫ

Султанова Н.А., д.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров КазНУ им. аль-Фараби

Омарова К.И., д.х.н., профессор кафедры аналитической, коллоидной химии и технологии редких элементов КазНУ им. аль-Фараби

3 Основная учебная программа разработана в соответствии со спецификацией образовательно-профессиональной программы по специальности 5В072100 – Химическая технология органических веществ

4 РАССМОТРЕНА

на заседании Научно-методического совета от «__» _____2013 года,
протокол № ____

ПРЕДИСЛОВИЕ

Общий курс «Органическая химия циклических соединений» является обязательной дисциплиной в государственных вузах по специальности «5В072100 – химическая технология органических веществ», так как составляет основу ведущих отраслей народного хозяйства и медицины. Указанный курс является теоретической базой для развития целого ряда отраслей, таких как нефтехимический, основной и тонкий органический синтез, производство фармацевтических и сельскохозяйственных препаратов, химических волокон, пластических масс и пленок, красителей, взрывчатых веществ; кожевенной, парфюмерной и пищевой промышленности.

Цель данного курса – дать фундаментальные основы органической химии, показать ее значение и роль как теоретической базы важнейших отраслей химической промышленности.

Задачами преподавания дисциплины является добиться понимания логической связи структура и реакционная способность органических соединений, дать сведения о самих веществах и методах их получения, применения в экономике и быту; привитие практических навыков работы при синтезе и идентификации соединений.

Свойства органических соединений нельзя изучать без привлечения физических и физико-химических методов исследований, без знаний физики, математики, неорганической, аналитической и квантовой химии.

Органическая химия является самостоятельной фундаментальной наукой, основы и развитие которой представляют объекты изучения нефтехимии, биоорганической, фармацевтической химии и технологии и катализа органических и высокомолекулярных соединений.

К предшествующим дисциплинам курса "Органическая химия циклических соединений" относятся "Математика", "Физика", "Неорганическая химия", "Аналитическая химия" и "Органическая химия алифатических соединений".

В свою очередь, курс "Органическая химия циклических соединений" является теоретической и методической базой для изучения смежных дисциплин "Высокомолекулярные соединения", "Технология основного органического синтеза" и др.

Будущие специалисты в области технологии органических веществ и материалов в процессе обучения курса «Органическая химия» *должны знать* общие закономерности, связывающие строение и свойства органических соединений, лабораторные и промышленные методы получения основных классов соединений, механизмы протекания основных типов реакций, применение в народном хозяйстве важнейших органических веществ, экологические проблемы технологий органических веществ; *должны уметь* решать задачи, связанные с технологией органических веществ и *владеть навыками* химических расчетов по обоснованию технических решений.

Лекционный курс сопровождается лабораторными и практическими (семинарскими) занятиями. На практических занятиях студенты решают конкретные задачи по строению, свойствам и синтезам органических соединений. Предлагаются комплект задач и упражнений по каждой тематике семинарского занятия.

В ходе выполнения лабораторных занятий студенты приобретают практические навыки и умения по методам разделения, выделения, очистки, идентификации и синтезам органических соединений; обращения с жидкими, твердыми, горючими, летучими и токсичными веществами, с приборами и оборудованием лаборатории органического синтеза.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

1.	Карбоциклические соединения
2.	Гетероциклические соединения
	Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пятичленные азотсодержащие гетероциклы с несколькими гетероатомами. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Пиран, α и γ -пиронды. Хинолин. Общее понятие об алкалоидах.
3	Функциональные производные циклических соединений.
	Галоидарены. Цикл спирттер. Ароматические кетоны и альдегиды. Циклические и гетероциклические кетоны. Циклические кислоты и их производные. Азотсодержащие циклические соединения.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии производства важнейших органических веществ и материалов требуют глубоких знаний химических процессов, протекающих на всех этапах производства. Для обеспечения успешного протекания производственных процессов будущему химику-технологу необходимы глубокие знания в области органической химии.

Теоретический материал дисциплин построен по функциональному (характеристическому) признаку органических соединений, что обеспечивает лаконичное и сжатое изложение материала в соответствии с общей трудоемкостью материала.

Карбоциклические соединения

Циклоалканы. Классификация и номенклатура моно- и бициклических углеводородов. Типы напряжения в циклах. Конформационные особенности циклобутана, циклопентана, циклогексана. Конформации кресла и ванны. Связи аксиальные экваториальные. Геометрическая и оптическая изомерия в алициклах. Особенности строения циклопропанового кольца. Лабораторные и промышленные способы получения алициклов. Нафтены. Химические свойства малых циклов. Реакции присоединения и замещения: гидрирование и окисление циклопропана, присоединение бромистого водорода и галогенов. Взаимные переходы трех и четырехчленных циклов при перегруппировках Демьянова. Химические свойства обычных циклов. Реакции свободно-радикального замещения циклопентана и циклогексана. Гидрогенолиз и дегидрирование циклопентана и циклогексана. Ароматизация производных циклогексана. Технологическая схема, условия, катализаторы. Бициклические терпены и камфоры. Сексвитерпены. Политерпены. Каротиноиды. Стероиды.

Ароматические углеводороды. Ароматичность. Критерии ароматичности. Правило Хюккеля. Бензоидные и небензоидные карбоциклические ароматические системы: циклопропенилий катион, тропилий катион, циклодиенилий - анион. Современные представления об ароматичности. Классификация бензоидных ароматических углеводородов. Моноциклические ароматические углеводороды. о-,п- и м-Изомерия производных бензола. Номенклатура производных бензола. Строение бензола. Лабораторные и промышленные способы получения бензола. Ароматизация углеводородного сырья. Каталитический риформинг. Условия, катализаторы. Химические свойства производных бензола. Реакции без сохранения ароматичности: гидрирование, галогенирование, озонлиз, окисление, изомеризация. Реакции с сохранением ароматичности. Реакции электрофильного присоединения. Общий механизм реакции. π - и σ -Комплексы. Влияние природы заместителя на место вхождения электрофила. Реакция сульфирования, нитрования, галогенирования, алкилирования, ацилирования толуола. Реакции радикального замещения в жирноароматических углеводородах. Реакции галогенирования, нитрования, дегидрирования и окисления. Полиядерные ароматические соединения: дифенил, нафталин, антрацен, фенантрен. Способы их получения. Особенности их строения. Химические свойства. Реакции электрофильного замещения. Правила ориентации при реакциях электрофильного замещения. Реакции присоединения, окисления и гидрирования, диеновый синтез. Трифенилметан. Особые свойства метинового водорода. Трифенилметановый катион, анион, радикал. Причины их устойчивости.

Гетероциклические соединения

Классификация и номенклатура гетероциклов. Роль гетероциклов в природе и производстве.

Пятичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура пятичленных гетероциклов. Ароматичность и непредельность тиофена, фурана и пиррола. Способы получения тиофена, фурана и пиррола. взаимные переходы (реакция Юрьева). Химические свойства тиофена, фурана и пиррола. Основные и кислотные свойства. Получение и свойства пирролкальйя и пирролмагнийгалогенидов, сопоставление их свойств со свойствами фенолятов. Реакции гидрирования и окисления. Фуран и ацетилпиррол в диеновом синтезе. Реакции электрофильного замещения в пятичленных гетероциклах: нитрование, сульфирование, галогенирование, ацилирование; объяснение их ориентации. Конденсация пиррола с формальдегидом и муравьиной кислотой. Строение и биологической роли хлорофилла и гемоглобина. Бициклические производные тиофена, фурана и пиррола.

Индол. Способы его получения. Реакции Фишера и Чичибабина. Химические свойства индола: восстановление, протонная подвижность NH-группы. Индолилмагниибромид и индолилнатрий, их реакции. Реакции

электрофильного замещения в ядре индола (сравнение с поведением пиррола). Роль соединений индола в природе. Оксопроизводные индола, лактим-лактамина таутомерия. Индиго, его синтез. Кубовое крашение.

Пятичленные азотсодержащие гетероциклы с несколькими гетероатомами. Строение пиразола и имидазола; методы синтеза и их свойства. Лекарственные препараты на основе пиразола. Гистидин, гистамин, их биологическое действие.

Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом. Классификация и номенклатура. Насыщенные гетероциклы. Пиран. Аномерный эффект. Пиранозные формы моносахаридов. Гликозиды. Основные свойства γ -пиранов, образование пириллиевых солей. Общее представление о важнейших природных веществах на основе хромона и их биологическом действии. Понятие о красящих веществах растений. Тетрагидропиран и пиперидин. Способы получения. Химические свойства. Обезболивающие вещества на основе пиперидина.

Ароматические гетероциклы. Пиридин. Синтез простейших производных пиридина. Распределение электронной плотности в ядре пиридина, основные свойства атома азота. Реакции с алкилгалогенидами, комплексы с серным ангидридом, бромом. Отношение пиридинового кольца к окислению и восстановлению. Реакции электрофильного замещения в ядре пиридина (нитрование, сульфирование, бромирование). Образование N-окси пиридина и ее использование в синтезах. Реакции с амидом натрия (Чичибабин), с едким кали, фениллитием; нуклеофильный механизм этих реакций.

Протонная подвижность водорода в метильных группах α и γ -пиколинов. их алкилирование. α -Пиколины как метиленовые компоненты при конденсации с альдегидами. Таутомерия α и γ -окси- и аминопиридинов.

Хинолин. Синтезы по Скраупу и Дебнеру-Миллеру. Свойства атома азота, отношение к окислению и восстановлению. Реакции конденсации а-метилхинолина. 8-Оксихинолин, синтез и использование в аналитической практике. Шестичленные гетероциклы с несколькими гетероатомами Пиримидины и пурины, их роль в природе. Урацил, тимин, цитозин, аденин - компоненты нуклеиновых кислот. Таутомерия урацила.

Нуклеиновые кислоты: ДНК и РНК. Нуклеотиды, их строение. Первичная структура нуклеиновых кислот. Представления о вторичной структуре (Уотсон и Крик) нуклеиновых кислот и механизме передачи генетической информации. Общее понятие об алкалоидах. Пирролидиновые, пирролизидиновые, пиперидиновые, пиридиновые, хинолизидиновые, хинные, изохинолиновые и индольные алкалоиды.

Функциональные производные циклических соединений.

Галоидарены. Классификация галогенпроизводных, изомерия, способы получения галогенпроизводных ароматического ряда. Промышленный способ

получения хлорбензола. Подвижность атома галогена в галоидаренах. Реакции замещения галогена в галоидаренах. Взаимодействие арилгалогенидов с металлами. Реакция Фиттига. Влияние атома галогена в галоидаренах на скорость электрофильного замещения. Порядок вступления заместителей в кольцо аренгалогенидов.

Циклические спирты. Номенклатура, изомерия; промышленные и лабораторные способы получения фенолов, нафтолов. Получение фенола из бензола через бензолсульфокислоту, гидролизом хлорбензола, через гидроперекись изопропилбензола. Влияние фенола на природные системы организмов. Взаимное влияние гидроксила и ароматического ядра. Влияние заместителей на кислотность фенола. Реакции электрофильного замещения в феноле (нитрование, сульфирование, галогенирование). Реакции фенолов с усложнением углеродного скелета: реакции Кольбе, Реймера-Тимана, Вильсмейера, Фриса, Гаттермана-Геша. Конденсация фенола с ацетоном и формальдегидом. Переработка фенола. Получение циклогексанола. Промышленное использование циклогексанола. Оксипиридины. Способы получения и химические свойства оксипиридинов. 4-оксипиперидины. Стереохимия 4-оксипиперидинов. Синтез обезболивающих веществ на основе 4-оксипиперидинов.

Циклические кетоны. Лабораторные и промышленные способы получения циклогексанона. Химические свойства циклогексанона. Промышленные схемы производства синтетических волокон из циклических кетонов. Ароматические кетоны и альдегиды. Номенклатура, изомерия ароматических альдегидов и жирно-ароматических кетонов. Основные промышленные и лабораторные методы синтеза оксосоединений ароматического ряда. Химические свойства оксосоединений ароматического ряда. Специфические свойства ароматических альдегидов: аутоокисление и хлорирование, конденсация с фенолами, анилином. Реакция Канницарро (прямая и перекрестная). Химические особенности жирно-ароматических кетонов (поведение в условиях альдольно-кетоновой конденсации), реакция Манниха, галогенирование в боковую цепь, восстановление. Оксимы жирно-ароматических кетонов. Бензофенон, его химические особенности: расщепление щелочью, фотовозбуждение. Реакции электрофильного замещения в ядре ароматических альдегидов и кетонов. Гетероциклические кетоны. Лабораторные способы гетероциклических кетонов. Промышленное использование гетероциклических кетонов.

Циклические кислоты и их производные. Номенклатура, изомерия, основные промышленные и лабораторные методы синтеза одноосновных и двухосновных карбоновых кислот алициклического, гетероциклического и ароматического рядов. Функциональные производные: соли, хлорангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы, азиды и др. Влияние заместителей на константу диссоциации кислот. Общие представления о корреляционных уравнениях. Синтез и свойства различных функциональных

производных. Соли: пиролиз и электролиз, реакции с алкил и ацилгалогенидами. Сложные эфиры. Механизм реакции этерификации. Гидролиз, аммонолиз и переэтерификация сложных эфиров. Нитрилы и амиды: их взаимные превращения. Алкоголиз и аммонолиз нитрилов. Перегруппировка амидов (Гофман) и азидов кислот (Курциус). Понятие о секстетных нуклеофильных перегруппировках.

Бензойная кислота. Промышленные способы получения бензойной кислоты. Применение бензойной кислоты в процессах основного органического синтеза. Фталевая и терефталевая кислоты, их производные (фталеый ангидрид, фталимид, фталид). Полиэфирные волокна. Конденсация фталевого ангидрида с фенолами: синтез фенолфталеина и флуоресцина. Глифталевые смолы. Коричная, антраниловая, салициловая, галловая кислоты; их получение и использование в синтетической практике и народном хозяйстве. Никотиновая и изоникотиновая кислоты. Лекарственные препараты на основе гетероциклических кислот.

Азотсодержащие циклические соединения. Нитросоединения. Нитросоединения. Номенклатура и изомерия нитропроизводных. Промышленные и лабораторные методы синтеза ароматических и гетероциклических нитросоединений. Условия нитрования бензола, толуола, нитробензола, нафталина, пиррола и пиридина. Механизмы реакций. Схема получения важнейших продуктов нитрования.

Технологическая схема нитрования бензола. Реакции нуклеофильного замещения водорода в нитробензоле и галогена в галоиднитробензолах. Комплексы Мейзенгеймера. Восстановление ароматических нитросоединений. Ход реакции в кислой и щелочной средах. Свойства промежуточных продуктов восстановления, их перегруппировки.

Амины. Изомерия и номенклатура ароматических аминов. Промышленные и лабораторные методы синтеза анилина и его гомологов, нафтаминов. Основные и нуклеофильные свойства ароматических аминов. Зависимость основности аминов от их строения (числа и природы заместителей при атоме азота). Реакции с участием аминогруппы. Алкилирование и ацилирование анилина. Окисление аминов. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой, арилсульфохлоридами. Нитрозирование моно- и диалкиланилинов. Свойства нитрозопроизводных. Образование изонитрилов и их свойства. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра: реакции электрофильного замещения (галогенирование, сульфирование, нитрование) в анилине. Защита аминогруппы. Промышленные схемы использования анилина в производствах основного органического синтеза.

Дiazosоединения. Синтез diazosоединений ароматического ряда. Механизм реакции diaзотирования. Таутомерия diazosоединений. Реакции diazosоединений с выделением азота: замена diaзогруппы на водород, гидроксил, галогены, циан- и нитрогруппы. Синтез металлорганических

соединений (реакция Несмеянова). Реакции радикального арилирования ароматических ядер и непредельных соединений. Реакции diaзосоединений без выделения азота: восстановление, образование триазенов, азосочетание как реакция электрофильного замещения. Диазо- и азосоставляющие, условия азосочетания. Азокрасители. Связь между окраской и строением. Индикаторные переходы.

Серосодержащие циклические соединения. Сульфокислоты ароматического и гетероциклического рядов, их строение, получение. Сульфирование бензола и его гомологов, нафталина (кинетический и термодинамический контроль), тиофена, пиррола, фурана и пиридина. Электрофильное и нуклеофильное замещение сульфогруппы, ее элиминирование. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот: хлорангидридов, амидов, сложных эфиров. Моющие и лекарственные средства на основе производных сульфокислот. Химическая схема производства додецилсульфоната натрия (ДДСNa).

Примерные темы практических занятий

1. Алициклы. Строение, конформационный анализ и химические свойства циклоалканов. Типы напряжений в циклах. Конформационные особенности ряда циклоалканов. Геометрическая и оптическая изомерия в алициклах.
2. Арены. Строение и химические свойства ароматических углеводородов. Особенности строения бензола. Правила Хюккеля. Реакции электрофильного замещения, их механизм. Правила ориентации при реакции электрофильного замещения в ряду бензола. Согласованная и несогласованная ориентация.
3. Гетероциклические соединения. Синтез, строение и свойства гетероциклических соединений. Общее понятие о гетероциклических соединениях. Классификация. Промышленные и лабораторные методы синтеза пятичленных гетероциклов.
4. Ароматические свойства пятичленных гетероциклов, причины. Реакции электрофильного замещения в ряду пятичленных гетероциклов, их механизм и ориентация. Зависимость свойств пятичленных гетероциклов (ароматичность и непредельность) от природы гетероатома.
5. Синтез пиридина и его гомологов по методу Ганча и Чичибабина. Синтез хинолина по Скраупу и Денбнеру-Миллеру и особенности их промышленного осуществления. Свойства пиридина и хинолина: ароматический характер, основность атома азота, реакции электрофильного и нуклеофильного замещения. Механизм и ориентация при реакциях замещения. N-окись пиридина, ее использование для синтеза производных пиридина. Сравнительный анализ свойств пиридина и хинолина, пиридина и пиррола.

6. Галоидарены. Строение и химические свойства галогенпроизводных. Общие закономерности реакций нуклеофильного замещения галоида в арилгалогенидах. Механизмы реакций нуклеофильного замещения. Реакции электрофильного замещения в галоидаренах.
7. Фенолы. Строение и химические свойства фенолов. Ассоциация спиртов, водородная связь. Кислотные свойства фенолов. Отличительные свойства фенольного гидроксила в сравнении со спиртовым. Реакции электрофильного замещения фенолов. Механизм реакций.
8. Циклические кетоны и альдегиды. Строение и химические свойства альдегидов и кетонов. Строение карбонильной группы, ее полярность и поляризуемость.
9. Реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе. Кето-енольная таутомерия альдегидов и кетонов. Реакции енольных форм. Механизм альдольно-кратоновой конденсации. Особенности химического поведения α,β -непредельных циклических соединений. Специфические свойства ароматических альдегидов.
10. Циклические кислоты и их производные. Функциональные производные карбоновых кислот, способы их получения. Мезомерия и кислотные свойства карбоксила. Химические свойства карбоновых кислот и их функциональных производных.
11. Реакции этерификации как метод синтеза сложных эфиров и ее механизм. Химические схемы получения никотиновой и изоникотиновой кислот и некоторых его производных.
12. Азотсодержащие циклические соединения. Свойства ароматических нитропроизводных и их сравнение. Влияние нитрогруппы на реакционную способность ароматического ядра по отношению к нуклеофильным и электрофильным реагентам. Реакции нуклеофильного замещения водорода в нитробензолах. Составление технологической схемы нитрования бензола и его гомологов.
13. Основные и нуклеофильные свойства ароматических аминов, роль неподеленной пары электронов. Зависимость основности от строения. Реакции с участием аминогруппы. Взаимодействие первичных, вторичных и третичных аминов ароматического ряда с азотистой кислотой. Влияние аминогруппы на свойства бензольного ядра: реакции электрофильного замещения в анилине. Защита аминогруппы.
14. Синтез ароматических diaзосоединений. Условия реакций diaзотирования и его механизм. Реакции diaзосоединений с выделением азота. Реакции diaзосоединений без выделения азота. Реакции азосочетания как реакция электрофильного ароматического замещения.
15. Азокрасители. Связь между окраской и строением. Индикаторные переходы. Промышленные пути получения азокрасителей.
16. Серосодержащие циклические соединения. Строение сульфокислот. Получение и свойства функциональных производных сульфокислот.

Нуклеофильное и электрофильное замещение сульфогруппы и ее элиминирование.

17. Влияние сульфогруппы на реакционную способность ароматического ядра. Составление технологической схемы сульфирования бензола и его гомологов.

Примерные темы лабораторных работ

1. Синтез сульфо- и нитропроизводных ароматического ряда :

- а) Синтез нитробензола,
- б) Синтез о- и п-нитротолуола,
- в) Синтез п-толуолсульфоукислоты,
- г) Синтез м-динитробензола,
- д) Синтез сульфаниловой кислоты.

Сбор прибора. Приготовление нитрующей смеси. Соблюдение оптимальных условий проведения реакций. Осуществление синтеза по описанным методикам. Отчет по проделанной лабораторной работе.

2. Синтезы на основе реакций восстановления ароматических производных:

- а) Синтез анилина,
- б) Синтез м-нитроанилина,
- в) Синтез о-аминофенола,
- г) Синтез азоксибензола,
- д) Синтез гидразобензола,
- е) Синтез фенилгидроксилвамина,
- ж) Синтез о- и п-толуидинов.

Ознакомление с методикой. Сбор прибора. Соблюдение оптимальных условий проведения реакций. Осуществление синтеза по описанным методикам. Отчет по проделанной лабораторной работе.

3. Синтезы на основе реакций окисления:

- а) Синтез бензойной кислоты из толуола,
- б) Синтез о-нитробензойной кислоты,
- в) Синтез п-бензохинона из гидрохинона,
- г) Синтез п-п-бензохинона из анилиина,
- д) Синтез изомасляного альдегида,
- е) Синтез антрахинона.

Ознакомление с методикой. Сбор прибора. Соблюдение оптимальных условий проведения реакций. Осуществление синтеза по описанным методикам. Отчет по проделанной лабораторной работе.

4. Синтезы на основе diaзосоединений:

- а) Синтез йодбензола,

- б) Синтез фенола,
- в) Синтез диазоаминобензола,
- г) Синтез п-нитроанилинового красного,
- д) Синтез β-нафтолоранжа,
- е) Синтез метилоранжа.

Ознакомление с методикой. Сбор прибора. Соблюдение оптимальных условий проведения реакций. Осуществление синтеза по описанным методикам. Отчет по проделанной лабораторной работе.

5. Литературный синтез

«Литературный синтез» - это двух или трех стадийный синтез конкретного органического соединения по методикам, самостоятельно найденным в химической литературе. Выполнение «Литературного синтеза» состоит из нескольких этапов:

- 1) выдача индивидуального задания на синтез конкретного соединения,
- 2) предварительный поиск в химической литературе общих сведений о соединении или о классе, к которому принадлежит соединение; уточнение брутто-формулы,
- 3) планирование эксперимента (обычно несколько вариантов многостадийных синтезов),
- 4) поиск в литературе конкретных методик синтеза как конечного, так и промежуточных продуктов, а также других данных об этих соединениях,
- 5) утверждение плана эксперимента, консультация с руководителем,
- 6) эксперимент,
- 7) оформление отчета (реферата). Отчет должен состоять из введения, литературного обзора, экспериментальной части, выводов и списка цитируемой литературы.

6. Идентификация органических соединений:

1. Качественный функциональный анализ.

Определение класса соединения ряда веществ неизвестной природы (5-7 веществ) на основании качественных реакций и других исследований.

2. Анализ неизвестного вещества.

Идентификация неизвестного полифункционального соединения или смеси двух веществ на основании изучения свойств этих соединений, качественных реакций и данных ИК-спектроскопии. Характеристика реакционной способности этих соединений.

7. Лабораторные работы экотехнологического характера

- а) Определение содержания фенола в промышленных сточных водах,
- б) Определение окисляемости сточных вод,

- в) Определение содержания токсичных органических соединений в сточных промышленных водах,
г) Определение содержания воды в нефти и нефтепродуктах,
д) Проведение синтеза ряда органических соединений, в условиях близких к производственным.

Основная литература

1. Травень В.Ф. Органическая химия. М.: "Академкнига", 1,2 том, 2004.
2. Березин Б.Д., Березин Д.Б. Курс современной органической химии. М.:Высшая школа, 2003
3. Органическая химия, книга 1-основной курс и книга 2 –специальный курс / под ред.Н.А.Тюкавкиной/ М.:ДРОФА, 2004.
4. Соколов Р.С. Химическая технология. М.: "Владос", 2 том, 2003.
5. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. М.: Мир, ВШ, 1990.
6. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 1994. -Т.1,2.
7. Нейланд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа , 1990.
8. Терней А. Современная органическая химия. /под ред. Суворова Н.Н. М.:Мир, 1981.- Т. 1,2

Дополнительная литература

9. Юкельсон И.И. Технология основного органического синтеза. М.: Химия, 1979.
- 10.Общая органическая химия. / под ред. Д. Вартона. М.:Химия, 1981.- Т.1-12.
- 11.Органикум. Практикум по органической химии. / перевод с немецкого П. Потапова. М.: Мир, 1979.- Т. 1,2.
- 12.Альбицкая В.М., Бальян Х.В. и др. Лабораторные работы по органической химии./ под ред. Гинзбурга М.: ВШ,1982.
- 13.Органический синтез: Учебное пособие для студентов./ под ред. Н.В. Васильева, Т.А. Смолина. М.: Просвещение, 1986.
- 14.Лебедев И.Н. Химия и технология основного органического синтеза. М.: Химия, 1981.
- 15.Веселовская Т.К., Мачинская И.В. Вопросы и задачи по органической химии./под ред. Н.Н. Суворова М.: В.Ш., 1988.
- 16.Агрономов А.Е., Болесов И.Г. и др. Задачи и упражнения по органической химии. М.: МГУ, 1971.