

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах

УТВЕРЖДАЮ
Зам. декана ФНМ по учебной
работе
_____/А.В. Кнотько /
«__» _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Органическая химия

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

Направленность (профиль)/специализация ОПОП:

общий

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Методической комиссией факультета наук о материалах
(протокол №_____, дата)

Москва 2016

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Химия, физика и механика материалов» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки) в редакции приказа МГУ от _____20__ г.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО: Базовая часть, общенаучная подготовка, модуль «Химия», курс предназначен для студентов факультета наук о материалах 2-го года обучения (3-й семестр), курс является обязательным

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия (если есть):

Общая химия и химия элементов (с основами качественного анализа)

3. Результаты обучения по дисциплине:

Знать: химические свойства важнейших классов органических соединений и основные механизмы превращений органических веществ

Уметь: предсказывать химические свойства гетерофункциональных соединений

Владеть: аппаратом органической химии

4. Объем дисциплины составляет 5 з.е. (180 ак.ч.)

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий:

5.1. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий (в строгом соответствии с учебным планом)

Вид работы	Семестр				Всего
	3				
Общая трудоёмкость, акад. Часов	180				180
Аудиторная работа:	126				126
Лекции, акад. Часов	54				54
Семинары, акад. Часов	72				72
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. Часов	54				54
Вид итогового контроля (зачёт, экзамен)	Экз.				

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Предмет органической химии. Распространение органических соединений в природе. Использование в медицине и технике. Особенности методологии преподавания и логика изучения органической химии.

УГЛЕВОДОРОДЫ

Понятие о гибридизации атомов углерода. Алканы. Алкены. Алкины.

АЛКАНЫ

Строение алканов, конформации, проекции Ньюмена. Химические свойства алканов. Понятие об электроотрицательности элементов. Гомолитический и гетеролитический разрыв связей. Механизмы свободнорадикальных реакций. Стабильность радикалов. Гиперконъюгация. Галогенирование. Сульфохлорирование. Нитрование по Коновалову. Крекинг. Гидрокрекинг. Окисление алканов. Органическая масс-спектрометрия. Стабильность карбокатионов. Понятие об индуктивном и мезомерном эффектах.

АЛКЕНЫ

Строение алкенов. Геометрическая *Z,E*-изомерия. Химические свойства алкенов. Реакции электрофильного присоединения. Сопряженное присоединение. Гидрогалогенирование. Гидратация. Правило Марковникова. Меркурирование олефинов. Присоединение по Харацу.

Радикальная полимеризация, теломеризация. Метатетезис. Оксосинтез. Вакер-процесс. Окисление алкенов в жестких условиях. Озонолиз, окислительное и восстановительное расщепление озонидов. Окисление по Вагнеру. Окисление по Прилежаеву. Восстановление алкенов. Гидроборирование алкенов. Присоединение карбенов. Триpletные и синглетные карбены, карбеноиды. Реакции без затрагивания двойной связи. Понятие о мезомерном эффекте. Аллильное галогенирование.

ДИЕНЫ

Изолированные, кумулированные и сопряженные диены. Сопряженные диены (1,3-диены). Понятие о порядке связей. Конфигурации сопряженных диенов. УФ спектроскопия. Химические свойства 1,3-диенов. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Конетический и термодинамический контроль обратимых процессов. Диеновый синтез Дильса-Альдера. Полимеризация

АЛКИНЫ

Строение алкинов. Понятие об устойчивости карбанионов. Сопряженные кислоты и основания. Кислотные свойства алкинов. Синтетическое использование ацетелинидов меди. Реакции ацетиленов с участием тройной связи. Гидрогалогенирование. Гидратация, реакция Кучерова. Нуклеофильное присоединение к алкинам. Окисление алкинов. Восстановление алкинов (*цис*- и *транс*-восстановление). Гидроборирование алкинов

АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Понятие ароматичности. Правило Хюккеля. Критерии ароматичности. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Химические свойства аренов. Восстановление ароматических систем. Реакции боковых цепей. Галогенирование боковых цепей. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Механизм электрофильного замещения, π - и σ -комплексы. Нитрование. Галогенирование. Алкилирование по Фриделю-Крафтсу. Ацилирование по Фриделю-Крафтсу. Методы получения ароматических альдегидов. Сульфирование ароматических соединений, понятие об изотопном эффекте. Влияние заместителей в бензольном кольце на ориентацию электрофильного замещения. Мезомерные структуры. Согласованная и несогласованная ориентация. Влияние стерических факторов.

НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

АЛИФАТИЧЕСКОЕ НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

Бимолекулярное нуклеофильное замещение S_N2 . Мономолекулярное нуклеофильное замещение S_N1 . Влияние строения субстрата, нуклеофильности реагента, характера уходящей группы и природы растворителя. Стереохимия процессов. Анхимерное содействие. Амбидентные нуклеофилы. Теория ЖМКО.

ЭЛИМИНИРОВАНИЕ

Классификация реакций элиминирования (α -, β - и γ -элиминирование). Бимолекулярное β -элиминирование (E_2). Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева. Элиминирование по Гофману. Мономолекулярное элиминирование (E_1). Дегидратация спиртов в кислых средах. Влияние строения субстрата, основания и условий реакции на соотношение продуктов нуклеофильного замещения и элиминирования. Элиминирование по механизму (E_{1cb})

АРОМАТИЧЕСКОЕ НУКЛЕОФИЛЬНОЕ ЗАМЕЩЕНИЕ

Механизм ароматического нуклеофильного замещения. Комплексы Мезенгеймера. Нуклеофильное замещение атома водорода. Окислительная ароматизация анионных σ -комплексов. Нуклеофильное замещение галогенов. Нуклеофильное замещение других групп. Замещение неактивированного галогена в присутствии металлической меди (реакция Ульмана). Ариновый механизм

МЕТАЛЛОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Магнийорганические соединения. Методы получения и строение реактивов Гриньяра. Магнийорганические реагенты как основания и нуклеофилы. Реакции с солями металлов, соединениями с подвижным атомом водорода, CO_2 , карбонильными соединениями и производными кислот. Цинкорганические соединения. Методы получения. Реакция Реформатского. Натрийорганические соединения. Реакция Вюртца. Литийорганические соединения, методы получения, реакционная способность. Литийдиаклилкупраты.

СПИРТЫ

Классификация спиртов. Одноатомные и многоатомные спирты. Особенности строения. Понятие о водородной связи. ИК спектроскопия.

ОДНОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Первичные, вторичные и третичные спирты. Кислотность спиртов. Основность и нуклеофильность спиртов. Реакции замещения гидроксильной группы на галоген. Использование галогенводородных кислот, галогенидов фосфора. Использование хлористого тионила, S_N1 -механизм. Понятие об ионных парах. Получение простых эфиров. Окисление спиртов. Дегидратация спиртов

МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Гликоли. Ансольвокислоты. Внутри- и межмолекулярная дегидратация этиленгликоля. Дегидратация глицерина. Окисление этиленгликоля.

ПРОСТЫЕ ЭФИРЫ

Методы получения простых эфиров. Образование оксониевых солей. Соли Мейервейна. Расщепление простых эфиров. α -Оксиды (эпоксиды, оксираны). Раскрытие эпоксидов в кислых средах. Раскрытие под действием нуклеофилов. Дезоксигенация эпоксидов – метод изомеризации алкенов. Краун-эфиры. Методы получения, тепмлатный синтез. Строение, номенклатура и синтетическое использование.

КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Реакции карбонильных соединений с нуклеофильными агентами. Механизм присоединения-элиминирования. Реакции с N-нуклеофилами. Азины и гидразоны. Оксимы. Перегруппировка Бекмана. Енамины. Реакция Сторка. Реакции карбонильных соединений с реактивами Гриньяра. Реакция Виттига. Реакции карбонильных соединений со слабыми нуклеофилами. Ацетали. Реакции карбонильных соединений с пентахлоридом фосфора. Реакции карбонильных соединений, идущие через образование енольных форм. Альдольно-кетоновые конденсации. Конденсации в основных средах. Конденсации в кислых средах. Конденсации метилкетонов в кислой среде. Конденсации разноименных карбонильных соединений. Амбидентность енолят-анионов. Другие реакции с участием енольных форм. Реакция Манниха. Окисление кетонов. Окисление альдегидов. Окисление кетонов надкислотами. Восстановление карбонильных соединений. Восстановление по Мейервейну-Пондорфу-Верлею. Окисление по Оппенгауэру. Реакция Тищенко. Восстановление карбонильных соединений комплексными гидридами металлов

α,β -НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Понятие о винилологии. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Реакции со слабыми нуклеофилами. Восстановление α,β -непредельных карбонильных соединений. Диеновый синтез.

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Кислотность карбоновых кислот. Реакции производных карбоновых кислот. Ацилирующая способность производных карбоновых кислот. Эфиры карбоновых кислот (сложные эфиры). Гидролиз сложных эфиров. Реакции сложных эфиров с аминами. Восстановление сложных эфиров. Реакции сложных эфиров с реактивами Гриньяра. Енолизация производных карбоновых кислот. Сложноэфирная конденсация. Конденсация сложных эфиров с кетонами. Реакция Дарзана. Амиды и нитрилы карбоновых кислот. Гидролиз амидов и нитрилов. Восстановление амидов и нитрилов. Взаимодействие амидов и нитрилов с реактивами Гриньяра. Перегруппировка Гофмана. Перегруппировка Курциуса. Соли карбоновых кислот. Реакция Лейкарта. Галогенангидриды и ангидриды карбоновых кислот. Ацилирование аминов. Взаимодействие галогенангидридов с реактивами Гриньяра. Восстановление галогенангидридов кислот. Реакция Геля-Фольгарда-Зелинского. Кетены

НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

Восстановление водородом в момент выделения. Реакции со слабыми нуклеофилами. Реакции нуклеофильного присоединения. Акрилонитрил. Реакция цианэтилирования.

ДИКАРБОНОВЫЕ И ГИДРОКСИКИСЛОТЫ

Щавелевая кислота. Химические свойства. Малоновая кислота. Синтез малонового эфира. Декарбоксилирование. Синтезы с малоновым эфиром. Янтарная кислота. Сукцинимид. Адипиновая кислота. Внутримолекулярная сложноэфирная конденсация. Непредельные двухосновные кислоты. Фумаровая и малеиновая кислоты. Использование в диеновом синтезе. Гидроксикислоты. Отношение к нагреванию. Лактиды и лактоны.

АЦЕТОУКСУСНЫЙ ЭФИР

Получение ацетоуксусного эфира. Na-Ацетоуксусный эфир. Енолизация ацетоуксусного эфира. Содержание кетонной и енольной форм в зависимости от растворителя и катиона металла. Причины стабильности енолята. Реакции кетонной и енольной формы. Синтезы с ацетоуксусным эфиром. Кетонное и кислотное расщепление ацетоуксусного эфира.

АМИНЫ

Классификация аминов (первичные, вторичные, третичные, четвертичные соли и основания). Основность аминов. Кислотность аминов. Качественные реакции, свойственные аминам. Разделение аминов. Получение аминов (реакция Габриэля, Гофмана, синтез с использованием уротропина, восстановление нитросоединений, реакция восстановительного аминирования). Ацилирование аминов. Алифатические diaзосоединения. Получение и реакции diaзометана.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ НИТРОСОЕДИНЕНИЙ

Восстановление в кислой и щелочной среде. Перегруппировка фенолгидроксиламина в кислой среде. Парциальное восстановление динитробензолов. Азоксибензол. Перегруппировка Валлаха. Азобензол. Гидразобензол. Бензидиновая перегруппировка. Ароматические амины. Основность ароматических аминов. Окисление анилинов до хинонов.

АРОМАТИЧЕСКИЕ СОЛИ ДИАЗОНИЯ

Механизм реакции diaзотирования. Стабильность ароматических солей diaзония. Реакции с выделением азота. Замещение diaзогруппы на фтор (реакция Шимана). Замещение diaзогруппы на хлор и бром. Замещение diaзогруппы на CN. Замещение diaзогруппы на нитрогруппу. Замещение diaзогруппы на йод. Реакция Мейервейна. Реакции солей diaзония, идущие без выделения азота. Реакции азосочетания. Триазены. Ароматическое нуклеофильное замещение, активированное diaзогруппой.

ФЕНОЛЫ И ХИНОНЫ

Кислотность фенолов. Реакции фенолов по гидроксильной группе. Реакции по ароматическому ядру. Электрофильное галогенирование фенолов. Взаимодействие с формальдегидом. Окисление фенолов. Восстановление фенолов. Производные фенолов как антиоксиданты. Хиноны. Окислительные свойства хинонов.

ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

ПЯТИЧЛЕННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методы получения. Химические свойства пятичленных гетероциклов. Нитрование. Сульфирование. Галогенирование. Формилирование (реакция Вильсмейера-Хаака). Ацилирование. Кислотные свойства пиррола. Индол. Синтезы индола. Химические свойства индола.

ШЕСТИЧЛЕННЫЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ГЕТЕРОЦИКЛЫ

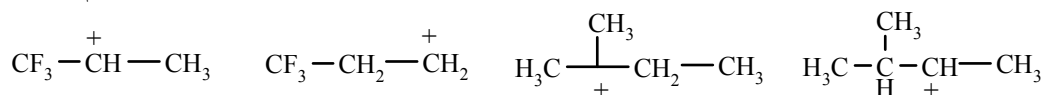
Пиридин, хинолин. Методы синтеза. Синтез Скраупа. Синтез Дебнера-Миллера. Химические свойства пиридина и хинолина. Основность. Окисление и восстановление. Электрофильное замещение в пиридине. Химия N-оксида пиридина. Нуклеофильное замещение в ряду пиридина.

6. Фонд оценочных средств (ФОС, оценочные и методические материалы) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).

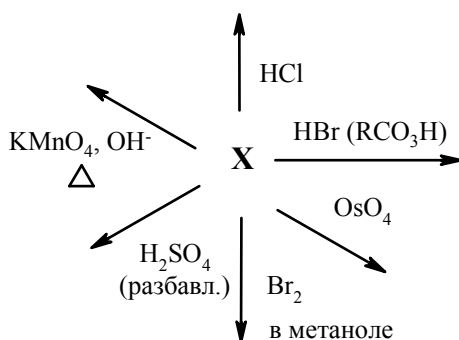
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости, критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

Образец контрольной работы по теме «Алкены»

1. Расположите следующие катионы в порядке увеличения их стабильности, укажите причины стабилизации:

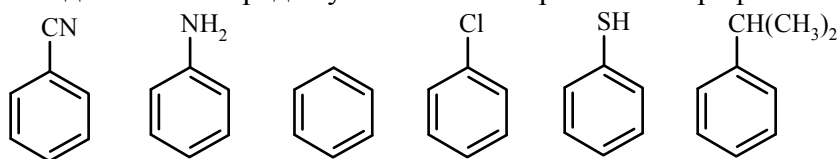


2. Соединение **X** дает при озоноллизе даёт пропаналь и диэтилкетон, установите структуру соединения **X**, укажите условия озоноллиза. Напишите продукты взаимодействия алкена **X** со следующими реагентами:

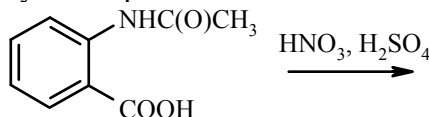


Образец контрольной работы по теме «Ароматические соединения»

- Расположите соединения в порядке увеличения скорости электрофильного замещения:



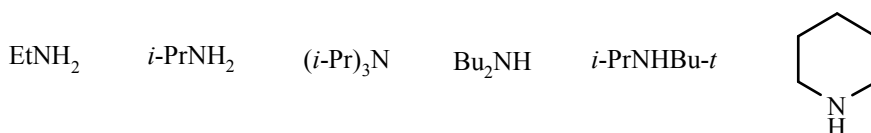
- Предскажите результат следующей реакции:



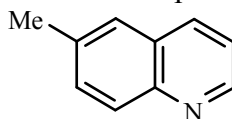
- Из бензола, толуола и неорганических реагентов получите *m*-нитробензофенон

Образец контрольной работы по теме «Амины»

- Приведите не менее 5 способов селективного получения 2-фенилэтиламина.
- Расположите соединения в ряд по возрастанию основности:



- Из бензола и неорганических реагентов получите 2,4- и 2,5-динитробромбензолы. Какой из них будет реагировать с пиперидином?
- Объясните, почему N,N,2,6-тетраметиланилин не вступает в реакцию азосочетания, тогда как N,N-диметиланилин является активной азосоставляющей. Приведите условия азосочетания N,N-диметиланилина с хлоридом *m*-нитрофенилдиазония.
- При восстановлении азокрасителя получены *n*-нитроанилин и 2,4-дигидроксианилин. Какое строение имеет азокраситель? Как получить его из бензола и доступных реагентов?
- Исходя из бензола и этанола, получите изомерные N,N-диэтиланилин и этил(4-этилфенил)амин.
- Из толуола, глицерина и других необходимых реагентов получите 6-метилхинолин



6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), критерии и шкалы оценивания (в отсутствие утвержденных соответствующих локальных нормативных актов на факультете)

1. Природа связей С-С и С-Н (sp^3 -гибридизация атомов углерода). Понятие о конформациях алканов. Проекционные формулы Ньюмена. Химические свойства алканов. Понятие о гомолитических и гетеролитических процессах. Строение и устойчивость радикалов. Цепные радикальные процессы на примере галогенирования алканов. Селективность радикальных реакций.
2. Радикальные реакции алканов: сульфохлорирование, нитрование, крекинг, окисление. Методы получения алканов. Реакция Вюрца: механизм, недостатки, современный вариант (использование диалкилкупратов лития).
3. Природа двойной углерод-углеродной связи (sp^2 -гибридизация атомов углерода). Геометрическая изомерия алкенов, номенклатура изомеров. Электрофильное при-соединение к алкенам на примере галогенирования. Общие представления о механизме реакций, π - и σ -комплексы. Стереохимия процесса, сопряженное присоединение.
4. Реакции алкенов с ацетатом ртути (гидрокси- и алкоксимеркурирование). Катионная димеризация алкенов. Радикальные реакции алкенов: присоединение HBr по Харацу, аллильное галогенирование, радикальная полимеризация. Окисление алкенов в жестких условиях, озонлиз, окисление по Прилежаеву.
5. Восстановление алкенов, устойчивость замещенных алкенов по теплотам гидрирования. Использование металлокомплексного катализа в химии алкенов: метатезис, гидроформилирование, Вакер-процесс. Карбены. Методы генерирования карбенов. Стереохимия присоединения синглетных и триплетных карбенов к алкенам.
6. Типы диенов: изолированные, кумулированные, сопряженные. Сопряженные диены: особенности строения, *s-цис*- и *s-транс*-конформеры. Реакция Дильса-Альдера: синтетический потенциал (различные диены и диенофилы), стереохимия цикло-присоединения.
7. Типы диенов: изолированные, кумулированные, сопряженные. Сопряженные диены: особенности строения, *s-цис*- и *s-транс*-конформеры. Реакция Дильса-Альдера: синтетический потенциал (различные диены и диенофилы), стереохимия цикло-присоединения.
8. Сопряженные диены, особенности строения, УФ спектроскопия, молекулярные орбитали сопряженных диенов. Реакции присоединения к сопряженным диенам: гидрирование, галогенирование, гидрогалогенирование 1,3-диенов. 1,4- и 1,2-Присоединение, энергетический профиль реакции, термодинамический и кинетический контроль.
9. Алкины. Природа тройной связи (sp -гибридизация атома углерода). СН-кислотность ацетиленов, понятие о карбанионах. Металлированные производные ацетиленов, использование в синтетических целях. Реакции электрофильного присоединения к алкинам. Сравнение реакционной способности алкенов и алкинов.
10. Реакции нуклеофильного присоединения к алкинам: присоединение HCN, спиртов, синтез виниловых эфиров. Димеризация, три- и тетрамеризация алкинов. Окисление алкинов. Восстановление алкинов: методы получения *цис*- и *транс*- алкенов. Гидроборирование алкинов: синтез альдегидов.
11. Ароматические соединения. Строение бензола. Формула Кекуле. Концепция и критерии ароматичности. Конденсированные и небензоидные ароматические системы. Химические свойства ароматических углеводородов: озонлиз, исчерпывающее галогенирование бензола, восстановление. Реакции боковых цепей: окисление, радикальное галогенирование. Стабилизация бензильного радикала.
12. Электрофильное замещение в ароматическом ряду. Общее представление о механизме процесса. Электрофилы. Понятие о π - и σ -комплексах. Реакции электрофильного замещения в бензоле: нитрование, галогенирование, алкилирование и ацилирование по Фриделю-Крафтсу, алкилирование спиртами и алкенами, сульфирование.

13. Электрофильные реакции замещённых бензолов. Влияние заместителей, согласованная и несогласованная ориентация. Методы синтеза ароматических альдегидов (синтез Гаттермана-Коха, Гаттермана, Адамса, Реймера-Тимана, Вильсмейера-Хаака).
14. Активированное ароматическое нуклеофильное замещение. Общие представления о механизме. Комплексы Мезенгеймера. Замещение уходящих групп (галогена, сульфогруппы). Особенности нуклеофильного замещения атома водорода. Замещение нитрозогруппы в *p*-нитрозодиакиланилинах (синтез вторичных аминов). Ариновый механизм замещения в неактивированных ароматических субстратах.
15. Понятие об оптической активности органических соединений и хиральности молекул. Стереохимия соединений с одним асимметрическим атомом углерода. Другие типы хиральных молекул. Энантиомеры, рацематы, *R/S*-номенклатура. Проекционные формулы Фишера и правила пользования ими. Стереохимия соединений с двумя асимметрическими атомами углерода. Понятие о диастереомерах и мезоформах.
16. Нуклеофильное замещение у насыщенного атома углерода. Классификация механизмов реакций нуклеофильного замещения. Понятие нуклеофильности и основности. Реакции S_N2 типа. Кинетика, стереохимия, вальденовское обращение. Влияние строения органического радикала, растворителей, роль нуклеофила и уходящей группы. Внутримолекулярное нуклеофильное замещение, анхимерное содействие.
17. Реакции типа S_N1 . Кинетика, стереохимия, зависимость скорости процесса от природы радикала, растворителя и уходящей группы. Карбокатионы, факторы, определяющие их устойчивость. Индуктивный и мезомерный электронные эффекты. Перегруппировки карбокатионов. Понятие об ионных парах, влияние их образования на стереохимию процесса. Амбидентные нуклеофилы. Теория ЖМКО.
18. Реакции α -, β - и γ -элиминирования. Классификация механизмов реакций элиминирования: $E1$, $E2$, $E1cB$. Механизм $E2$, дегидрогалогенирование, стерео- и региохимия процесса. Правило Зайцева. Влияние размера основания. Правило Гофмана. Механизм $E1$, стереохимия процесса, скелетные перегруппировки. Механизм $E1cB$.
19. Классификация спиртов. Одноатомные спирты. Спирты как ОН-кислоты и основания Льюиса. Зависимость кислотности и основности от строения радикала. Нуклеофильность спиртов и алколят-ионов. Замещение гидроксильной группы. Методы активации замещения. Получение простых эфиров (реакция Вильямсона, межмолекулярная дегидратация). Замещение гидроксильной группы на галоген.
20. Окисление первичных, вторичных и третичных спиртов, синтез альдегидов и кетонов. Дегидратация спиртов, скелетные перегруппировки. Диолы. Методы получения: окисление алкенов по Вагнеру, эпоксидирование с последующим раскрытием эпоксидов. Внутри- и межмолекулярная дегидратация этиленгликоля. Окислительное расщепление диолов. Пинаколиновая перегруппировка.
21. Реакции электрофильного присоединения к алкенам на примере гидрогалогенирования и гидратации. Механизмы реакций. Правило Марковникова. Современная трактовка правила Марковникова.
22. Альдегиды и кетоны. Строение карбонильной группы альдегидов и кетонов. Механизм нуклеофильного присоединения по связи $C=O$. Кислый и основной катализ. Присоединение HCN . Реакции с O -нуклеофилами (присоединение воды, спиртов). Правило Эльтекова-Эрленмейера. Ацетали, кетали. Ацетальные защитные группы в органическом синтезе.
23. Взаимодействие альдегидов и кетонов с N -нуклеофилами, образование иминов, енаминов, оксимов, гидразонов. Механизм присоединения – отщепления. Особенности взаимодействия формальдегида с аммиаком, аминами. Перегруппировка оксимов по Бекману. Бисульфитные производные альдегидов и кетонов.
24. Окисление и восстановление альдегидов и кетонов. Получение карбоновых кислот и спиртов. Окисление по Оппенгауэру. Восстановление по Мейервейну-Пондорфу-Верлею. Восстановление комплексными гидридами металлов, восстановление до углеводов по Кижнеру. Образование пинаконов.

25. α,β -Непредельные карбонильные соединения. Сопряжение карбонильной группы с двойной углерод-углеродной связью. 1,2- и 1,4-Присоединение. Присоединение HCN, енолятов, аминов. Реакции с металлорганическими соединениями (RMgX , RLi , купратными реагентами). Селективное и полное восстановление.
26. Реакции замещения атома водорода в α -положении альдегидов и кетонов: нитрозирование, галогенирование, галоформная реакция, аминометилирование (реакция Манниха). Галогенирование карбоновых кислот по Гелю–Фольгардту–Зелинскому (механизм).
27. Реакция карбонильных соединений с илидами фосфора – синтез алкенов (реакция Виттига). Взаимодействие карбонильных соединений и производных карбоновых кислот с реактивами Гриньяра. Синтез первичных, вторичных и третичных спиртов, кетонов.
28. Енолизация карбонильных соединений. Влияние структурных факторов и растворителей на кето-енольное равновесие. Альдольно-кетоновые конденсации в кислой и основной средах, механизм реакций. Направленная конденсация разноименных карбонильных соединений (использование литиевых енолятов, кремниевых эфиров енолов).
29. Конденсации альдегидов и кетонов с нитроалканами (реакция Анри), с соединениями, содержащими активную метиленовую группу (Конденсация Кнёвенагеля), с ангидридами карбоновых кислот (реакция Перкина), с цинковыми производными эфиров α -галогенкарбоновых кислот (реакция Реформатского). Механизмы реакций.
30. Производные карбоновых кислот, их взаимные переходы и относительная реакционная способность в реакциях с нуклеофильными агентами по карбонильной группе. Ангидриды и хлорангидриды кислот, получение и химические свойства. Ацилирующие агенты.
31. Амиды и нитрилы кислот. Гидролиз в кислой и щелочной средах, восстановление нитрилов и амидов. Взаимодействие с реактивами Гриньяра. Перегруппировки Гофмана и Курциуса (получение первичных аминов из амидов карбоновых кислот и ацилазидов).
32. Сложные эфиры. Этерификация карбоновых кислот, механизм. Химические свойства эфиров: гидролиз, реакции с N-нуклеофилами, восстановление. Конденсация Кляйзена (сложноэфирная конденсация, конденсация с кетонами), механизм. Перекрёстная конденсация сложных эфиров.
33. β -Кетокислоты и их эфиры: кето-енольная таутомерия, методы получения. Использование ацетоуксусного эфира в органическом синтезе. Кетонное и кислотное расщепление 1,3-кетозэфиров.
34. Дикарбоновые кислоты. Щавелевая кислота её эфиры (конденсация диэтилоксалата с кетонами и другими сложными эфирами). Малоновая кислота и малоновый эфир. Синтезы с малоновым эфиром. Адипиновая и янтарная кислоты.
35. Магнийорганические соединения. Природа связи углерод-металл. Строение реактивов Гриньяра. Методы получения реактивов Гриньяра. Магнийорганические соединения в роли оснований и нуклеофилов. Синтез на их основе углеводов, спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот. Литийорганические соединения.
36. Классификация аминов. Зависимость основности аминов от их строения (электронные и пространственные факторы). Методы синтеза аминов (включая реакции Гофмана, Габриэля, синтез с уротропином, синтез из карбонильных соединений, из производных карбоновых кислот).
37. Восстановление ароматических нитросоединений: реагенты, условия, про-межуточные продукты. Нитрозобензол, фенилгидразин, азокси-, азо- и гидразобензол. Методы получения, химические свойства. Перегруппировки: фенилгидроксиламина в *n*-аминофенол, Валлаха, бензидиновая.
38. Ароматические соли диазония. Механизм и условия диазотирования. Строение и устойчивость солей диазония. Реакции солей диазония с выделением азота. Реакции солей диазония без выделения азота: азосочетание (условия азосочетания с фенолами и аминами).
39. Шестичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом. Пиридин. Комплексы пиридина с серным ангидридом. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения в пиридиновом кольце. N-Окись пиридина и её использование в реакциях электрофильного замещения.

40. Пятичленные ароматические гетероциклы с одним гетероатомом (фуран, тиофен, пиррол). Методы получения, реакции электрофильного замещения (нитрование, галогенирование, сульфирование, ацилирование).
41. Конденсированные гетероциклические соединения (индол, хинолин). Методы синтеза и химические свойства. Ориентация электрофильного замещения.
42. Ориентация электрофильного замещения в ароматическом ядре фенолов и фенолятов. Формилирование фенолов.

7. Ресурсное обеспечение:

7.1. Перечень основной и дополнительной литературы

Основная литература:

1. О.А. Реутов, А.Л. Кури, К.П. Бутин. *Органическая химия. Т.1-4, М. "Мир" 1999-2002 год.*
2. В.Л. Белобородов, С.З. Зурабян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина, *Органическая химия, основной курс, книга 1, «Дрофа», 2002 г; специальный курс, книга 2, «Дрофа», 2009.*

Дополнительная литература

1. Х. Беккер, Г. Домашке, Э. Фангхенель. *Органикум. Т. 1, 2. М. "Мир", 1992 год.*
2. Р. Моррисон, Р. Бойд. *Органическая химия. М., "Мир", 1974 год.*
3. А. Терней. *Современная органическая химия. Т. 1,2. М., "Мир" 1981 год.*
4. Дж. Робертс, М. Кассерио. *Основы органической химии. Т. 1,2, М., "Мир", 1978.*
5. Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. *Спектрометрическая идентификация органических соединений, М. ,Бином, 2011.*
6. Дж.Дж. Ли, *Именные реакции. Механизмы органических реакций. М. ,Бином, 2006.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

В учебном процессе можно использовать пассивные, активные и интерактивные формы проведения занятий. Интерактивное обучение основано на прямом взаимодействии студентов со своим опытом и опытом своих соучеников, так как большинство интерактивных упражнений обращается к опыту самого учащегося.

При использовании пассивных форм обучения студенты выступают в роли «объекта» образовательного процесса, они должны усвоить и воспроизвести материал, который передается им преподавателем - носителем знания. Основные методы - лекция, чтение, опрос.

При использовании активных форм обучения учащиеся являются «субъектом» образовательного процесса, они выполняют творческие задания, вступают в диалог с преподавателем. Основные методы обучения - творческие задания и дискуссии, ответы на взаимные вопросы.

Рекомендуемый порядок проведения занятий.

Лекции. При чтении лекций целесообразно использовать вспомогательный иллюстративный материал, размещенный на сайте <http://www.chem.msu.su/rus/teaching/thermo/welcome.html>

Семинары. При проведении семинарских занятий по курсу «Неорганическая химия» необходимо особое внимание следует уделить решению практических задач. Тема семинара должна соответствовать теме предшествующей лекции.

Рекомендуемый порядок проведения семинарского занятия

- проверить присутствие студентов на занятии,
- объявить тему текущего семинарского занятия,
- при необходимости обсудить со студентами вопросы, вызвавшие затруднения при выполнении домашнего задания,
- провести опрос студентов по основным вопросам текущего семинарского занятия,
- особое внимание уделить решению практических задач по изучаемой теме,

- по окончании занятия подвести итог, выделить главное из изученной темы, проинформировать студентов о теме следующего семинара.

Преподаватель, ведущий занятия в студенческой группе, в течение всего семестра должен постоянно информировать студентов группы о результатах текущего контроля успеваемости.

Интернет-ресурсы

Материалы следующих сайтов используются в преподавании различных разделов курса:

1. www.chem.msu.ru/rus/teaching
2. [www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virtual text](http://www2.chemistry.msu.edu/faculty/reusch/virtual_text)

[MIT Open CourseWare](#)

[Reaction quizzes and summaries from Towson University](#)

[Electronic flashcards from Ohio State University](#)

[Concept questions from University of Wisconsin](#)

[Practice problems from UCLA](#)

[Arrow Pushing Tutorial](#)

[BestChoice, University of Auckland](#) Demo may be used

[Spectroscopy problems from Notre Dame](#)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТА

В процессе самостоятельной работы должны формироваться самостоятельность мышления, способности к критическому анализу, умения по поиску и использованию справочной и специальной литературы, а также других источников информации.

7.2. Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости)

Не требуется

7.3. Описание материально-технического обеспечения.

аудитория с доской, компьютерный проектор

8. Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП указано в Общей характеристике ОПОП.

9. Разработчик (разработчики) программы.

д.х.н., проф. М.А. Юровская