

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Естественных наук
2.	Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
3.	Направленность (профили)	Биология. Химия
4.	Дисциплина (модуль)	К.М.03.08 Органический синтез
5.	Форма обучения	очная
6.	Год набора	2021

I. Методические рекомендации по организации работы студентов

1.1 Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и электронные презентации, производить эксперименты, работать с таблицами и графиками. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения текущих и контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, практические занятия и лабораторные работы.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации для выполнения лабораторных работ и указания на самостоятельную работу.

**Методические указания к решению заданий по планированию синтеза
органических соединений**

Если заданное вещество не удастся получить в результате осуществления одностадийного превращения, требуется разработать план многостадийного синтеза. Трудность решения такой задачи обусловлена тем, что она предполагает использование комплексного подхода, базирующегося на знаниях способов получения важнейших соединений, их кислотноосновных и окислительно-восстановительных свойств, способности к комплексообразованию.

Выбор оптимального пути синтеза соединения определяется несколькими факторами, наиболее важными из которых являются: число стадий синтеза целевого соединения; выход основных продуктов реакции на каждой стадии; легкость разделения и выделения продуктов реакций; доступность реагентов, применяемых в процессе получения целевого соединения.

Отметим наиболее важные аспекты, которые необходимо учитывать при решении заданий по планированию синтеза неорганических соединений.

1. Протекание многих химических реакций существенно зависит от условий их проведения (нагревание или охлаждение, избыток или недостаток одного из реагентов, наличие катализаторов и т.д.). При написании уравнений химических реакций необходимо указывать эти условия.

2. Для получения заданного вещества можно использовать только исходные и синтезированные Вами соединения.

3. Среди огромного разнообразия химических реакций, в которых образуются те или иные продукты, далеко не все реакции можно использовать как способ получения целевых соединений.

4. Нежелательно использовать реакции, в результате которых образуются несколько продуктов, содержащих один и тот же элемент в разных степенях окисления (реакции диспропорционирования).

5. Рекомендуется использовать реакции, приводящие к получению заданного соединения с возможно большим выходом и исключающие протекание побочных процессов.

6. В случаях, когда протекание побочной реакции неизбежно, следует выбирать путь, в котором образующийся побочный продукт возможно отделить от основного.

7. Если в качестве исходного соединения используется природный минерал, на первой стадии необходимо применять специальные методы переработки минерального сырья, которые используются в промышленности

II. Планы лабораторных занятий

Лабораторная работа №1

Тема: Получение углеводов и изучение их свойств

Цель работы:

1. Познакомить с лабораторными способами получения метана, этилена, ацетилена и качественными реакциями на простую (C–C) и кратные (C=C, C≡C) связи в молекулах углеводов.
2. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам алифатических углеводов.
3. Выработать навыки обращения с химической посудой, реактивами.
4. Ознакомить с побочными процессами, проходящими при получении углеводов, со способами утилизации отработанных реактивов.

Ход работы:

1. Синтез метана.
2. Синтез этилена.
3. Синтез ацетилена.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при получении углеводов?
2. Напишите уравнения реакции получения всеми возможными способами: а) этана; б) пропилена; в) бутадиена-1,3; г) пропина.

3. Охарактеризуйте химические свойства алканов (на примере метана, пропана). Приведите уравнения реакций, укажите условия: а) горения; б) сульфирования; в) сульфохлорирования; г) нитрования (по Коновалову).
4. Охарактеризуйте химические свойства алкенов (на примере пропилена). Приведите уравнения реакций и укажите условия: а) присоединения; б) горения; в) хлорирования; г) озонирования; д) полимеризации.
5. Охарактеризуйте химические свойства диеновых углеводородов (на примере бутадиена-1,3), напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения: а) присоединения; б) горения; в) озонирования с последующим гидролизом образующихся продуктов.
6. Охарактеризуйте химические свойства алкинов (на примере пропина), напишите уравнения реакций и укажите условия их проведения.
7. Укажите реакции, при помощи которых возможно обнаружение и разделение смеси алкана, алкена и алкина (содержащего атом водорода при углероде с тройной связью).

Лабораторная работа №2

Тема: Синтез бромэтана

Цель работы:

1. Ознакомить студентов со способом непрямого галогенирования спиртов.
2. Научить выделять полученный продукт из реакционной массы.
3. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам спиртов и галогенуглеводородов.
4. Ознакомить с побочными процессами, проходящими при проведении синтеза, со способами утилизации отработанных реактивов.

Ход работы

1. Синтез бромистого этила.
2. Выделение и очистка бромистого этила.
3. Качественное определение галогеналкила.
4. Определение галогенпроизводных раствором йодистого натрия в ацетоне.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при получении бромэтана?
2. Сформулируйте правила образования названий спиртов и галогенуглеводородов по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК. Приведите примеры.
3. Напишите уравнения реакции получения всеми возможными способами: а) этилового спирта; б) глицерина; в) бромэтана; г) 1,2-дихлорэтана.
4. Охарактеризуйте химические свойства спиртов (на примере этилового спирта и глицерина). Приведите уравнения реакций, укажите условия: а) окисления; б) дегидратации; в) кислотно-основные свойства.
5. Предложите реакции, при помощи которых можно обнаружить и разделить смесь первичного, многоатомного спиртов.
6. Предложите реакции, при помощи которых можно обнаружить и разделить смесь моногалогенуглеводорода и полигалогенуглеводородов (бромэтана и 1,2-дихлорэтана).
7. Предложите схему получения этилового спирта и бромэтана из неорганических веществ

Лабораторная работа №3

Тема: Синтезы альдегидов и кетонов

Цель работы:

1. Получить альдегиды окислительными реакциями.
2. Ознакомиться с качественными реакциями на альдегиды и кетоны.
3. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам кетонов.

Ход работы

1. Синтез ацетальдегида окислением спирта.
2. Синтез альдегидов из спиртов (дегидрирование).
3. Синтез ацетальдегида при гидратации ацетилена.
4. Качественные реакции на альдегиды.
5. Качественные реакции на альдегиды и кетоны.
6. Получение оксима ацетона.
7. Взаимодействие ацетона с бисульфитом натрия
8. Образование йодоформа из альдегидов и кетонов

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при выполнении работы?
2. Сформулируйте правила образования названий альдегидов и кетонов по рациональной системе и номенклатуре ИЮПАК. Приведите примеры.
3. Перечислите способы получения, общие для альдегидов и кетонов. Проиллюстрируйте ответ уравнениями реакций.
4. Укажите механизм реакции, которая может использоваться для идентификации альдегидов и кетонов.
5. Какие качественные реакции позволяют определить наличие альдегидов в пробе? Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.
6. Какой реакцией можно отличить муравьиный альдегид от других альдегидов?
7. Напишите уравнение реакции, применяемой для выделения и очистки альдегидов и кетонов и позволяющей определить их количественно. Укажите механизм этой реакции.
8. Какая реакция с участием спиртов, альдегидов и кетонов дает одинаковый аналитический эффект? Почему?

Лабораторная работа №4-5

Тема: Синтезы на основе реакций нуклеофильного замещения.

Цель работы:

1. Ознакомить студентов с синтезами на основе реакций нуклеофильного замещения, с особенностями проведения реакции этерификации.
2. Научить выделять полученный продукт из реакционной массы.
3. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам карбоновых кислот и их производных.
4. Ознакомить с побочными процессами, проходящими при проведении синтеза, со способами утилизации отработанных реактивов.

Ход работы

1. Синтез хлоруксусной кислоты.
2. Синтез этилацетата.
3. Качественная реакция на сложные эфиры.
4. Получение сложных эфиров минеральных кислот и изучение их свойств.
Получение этилнитрита и его свойства.
Синтез эфира борной кислоты.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при синтезе сложных эфиров?
2. Напишите уравнения реакции получения всеми возможными способами: а) уксусной кислоты; б) этилацетата.
3. Охарактеризуйте химические свойства карбоновых кислот (на примере уксусной кислоты). Приведите уравнения реакций, укажите условия: а) образования солей, б) образования производных (ангидридов, галогенангидридов, сложных эфиров, амидов,

- нитрилов); в) замещения атома водорода в α -положении к функциональной группе; г) декарбоксилирования.
4. Охарактеризуйте химические свойства сложных эфиров (на примере этилацетата). Приведите уравнения реакций и укажите условия: а) гидролиза (кислотного и щелочного); б) переэтерификации.
 5. Предложите реакции, при помощи которых можно обнаружить и разделить смесь карбоновой кислоты и сложного эфира.
 6. Предложите схему синтеза уксусной кислоты и этилацетата из неорганических реактивов.
 8. Приведите уравнения реакций синтеза сложных эфиров азотистой и борной кислот.
 9. Объясните аналитический эффект реакции этилнитрита с йодидом калия и напишите уравнения реакций, протекающих в этом случае.
 10. Почему реакцию синтеза этилнитрита осуществляют при тщательном охлаждении?

Лабораторная работа №6

Тема: Синтез сложных эфиров минеральных кислот и изучение их свойств

Цель работы:

1. Ознакомить студентов со способами проведения синтеза сложных эфиров минеральных кислот.
2. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам сложных эфиров.

Ход работы:

- 1 Синтез этилнитрита.
- 2 Синтез эфира борной кислоты.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при синтезе сложных эфиров минеральных кислот?
2. Приведите уравнения реакций синтеза сложных эфиров азотистой и борной кислот.
4. Объясните аналитический эффект реакции этилнитрита с йодидом калия и напишите уравнения реакций, протекающих в этом случае.
5. Укажите условия протекания гидролиза сложных эфиров.
6. Почему реакцию синтеза этилнитрита осуществляют при тщательном охлаждении?
7. Перечислите химические свойства нитросоединений, являющихся изомерами эфиров азотистой кислоты.
8. Приведите возможные области применения сложных эфиров минеральных кислот.

Лабораторная работа №7

Тема: Синтез бензойной кислоты

Цель работы:

1. Ознакомить студентов со способом проведения реакции окисления аренов.
2. Научить выделять полученный продукт из реакционной массы.
3. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам аренов и ароматических карбоновых кислот.
4. Ознакомить с побочными процессами, проходящими при проведении синтеза, со способами утилизации отработанных реактивов.

Ход работы:

Переработка углеводородного сырья окислением является одним из наиболее рентабельных способов его использования. Легче всего окисляется третичный атом углерода. Активность вторичного и, в особенности, первичного атомов значительно ниже. Окисление протекает через образование промежуточных продуктов: пероксидов и

гидропероксидов. Они неустойчивы и легко вступают в дальнейшие превращения с участием β -связи, с образованием (в зависимости от строения исходного углеводорода) спиртов, альдегидов, кетонов, карбоновых кислот, непредельных углеводородов. Карбоновые кислоты широко применяются в хозяйственной деятельности. На их основе получают пластические массы, красители, лекарственные препараты, моющие и дезактивирующие средства. Некоторые из производных кислот обладают физиологической активностью и находят применение как средства защиты растений, дефолианты и так далее. Одним из распространенных методов получения кислот является окисление углеводородов.

Методика синтеза

В реакционную колбу поместите 1 г толуола, 3 г перманганата калия, 1 г карбоната калия и 75 см³ воды. Смесь нагрейте на песчаной бане с обратным холодильником до исчезновения окраски перманганата. Для равномерного кипения в колбу добавьте кусочки пемзы. После окончания реакции содержимое колбы охладите, подкислите разбавленной серной кислотой (3:1) до кислой реакции. Выпавший коричневый осадок оксида марганца удалите добавлением щавелевой кислоты. Кристаллы бензойной кислоты отфильтруйте на воронке Бюхнера, высушите и рассчитайте выход от теоретического.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при получении бензойной кислоты? 2. Сформулируйте признаки ароматичности органического соединения. Перечислите и напишите уравнения реакции получения: а) бензола; б) бензойной кислоты.
3. Охарактеризуйте химические свойства аренов (на примере толуола).
4. Охарактеризуйте химические свойства ароматических карбоновых кислот (на примере бензойной кислоты).
5. Приведите уравнения реакций, укажите условия превращения бензойной кислоты с: а) образованием солей; б) образованием производных; в) замещением атома водорода в ароматическом кольце; г) декарбоксилированием.
6. Предложите реакции, при помощи которых можно обнаружить и разделить смесь арена и ароматической карбоновой кислоты.
7. Предложите схему получения бензола и бензойной кислоты из неорганических реактивов.

Лабораторная работа №8

Тема: Синтез хинона из гидрохинона

Цель работы:

1. Ознакомить студентов с условиями синтеза п-бензохинона и его свойствами.
2. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам фенолов и хинонов.

Ход работы:

1. Получение п-хинона.
2. Получение хингидрон
3. Реакции п-бензохинона.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при синтезе и анализе п-бензохинона?
2. Приведите примеры названий фенолов и хинонов по тривиальной номенклатуре и системе ИЮПАК.
3. Укажите особенности строения молекул хинона, гидрохинона, хингидрона. 4. Напишите реакции получения хинона и хингидрона.

4. Охарактеризуйте химические свойства фенолов и хинонов. Приведите уравнения реакций, укажите условия.
5. Перечислите реактивы, используемые при синтезе и анализе хинона. Укажите условия проведения синтеза хинона.
6. Укажите переход окраски в условиях синтеза хинона и объясните его с точки зрения теории цветности
7. Что характеризует реакция с бисульфитом натрия в кислой среде?
8. Напишите уравнения реакции получения фенола из: а) бензолсульфоукислоты; б) хлорбензола; в) кумола; г) бензолдиазохлорида.

Лабораторная работа №9

Тема: Синтез гетероциклических соединений

Цель работы:

1. Ознакомить студентов со способом получения фурфурола.
2. Закрепить знания по способам получения и химическим свойствам гетероциклических соединений.
3. Закрепить навыки написания окислительно-восстановительных реакций с участием органических соединений.

Ход работы:

1. Синтез фурфурола из пентозанов.

2. Реакции фурфурола.

Контрольные вопросы

1. Какие меры техники безопасности следует соблюдать при получении фурфурола и исследовании его свойств?
- 2.. Укажите особенности строения молекул: а) фурана, тиофена, пиррола; б) пиридина. Сформулируйте признаки ароматичности этих соединений.
3. Приведите уравнения реакций получения пяти- и шестичленных гетероциклических соединений.
4. Охарактеризуйте химические свойства пятичленных гетероциклов: а) реакции замещения; б) присоединения; в) раскрытия кольца.
- 5 Охарактеризуйте химические свойства пиридина: а) способность к электрофильному замещению; б) способность к нуклеофильному замещению; в) реакции пиридина как третичного амина; г) возможность раскрытия пиридинового кольца.
6. Укажите природные материалы – источники пентозанов.
7. Какими реакциями можно подтвердить наличие альдегидной группы в фурфуроле?
8. Перечислите аналитические эффекты реакций, характеризующих свойства фурфурола.

Лабораторная работа №10

Тема: Образование фталейнов

Цель работы:

1. Научить синтезировать соединения трифенилметанового ряда.
2. Рассмотреть свойства этих соединений.
3. Закрепить знания основных положений "Теории цветности" органических соединений.

Ход работы:

1. Синтез фталейнов.
2. Синтез щелочных солей фенолфталеина.
3. Бромирование флуоресцеина.

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте правила техники безопасности при выполнении синтеза

2. Приведите уравнения реакций получения фталейнов в бесцветной и окрашенной формах.
3. Сформулируйте основные положения "Теории цветности".
4. Укажите условия протекания реакций синтеза фенолфталеина, нафтолфталеинов, флуоресцеина и эозина.
5. Укажите область возможного применения фенолфталеина, эозина.
6. Почему фенолфталеин обесцвечивается как в избытке щелочи, так и в кислой среде?
7. Охарактеризуйте химические свойства фенолов.
8. Охарактеризуйте способы получения и химические свойства многоядерных соединений с изолированными и конденсированными кольцами.

Лабораторная работа №11 **Тема: Получение азокрасителей**

Цель работы:

1. Ознакомить студентов с методикой проведения реакций диазотирования и азосочетания.
2. Ознакомить с побочными процессами, прохождением которых возможно при проведении синтеза.
3. Рассмотреть взаимосвязь строения азосоединений и их окраски, а также способности быть красителями.
4. Закрепить знания основных положений теории цветности.

Ход работы:

1. Реакция диазотирования (синтез соли диазания)
Диазотирование анилина.
Диазотирование сульфаниловой кислоты.
2. Реакция азосочетания.
Сочетание с диметиланилином.
Сочетание с фенолами.
3. Синтез метилового оранжевого (гелиантина).

Контрольные вопросы

1. Опишите механизм реакции диазотирования анилина.
2. Почему реакция диазотирования проводится при низких положительных температурах и в кислой среде? Как установить момент окончания реакции диазотирования?
3. Приведите примеры реакций диазосоединений с выделением азота.
4. Опишите механизм реакции азосочетания.
5. Какие вещества называются красителями? Приведите примеры.
6. Какие вещества называются индикаторами? Приведите примеры.
7. Изложите основные положения теории цветности.
8. В какой среде проводят реакцию азосочетания с фенолами? с аминами?
9. Перечислите основные реакции, лежащие в основе получения метилоранжа.
10. Укажите возможные области применения азосоединений.