|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| МИНОБРНАУКИ РОССИИ | |
| *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования* ***«МИРЭА – Российский технологический университет»***  **РТУ МИРЭА** | |
|  |

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**ПО ВЫПОЛНЕНИЮ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ**

**по дисциплине «Органическая химия»**

**Часть 2**

**Направление подготовки**

**06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»**

**Квалификация выпускника**

**Специалист**

**Москва 2023**

**Содержание**

Введение

1. Основные положения

1.1. Цели и задачи лабораторной работы

1.2. Выполнение лабораторной работы

1.3. Руководство лабораторной работой

1.4. Техника безопасности в лаборатории

2. Содержание лабораторных работ

3. Требования к оформлению лабораторной работы

4. Порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы

**ВВЕДЕНИЕ**

Выполнение лабораторных работ (ЛР) является одной из основных форм работы студентов. Настоящие методические указания посвящены вопросам методики выполнения и оформления лабораторных работ по дисциплине «Органическая химия» и предназначены для студентов специалитета, обучающихся по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика», специализация «Биоинженерия и биоинформатика».

Методические указания содержат следующие разделы: основные положения, содержание лабораторных работ, требования к оформлению работ, порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы.

Методические указания необходимы студенту для понимания предназначения лабораторной работы и предъявляемых требований к ее структуре, содержанию, объему и оформлению. Лабораторная работа выполняется  под руководством преподавателя, в процессе ее выполнения студент развивает навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности, закрепляя и расширяя знания, полученные при освоении программы специалитета. При выполнении лабораторной работы студент должен показать свое умение работать с химическими материалами и реактивами, специальными литературными источниками, анализировать и систематизировать фактический материал, самостоятельно и творчески его осмысливать.

Лабораторная работа, оформленная в соответствии с предъявляемыми к ней требованиям, дает возможность студенту приобрести полезные навыки, необходимые для дальнейшей профессиональной деятельности.

**1. Основные положения**

**1.1. Цели и задачи лабораторной работы**

Основной целью выполнения ЛР в структуре ОП специалитета является формирование и закрепление компетенций путём практического использования знаний, умений и навыков, полученных в рамках теоретического обучения, а также выработка самостоятельного творческого подхода к решению конкретных профессиональных задач.

ЛР по дисциплине «Органическая химия» нацелена на подготовку специалистов к самостоятельному выполнению исследовательской работы, овладение начальными навыками этой работы, развитие их творческого потенциала. Дисциплина «Органическая химия» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся общепрофессиональных (ОПК-2) компетенций в соответствии с ФГОС ВО 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика». Вид деятельности – научно-исследовательский. Дисциплина обеспечивает формирование и закрепление указанных компетенций.

В связи с вышесказанным, выполнение ЛР представляет собой практическую работу, целью которой является развитие творческих навыков, в том числе в области научно-исследовательской деятельности, а также детальное изучение вопросов, связанных с дисциплиной «Органическая химия». ЛР имеет прикладной характер и затрагивает как частные, так и общие положения химической кинетики, связанные с избранным видом профессиональной деятельности.

Основными задачами лабораторной работы по дисциплине «Органическая химия» являются:

- овладение бакалаврами первичными навыками выполнения лабораторных работ;

- развитие индивидуальных творческих способностей студента;

- усвоение методов практической аналитической работы: составление лабораторного практикума и отчета по работе.

В процессе выполнения ЛР специалист должен приобретать умение вести исследование – подбирать, анализировать, обобщать материал, системно излагать его научным стилем, обосновывать выводы, оформлять работу. Лабораторные работы последовательно готовят выпускника, наращивая владение элементами исследовательской работы.

В соответствии с целью и задачами назначение лабораторной работы по дисциплине «Органическая химия» в учебном процессе конкретизируются в процессе приобретения студентами следующих знаний, умений и навыков:

- работы с литературными источниками: использование научно-технической и справочной литературы, материалов нормативных документов;

- разработки плана отчета ЛР;

- понимания структуры лабораторной работы

- научного и делового стиля изложения материалов работы;

- редакторского оформления работы в соответствии с установленными требованиями;

В ходе работы студент не только должен выполнить предложенную работу, но и показать своё отношение к ней, продемонстрировать осознанность выбора своей будущей профессиональной деятельности.

**1.2. Выполнение лабораторной работы**

ЛР выполняется под руководством преподавателя подгруппами студентов, состоящими из 2-3 человек каждая. Распределение студентов по подгруппам, выбор тематики лабораторной работы, условия проведения эксперимента, особенности составления отчета по лабораторной определяется преподавателем.

**1.3. Руководство лабораторной работой**

Руководителем ЛР, как правило, является преподаватель, ведущий данную дисциплину. Руководителем также может быть преподаватель, ведущий практические занятия или иной преподаватель соответствующей кафедры.

В обязанности руководителя ЛР входит:

- инструктаж техники безопасности в лаборатории;

- разработка задания на ЛР;

- конкретика требований к содержанию и объему ЛР на основе методических указаний, разработанных на кафедре и доведение их до сведения студентов при выдаче заданий на лабораторную работу;

- определение основных направления деятельности студентов по выполнению ЛР в соответствии с заданиями;

- осуществление контроля за процессом выполнения и консультирование студента по вопросам выполнения ЛР.

**1.4. Техника безопасности в лаборатории**

1. При работе с химическими веществами студент должен иметь халат.

2. Каждый студент работает только на закрепленном за ним рабочем месте. Переход на другое место без разрешения преподавателя не допускается.

3. К выполнению каждой работы студенты могут приступать только после получения инструктажа по технике безопасности и с разрешения преподавателя.

4. Рабочее место содержится в чистоте и порядке.

5. Приборы, не задействованные в данной работе, располагаются в стороне от экспериментального пространства.

6. Запрещается:

- работа в лаборатории в отсутствие официального сотрудника кафедры, преподавателя или лаборанта;

- загромождение рабочего места посторонними предметами;

- загромождение рабочих мест склянками с реактивами, не используемыми приборами, посудой и посторонними предметами;

- выполнение в учебной лаборатории экспериментальных работы, не связанных с учебным практикумом;

- оставление действующего прибора или установки без надзора.

7. Приступая к работе, необходимо:

- внимательно изучить методику работы и правила ее безопасного выполнения;

- проверить правильность сборки прибора или установки;

- проверить наличие необходимых для эксперимента веществ.

8. Вещества, полученные в ходе эксперимента, следует хранить в соответствующей посуде с этикетками или четкими надписями, нанесённые стеклографом или иным фиксируемым способом.

9. Пролитые или рассыпанные на пол или на стол химические вещества следует обезвредить и удалить под руководством сотрудника кафедры или лаборатории - лаборанта или преподавателя в соответствии с имеющимися правилами.

10. Работы с опасными токсическими или канцерогенными химическими веществами выполняются только в порядке исключения и только с применением соответствующих средств защиты, исключительно с позволения преподавателя.

11. Выполнение любых работ без позволения и допуска преподавателя запрещается.

**2. Требования к структуре и содержанию** **лабораторной работы**

**2.1. Структура лабораторной работы**

ЛР может выполняться как в отдельной тетради, так и на листах формата А4.

ЛР как письменная теоретическая работа должна иметь следующую структуру:

- наименование ЛР;

- краткое описание цели, задачи, основного содержания ЛР, графиков и таблиц;

- задание на выполнение ЛР;

- представление результатов расчета параметров, необходимых для защиты ЛР.

- выводы по работе.

В ЛР по усмотрению руководителя могут быть включены и другие разделы:

- дополнительные ответы на вопросы по ЛР.

Общий подбор литературы по тематике ЛР осуществляется студентом самостоятельно. В обязанности руководителя входит определение наиболее важных источников, которые обязательно должны быть использованы при выполнении ЛР. Студенту должно быть рекомендовано использовать все источники информации: научно-технические библиотеки, электронно-библиотечные системы и Интернет. Студент обязательно должен использовать в том числе и источники, изданные за последние пять лет.

**2.2. Содержание лабораторных работ**

ЛР должна соответствовать следующим требованиям:

- соответствовать по форме установленной структуре, а по содержанию - заданию на ее выполнение;

- быть выполненной на достаточном теоретическом уровне;

- основываться на результатах самостоятельной работы;

- иметь обязательные самостоятельные выводы в заключении.

**Лабораторная работа №1**

## «Ацетанилид»



**Цель работы**: Исследование реакции нуклеофильного замещения при карбонильном атоме углерода.

**Порядок выполнения работы:**

В стакан наливают 100 мл воды и 4,5 мл анилина. После этого к смеси при интенсивном перемешивании стеклянной палочкой приливают 5,5 мл уксусного ангидрида. Через 5-10 мин смесь с выпавшим осадком охлаждают во льду, осадок отфильтровывают, промывают холодной водой. После перекристаллизации из воды получают 5,50 г (82%) чистого ацетанилида с температурой плавления 114–115°C.

**Контрольные вопросы:**

1. Для чего нужно интенсивное перемешивание реакционной массы?

2. С какой целью после окончания реакции смесь охлаждают?

3. Можно ли изменить порядок смешения реагентов, а именно к раствору

ангидрида в воде добавить анилин?

4. Объясните, почему при перекристаллизации ацетанилида из воды не

рекомендуется нагревать воду до кипения.

**Лабораторная работа № 2**

## «Ацетилсалициловая кислота (аспирин)»



**Цель работы**: Исследование реакции нуклеофильного замещения при карбонильном атоме углерода.

**Порядок выполнения работы:**

В колбу помещают 3,20 г салициловой кислоты, 4,5 мл уксусного ангидрида и добавляют 2 капли конц. серной кислоты. Смесь тщательно перемешивают, затем колбу соединяют с дефлегматором и нагревают на водяной бане при 60°C в течение 1 ч, периодически перемешивая. После этого повышают температуру бани до 90–95°C и выдерживают реакционную смесь при этой температуре в течение 20 мин. После охлаждения полученного раствора до комнатной температуры, его выливают в стакан, содержащий 10 мл ледяной воды, хорошо перемешивают. Выпавший осадок отфильтровывают, промывают холодной водой, затем небольшим количеством холодного толуола, высушивают. Получают 4,00 г (96%) продукта, который перекристаллизовывают из 50%-ной уксусной кислоты. Температура плавления 133–136°C.

**Контрольные вопросы:**

1. Зачем нагревание реакционной смеси проводят вначале при одной

температуре, а затем при более высокой?

2. Что может служить визуальным критерием завершения реакции?

3. С какой целью реакционную смесь после окончания реакции переносят

в ледяную воду?

3. Зачем продукт реакции после фильтрования реакционной смеси

желательно промыть на фильтре охлаждённым толуолом?

**Лабораторная работа № 3**

**«Метиловый оранжевый (гелиантин)»**



**Цель работы**: Исследование реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях.

**Порядок выполнения работы:**

Раствор 0,50 г гидроксида натрия в 7,5 мл воды слегка нагревают и добавляют 2,40 г сульфаниловой кислоты. После растворения всей кислоты к полученному раствору (pH около 10) прибавляют 1,00 г нитрита натрия. Раствор охлаждают до 10°C и при перемешивании выливают в смесь 1,5 мл конц. серной кислоты, 10 мл воды и 12 г толчёного льда. Полученный раствор соли диазония выливают в предварительно приготовленный и охлажденный во льду раствор 1,5 мл *N*,*N*-диметиланилина в 1,3 мл 1 М соляной кислоты. Спустя 20-30 мин к реакционной смеси прибавляют раствор 1,00 г гидроксида натрия в 10 мл воды до щелочной реакции среды. Через 40-50 мин выделившуюся оранжево-красную натриевую соль красителя отфильтровывают на воронке Бюхнера и перекристаллизовывают из 40-50 мл воды. Получают 3,50 г (90%) продукта.

**Контрольные вопросы:**

1. Для чего сульфаниловую кислоту сначала растворяют в водном NaOH,

а затем, после добавления к смеси NaNO2, раствор подкисляют?

2. Какое оптимальное значение pH среды используется при получении

соли диазония?

3. Объясните, почему температура реакционной массы при проведении

реакции диазотирования не должна превышать 10°C? Что произойдёт

при повышении температуры?

4. С какой целью *N*,*N*-диметиланилин растворяют в соляной кислоте?

5. При каких значениях рН рекомендуется проводить данную реакцию

азосочетания? Зачем после окончания реакции добавляется щелочь?

**Лабораторная работа № 4**

## β-Нафтоловый оранжевый (нафтолоранж)



**Цель работы**: Исследование реакции электрофильного замещения в ароматических соединениях.

**Порядок выполнения работы:**

Растворяют 2,00 г гидроксида натрия в 25 мл воды и при нагревании в полученный раствор вносят 2,60 г двухводной сульфаниловой кислоты. После растворения всей кислоты к полученному раствору (pH около 10) добавляют 1,00 г нитрита натрия, охлаждают до 10°С и при перемешивании приливают к смеси 1,5 мл конц. серной кислоты, 10 мл воды и 12 г толченого льда. Полученный раствор соли диазония выливают в предварительно приготовленный и охлажденный во льду раствор 1,80 г β-нафтола в водной щелочи, полученный растворением 0,80 г гидроксида натрия в 10 мл воды. Для уменьшения растворимости красителя к смеси добавляют 12,50 г хлорида натрия и оставляют стоять в течение 1 часа во льду (при периодическом перемешивании), после чего выпавший оранжевый осадок отфильтровывают на воронке Бюхнера и сушат на воздухе. Получают 4,00 г (98 %) продукта.

**Контрольные вопросы:**

1. Для чего сульфаниловую кислоту сначала растворяют в водном NaOH,

а затем, после добавления к смеси NaNO2, раствор подкисляют?

2. Объясните, почему температура реакционной массы при проведении

реакции диазотирования не должна превышать 10°C? Что произойдёт

при повышении температуры?

3. Обоснуйте значения рН на обеих стадиях получения красителя.

4. С какой целью к β-нафтолу добавляется щелочь? Что произойдет, если

этого не сделать?

5. Почему происходит уменьшение растворимости красителя в воде при

добавлении хлорида натрия?

**Лабораторная работа № 5**

**«Бензальанилин»**



**Цель работы**: Исследование реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе альдегидов и кетонов.

**Порядок выполнения работы:**

В стакан ёмкостью 100 мл помещают 5,0 мл бензальдегида и добавляют 4,5 мл анилина. Через несколько секунд при перемешивании смеси стеклянной палочкой начинается реакция, протекающая с выделением тепла и воды. Реакционную массу выдерживают при комнатной температуре в течение 15 мин, затем при интенсивном перемешивании к ней добавляют 12 мл этилового или изопропилового спирта. Смесь оставляют на 10 мин при комнатной температуре, после чего в течение 30 мин охлаждают на ледяной бане. Выпавшие кристаллы отфильтровывают, сушат на воздухе и перекристаллизовывают из 85%-ного этилового или изопропилового спирта. Получают 6,00 г (67%) продукта. Температура плавления 52–53°C.

**Контрольные вопросы:**

1. С какой целью реакционную массу после добавления реагентов

следует перемешивать?

2. Что может служить внешними признаками протекания реакции?

3. С какой целью к реакционной смеси добавляется спирт?

4. Зачем после добавления спирта смесь необходимо выдерживать

вначале при комнатной температуре, а затем на ледяной бане?

5. Почему перекристаллизацию продукта проводят не из чистого спирта

или чистой воды, а из их смеси?

**Лабораторная работа № 6**

**«Дибензальацетон»**



**Цель работы**: Исследование реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе альдегидов и кетонов.

**Порядок выполнения работы:**

В стакане емкостью 100 мл растворяют 3,75 г гидроксида натрия в смеси 35 мл воды и 30 мл этилового спирта. К этому раствору при охлаждении на бане с холодной водой и энергичном перемешивании прибавляют половину смеси, приготовленной из 3,7 мл бензальдегида и 1,4 мл ацетона. Через 2–3 мин начинается помутнение раствора и вскоре образуется хлопьевидный осадок. Через 15 мин прибавляют остаток смеси бензальдегида и ацетона. Перемешивание продолжают ещё в течение 30 мин, охлаждают на ледяной бане, осадок отфильтровывают, промывают водой, высушивают. Получают 3,50 г (82%) продукта, который перекристаллизовывают из ацетона или этилацетата. Температура плавления 112–113°C.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие роли в этом синтезе играют гидроксид натрия, этиловый спирт и

вода?

2. Почему реакцию следует проводить при температурах 20–25°C? Что

для этого рекомендуется предпринять?

3. Почему к раствору щёлочи вначале добавляется половина смеси

ацетона с бензальдегидом, а только потом вторая половина?

4. Почему после добавления реагентов смесь выдерживают еще 30 мин?

Для защиты лабораторной работы студент должен:

1. Написать в лабораторном журнале уравнения основной и побочных реакций, механизм реакции.
2. Заполнить таблицу загрузок исходных соединений. Она должна содержать количества взятых в реакцию веществ, выраженные в граммах, молях, миллилитрах, а также их основные физико-химические константы (молярная масса, показатель преломления, плотность, температуры плавления и кипения, и т.д.).
3. Рассчитать выход по стехиометрии и провести другие необходимые расчеты.
4. В лабораторном журнале должны присутствовать рисунки приборов, в которых будут выполняться отдельные этапы синтеза.
5. В лабораторном журнале должен быть оформлен план работы, содержащий краткий перечень и последовательность операций.
6. После выполнения синтеза, в лабораторном журнале должен быть оформлен ход работы.
7. Должны быть даны ответы на контрольные вопросы.

**3. Требования к оформлению лабораторной работы**

ЛР представляется преподавателю в виде оформленного лабораторного журнала (в тетради или на скрепленных листах).

**4. Порядок защиты и критерии оценки лабораторной работы**

Аттестация студентов по результатам выполнения ЛР должна быть проведена до начала экзаменационной сессии, как правило, в последнюю неделю семестра по расписанию.

Законченная ЛР, оформленная в соответствиями с методическими указаниями, представляется руководителю на проверку. Содержание проверки заключается в определении степени достижения поставленных целей, раскрытия темы ЛР и достоверности полученных результатов в соответствии с заданием.

*Процедура защиты ЛР*

Защита ЛР состоит в коротком докладе студента (как правило, 3-4 минут) по основным экспериментальным результатам ЛР и в ответах на вопросы по существу ЛР. Задаваемые вопросы могут относиться к ЛР, а также к курсу «Органическая химия» с тематикой по конкретной ЛР.

При защите студент должен продемонстрировать уровень сформированности компетенций, предусмотренных для закрепления данной ЛР в соответствии с рабочей программой дисциплины, ответить на вопросы по теме ЛР. При оценке ЛР учитывается качество устного ответа студента, проработки темы, умение обосновать собственное мнение по вопросам ЛР, качество анализа фактического материала, полученные выводы по работе.

Оценка за ЛР выставляется в соответствии с показателями и критериями оценивания компетенции и используемыми шкалами оценивания, приведенными в соответствующем разделе дисциплины.

Студентам, получившим неудовлетворительную оценку за выполнение ЛР, определяется новый срок для ее выполнения и защиты. Студент, не представивший в установленный срок законченную ЛР или не защитивший ее, не допускается к сдаче зачета по дисциплине и считается имеющим академическую задолженность.