

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Филиал ФГБОУ ВО ИРНИТУ в г. Усолье-Сибирском

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель директора по учебной работе

 О.В. Черепанова
« 20 » 10 2022 г.

ОП.02 ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания по выполнению лабораторных работ

Специальность	18.02.12 Технология аналитического контроля химических веществ
Квалификация	Техник
Форма обучения	Очная
Год набора	2021

2022 г.

Методические указания по дисциплине ОП.02 Органическая химия составлены в соответствии с рабочей программой.

Составитель:

Колесова Елена Юрьевна, преподаватель

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к утверждению на заседании цикловой комиссии химических технологий и автоматизации производства

Протокол № 2 от «19» 10 2022г.

Председатель ЦК  Ю.А. Зыкова

Согласовано:

Заведующий практиками

«20» 10 2022г.

 Ю.С. Тимошенко

Введение

Целью методических указаний является формирование у студентов навыков и умения использовать в практической деятельности знаний, полученных в процессе теоретического изучения дисциплины ОП.02 Органическая химия.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- составлять и изображать структурные полные и сокращенные формулы органических веществ и соединений (У1);
- определять свойства органических соединений для выбора методов синтеза углеводов при разработке технологических процессов (У2);
- описывать механизм химических реакций получения органических соединений (У3);
- составлять качественные химические реакции, характерные для определения различных углеводородных соединений (У4);
- прогнозировать свойства органических соединений в зависимости от строения молекул (У5);
- определять по качественным реакциям органические вещества и проводить качественный и количественный расчёты состава веществ (У6);
- решать задачи и упражнения по генетической связи между классами органических соединений (У7);
- применять безопасные приемы при работе с органическими реактивами и химическими приборами (У8);
- проводить реакции с органическими веществами в лабораторных условиях (У9);
- проводить химический анализ органических веществ и оценивать его результаты (У10).

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- влияние строения молекул на химические свойства органических веществ (31);
- влияние функциональных групп на свойства органических веществ (32);
- изомерию как источник многообразия органических соединений (33);
- методы получения высокомолекулярных соединений (34);
- особенности строения органических веществ, их молекулярное строение, валентное состояние атома углерода (35);
- особенности строения органических веществ, содержащих в составе молекул атомы серы, азота, галогенов, металлов (36);
- особенности строения органических соединений с большой молекулярной массой (37);
- природные источники, способы получения и области применения органических соединений (38);
- теоретические основы строения органических веществ, номенклатуру и классификацию органических соединений (39);
- типы связей в молекулах органических веществ (310).

В процессе освоения дисциплины у обучающихся формируются общие компетенции (ОК):

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам
- ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности;
- ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

- ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
- ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
- ОК 07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
- ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

В процессе освоения дисциплины у обучающихся формируются профессиональные компетенции (ПК):

ПК 1.3. Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа.

ПК 1.4 Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.

ПК 2.2. Проводить качественный и количественный анализ неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами.

Общее количество часов на лабораторные работы – 30 часов

Информационное обеспечение обучения

Перечень основной и дополнительной литературы, электронных ресурсов

Основная литература:

1. Иванов В. Г. Органическая химия : краткий курс : учебное пособие / В. Г. Иванов, О. Н. Гева. – Москва : КУРС, ИНФРА-М, 2018. – 222 с. URL:

<https://new.znanium.com/read?id=80002>

2. Каминский В. А. Органическая химия : в 2 ч. Ч. 1 : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Каминский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 287 с. URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/453151>

3. Каминский В. А. Органическая химия : в 2 ч. Ч. 2 : учебник для среднего профессионального образования / В. А. Каминский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 314 с. URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/453152>

4. Каминский В. А. Органическая химия : тестовые задания, задачи, вопросы : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. А. Каминский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 289 с. URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/453154>

Дополнительная литература:

5. Вшивков А. А. Органическая химия. Задачи и упражнения : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. А. Вшивков, А. В. Пестов. – Москва : Юрайт, 2020. – 344 с. URL: <https://urait.ru/viewer/organicheskaya-himiya-zadachi-i-uprazhneniya-453427#page/1>

6. Вестник Пермского университета. Серия: Химия : научный журнал. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет URL: <https://profspo.ru/magazines/11607>

7. Universum: Химия и биология : научный журнал. – Москва : Международный центр науки и образования URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=50468>

Электронные ресурсы:

Российские ресурсы:

1. Электронная библиотека ИРНИТУ: <http://elib.istu.edu/>
2. Электронно-библиотечная система «Лань»: <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС Юрайт: <https://urait.ru/>

4. Научные электронные журналы на платформе eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru/>
5. ЭБС PROФобразование: www.profspo.ru/
6. ЭБС Znanium.com: <http://znanium.com/>
7. ЭБС «Академия»: <http://www.academia-moscow.ru/>

Зарубежные электронные научные журналы и базы данных

База данных Springer Nature Experiments (панель Springer Protocols):

<https://experiments.springernature.com/>

Доступ из внутренней сети вуза

Wiley Online Library: <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Доступ из внутренней сети вуза

Общие требования к отчетному материалу при проведении лабораторных работ по органической химии:

В ходе лабораторной работы обучающиеся ведут рабочие журналы. В журнал следует вносить следующие данные: дату и название синтеза; уравнение реакции со структурными формулами и молекулярными массами; данные расчета по исходным реагентам; используемые растворители; методы очистки и критерии чистоты исходных соединений, приборы для проведения реакций (рисунки); указания для проведения эксперимента; данные по выходу.

Рабочий журнал предоставляется преподавателю на подпись. На основе данных журнала студенты самостоятельно готовят отчет по лабораторной работе.

Требования к оформлению отчетов по методам очистки:

Отчет включает:

1. цель работы;
2. теоретическое введение;
3. схему приборов;
4. ход работы;
5. результаты работы;
6. выводы;
7. ответы на контрольные вопросы.

Требования к оформлению отчетных материалов по органическому синтезу:

Отчет включает:

1. формула препарата и его название по трем номенклатурам;
2. определение класса;
3. способы получения;
4. уравнения основной и промежуточных реакций. Условия проведения реакции;
5. уравнения побочных реакций;
6. физические приготовления веществ (молекулярная масса, температура плавления, температура кипения, плотность);
7. таблицу характеристик исходных веществ, применяемых в синтезе;
8. схему приборов;
9. описание хода получения препарата;
9. Расчеты и константы полученного вещества;
10. Характеристику и химические свойства продукта.

Общие критерии оценки

5 баллов – выставляется в случае полного выполнения всего объема работы, отсутствия ошибок в расчетах, отчет выполнен согласно требованиям, студент показывает отличные знания теоретического материала, полные и правильные ответы на контрольные вопросы.

4 балла – выставляется в случае полного выполнения всего объема работы, есть несущественные ошибки в оформлении отчетного материала, в знании теоретического материала, не всегда полные и уверенные ответы на контрольные вопросы.

3 балла – выставляется в случае полного выполнения в основном всего объема работы, небрежное выполнение практического задания и оформление отчета, пробелы в знании теоретического материала, при наличии ошибок, которые не оказали существенного влияния на окончательный результат, а также за работу, выполненную несвоевременно по неуважительной причине.

2 балла – допущены принципиальные ошибки в вычислениях: перепутаны формулы, нарушена последовательность выполнения вычислений, работа выполнена крайне небрежно и т.п

Таблица – Перечень лабораторных работ

№	Тема	Вид, номер и название работы	Коды общих и профессиональных компетенций	Количество часов
1	Тема 1.1. Понятийный аппарат органической химии. Классификация и номенклатура основных классов органических соединений	Лабораторная работа № 1 Правила безопасной работы с органическими веществами и лабораторным оборудованием. Способы анализа органических веществ. Признаки и особенности органических веществ и их состав	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	2
2	Тема 1.1. Понятийный аппарат органической химии. Классификация и номенклатура основных классов органических соединений	Лабораторная работа № 2 Методы очистки органических соединений – перекристаллизация, возгонка, перегонка, экстракция	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	8
3	Тема 2.2 Непредельные углеводороды (алкены, алкины, алкадиены)	Лабораторная работа № 3. Получение этилена и изучение его свойств	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	2
4	Тема 2.2 Непредельные углеводороды (алкены, алкины, алкадиены)	Лабораторная работа № 4. Получение ацетилен и изучение его свойств	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	2
5	Тема 3.1 Галогенпроизводные углеводородов	Лабораторная работа №5 Синтез бромэтила	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	2
6	Тема 3.2 Гидроксильные соединения	Лабораторная работа № 6 Исследование физических и химических свойств одноатомных и многоатомных спиртов	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	2
7	Тема 3.3 Карбонильные соединения (оксосоединения). Альдегиды и кетоны.	Лабораторная работа № 7 Исследование свойств альдегидов и кетонов	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	4

8	Тема 3.4 Карбоновые кислоты и их производные	Лабораторная работа № 8 Синтез бензойной кислоты	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	4
9	Тема 3.4 Карбоновые кислоты и их производные	Лабораторная работа № 9 Синтез уксусно-этилового эфира	ОК 01 – 07, 09 ПК 1.3,1.4,2.2	4
Всего часов: из них на практическую подготовку				30 30

Лабораторная работа № 1

Правила безопасной работы с органическими веществами и лабораторным оборудованием. Способы анализа органических веществ. Признаки и особенности органических веществ и их состав

Количество часов на выполнение: 2 часа, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы: ознакомиться с правилами техники безопасности при работе в лаборатории органической химии, лабораторным оборудованием и приемами обращения с ним.

Задание:

Подготовить и защитить отчет по основным правилам безопасной работы с органическими веществами, лабораторной посудой и лабораторным оборудованием

Оборудование, материалы, инструменты: рабочая тетрадь, посуда для проведения органического синтеза, электронные весы, прибор для определения температуры плавления, водоструйный насос.

Методика выполнения задания

1. Преподаватель знакомит обучающихся с правилами техники безопасности при работе в лаборатории органической химии, лабораторным оборудованием и приемами обращения с ним, с органическими веществами, лабораторной посудой.
2. Предлагает обучающимся подготовить и защитить конспект по основным правилам безопасной работы с органическими веществами, лабораторной посудой и лабораторным оборудованием

Требования к оформлению отчетного материала:

Конспект оформляется в лекционной тетради. Вначале приводятся основные правила безопасной работы с органическими веществами, и лабораторным оборудованием. Далее следует нарисовать основную лабораторную посуду, подписать ее название и предназначение

Форма контроля:

Проверка и защита конспекта

Ссылки на источники: [1,2,6].

Лабораторная работа №2

Методы очистки органических соединений – перекристаллизация, возгонка, перегонка, экстракция

Количество часов на выполнение: 8 часов, из них на практическую подготовку 8 часов.

Цель работы: провести эксперименты по очистке веществ, основанные на различной растворимости очищаемого вещества в данном растворителе при разных температурах; основанного на процессе испарения твердого вещества с последующей конденсацией пара в твердое состояние, минуя жидкую фазу; основанного на разделении на компоненты смеси жидкостей, имеющих различные температуры кипения; основанного на выделении органических препаратов из водных растворов в присутствии специально подобранных органических растворителей.

Задание:

1. Провести перекристаллизацию
2. Провести перегонку
3. Провести возгонку
4. Провести экстракцию

Оборудование, материалы, инструменты: описаны в методике выполнения

Методика выполнения задания

1. Перекристаллизация

1.1 Приготовление насыщенного раствора

Очищаемое вещество помещают в круглодонную колбу, соединенную посредством второго форштоса обратным холодильником и капельной воронкой. В капельную воронку с помощью обычной химической воронки заливают растворитель. Добавив небольшую порцию растворителя из капельной воронки в колбу, последнюю нагревают на водяной бане до кипения раствора. Если используют воду или другой растворитель, кипящий выше 80°, нагревание производят на сетке (рис. 1.1,а).

Если вещество не растворилось, из капельной воронки периодически добавляют немного растворителя и кипятят на водяной бане до полного растворения осадка.

Если полученный раствор окрашен, его охлаждают до 50-60°, поднимают форштос и в колбу добавляют активированного угля в количестве 1% от веса кристаллизуемого вещества и снова нагревают с обратным холодильником на водяной бане в течении 15-20 минут.

1.2 Фильтрация с обогревом

Для отделения от механических примесей и активированного угля кипящий раствор фильтруют через складчатый фильтр, помещенный в воронку с коротким кончиком, которая обогревается паром или электричеством (рис. 1.1,б)

Перед фильтрованием фильтр смачивают небольшим количеством растворителя, погасив горелки по близости и под парообразователем, если растворитель горючий.

Фильтрат собирают в коническую колбу.

1.3 Кристаллизация

При попадании горячего пересыщенного раствора в холодный приемник начинается быстрое выделение обычно плохообразованных кристаллов. Для получения кристаллов хорошей формы, характерной для данного вещества, профильтрованный раствор снова нагревают до растворения выпавших кристаллов, закрывают часовым стеклом, завертывают в сухое полотенце и оставляют медленно охлаждаться на несколько часов.

Если кристаллизация долго не начинается, в раствор вносят «затравку» (кристаллик того же вещества) или трут оплавленной стеклянной палочкой о стенки колбы.

Выпавшие кристаллы отфильтровывают от маточного раствора, содержащего примеси, которые растворимы лучше, чем очищаемое вещество.

1.4 Отделение кристаллов от маточного раствора

Кристаллы отделяют от маточного раствора с помощью воронки Бюхнера и колбы Бунзена, завернутой в полотенце и водоструйного насоса. (1.2.а).

Размер воронки и колбы Бунзена должен соответствовать количеству вещества.

Фильтр должен закрывать все отверстия дна воронки и в тоже время не прилегать к ее стенкам.

Перед фильтрованием фильтр необходимо смочить растворителем, включить насос, убедиться в том, что фильтр плотно присосался к воронке.

В процессе фильтрования (отсасывания) осадок отжимают на фильтре стеклянной лопаткой или пробкой до тех пор, пока не перестанут появляться капли маточного раствора на конце воронки Бюхнера.

Кристаллы промывают растворителем, для чего отсоединяют отсосную склянку от насоса, осадок смачивают небольшим (5мл) количеством растворителя, затем снова отсасывают и отжимают продукт стеклянной лопаткой или пробкой.

1.5 Высушивание очищенного вещества

Вынимают воронку из колбы для отсасывания, опрокидывают ее на сложенный вдвое лист фильтровальной бумаги, под который подложен картон, и высыпают кристаллы. Удаляют фильтр и отжимают осадок между листами фильтровальной бумаги.

Для окончательного удаления влаги осадок пересыпают в бумажную коробочку, закрывают сверху фильтровальной бумагой, в которой имеются отверстия, и оставляют сушиться до следующего дня.

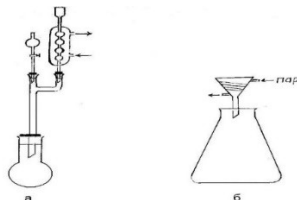


Рис. 1.1 а - прибор для приготовления насыщенного раствора;
б – воронка для фильтрования с обогревом

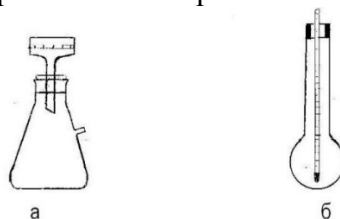


Рис. 1.2 а – воронка Бюхнера и колба Бунзена
б – прибор для определения температуры плавления

Для определения температуры плавления небольшое количество (0,1 г) отжатого между листами фильтровальной бумаги вещества высушивают быстро, раскладывая тонким слоем на чистой пористой фарфоровой пластинке на 10 минут.

1.6 Определение температуры плавления

Определение температуры плавления позволяет установить чистоту исследуемого вещества, произвести идентификацию его с ранее описанным веществом, а при получении нового соединения- дать одну из наиболее важных для его характеристик и констант.

Температуру плавления кристаллического вещества обычно определяют в капилляре, который вытягивают из тонкостенной стеклянной трубки. Внутренний диаметр капилляра 1мм, длина 40-50мм. Капилляры запаивают с одного конца, осторожно внося сбоку в пламя горелки и нагревая при вращении в течении короткого времени.

1. На чем основан метод перекристаллизации?
2. Основные этапы процесса перекристаллизации.
3. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель?
4. Как подбирают растворитель для перекристаллизации?
5. Как готовят насыщенный раствор вещества в легколетучем растворителе?
6. Как определяют количество растворителя, необходимое для перекристаллизации?
7. Зачем и когда вносят активированный уголь в раствор?
8. Как освобождают насыщенный раствор от механических примесей?
9. Каким образом отделяют кристаллы от маточного раствора?
10. Как надо подготовить воронку Бюхнера для отсасывания, чтобы в отсосной склянке образовался вакуум?
11. Как отмывают и окончательно отделяют от маточного раствора кристаллы?
12. Как высушивают кристаллы после перекристаллизации?
13. Как определяют температуру плавления?
14. Как следует нагревать прибор для определения температуры плавления?
15. Как подготавливают вещество для определения температуры плавления?
16. Как наполняют капилляр исследуемым веществом?
17. Какую температуру называют температурой плавления?

2. Возгонка

Для возгонки 1 г. вещества помещают в небольшую фарфоровую чашку, покрывают его листом фильтровальной бумаги с мелкими проколами (20-30 отверстий) и плотно прижимают фильтровальную бумагу опрокинутой стеклянной воронкой, отверстие которой закрыто ватным тампоном. Чашку с веществом нагревают на песчаной бане, нагревать нужно осторожно до температуры ниже температуры плавления на 10-20°: небольшое перегревание может способствовать быстрому термическому разложению возгоняемого вещества. Для охлаждения на внешнюю поверхность воронки помещают кусочек влажной ваты или фильтровальной бумаги. После того, как на стенках воронки появится налет вещества, прибор надо оставить при данной температуре на час. За это время, возгоняющееся вещество будет проникать через отверстия в фильтровальной бумаге, и оседать на внутренних стенках воронки в виде крупных кристаллов.

Часть кристаллов при этом будет падать и задерживаться на бумаге (рис. 2) Для очищенного возгонкой вещества определяют температуру плавления.

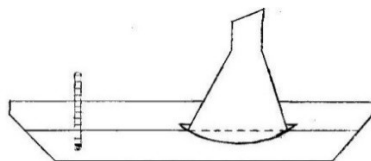


Рис.2 Прибор для возгонки

Контрольные вопросы

1. Что называют возгонкой? Какие вещества можно очищать этим методом? В каких случаях применяют возгонку?
2. Какая связь между давлением насыщенного пара над твердым веществом и способностью вещества возгоняться?
3. В каком приборе, и при какой температуре проводят возгонку?
4. Почему нельзя допускать расплавления вещества при этом?

5. Назовите преимущества метода очистки вещества возгонкой.

3. Перегонка

Целью перегонки является разделение на компоненты смеси жидкостей, имеющих различные температуры кипения. Перегонка представляет собой процесс, при котором вещества, входящие в состав смеси, путем нагревания последовательно переводятся в парообразное состояние, пары отводятся в холодильник, где они конденсируются в жидкость, поступающую затем в приемники.

Вещества, не разлагающиеся при температуре кипения, перегоняются при атмосферном давлении. Для веществ, легко разлагающихся при нагревании до температуры кипения, применяют перегонку с паром или перегонку под уменьшенным давлением.

За ходом перегонки наблюдают по показаниям термометра, омываемого парами перегоняемых веществ. Определение температуры кипения каждого из перегоняемых веществ служит основным способом идентификации вещества при его выделении и очистке перегонкой.

1. Получают у преподавателя вещество для перегонки, о котором известно, к какому классу соединения оно относится, и указана область температуры кипения (низкокипящее или высококипящее).

2. Определяют вес вещества и оставляют на ночь над осушителем.

3. Собирают прибор для перегонки данного количества вещества соответственно температуре кипения вещества.

4. Записывают температуру, при которой упадет первая капля в приемник.

5. Записывают температуру, при которой перестает подниматься ртутный столбик (начало перегонки индивидуального вещества), не прекращая нагревания, быстро заменяют первый приемник вторым и перегоняют следующую фракцию и т.д. Перегонку продолжают до тех пор, пока в перегонной колбе не останется 1-2мл вещества.

6. Сообщают преподавателю полученные данные и, если они верны, узнают название перегоняемого вещества.

7. В справочнике химика находят константы перегнанного вещества и сравнивают их с полученными данными.

Контрольные вопросы

1. Каких целей достигают перегонкой?
2. Что называют температурой кипения вещества и как она может быть понижена?
3. По каким признакам можно отличить перегонку смеси от перегонки индивидуального вещества?
4. Почему перед перегонкой жидкого органического вещества его необходимо освободить от влаги? Как это можно сделать?
5. Какие самые распространенные высушивающие вещества вам известны и на чем основано их действие?
6. Каким требованиям должно удовлетворять высушивающее вещество?
7. Все ли органические вещества можно сушить хлористым кальцием? Сульфатом натрия? Дайте объяснения.
8. Опишите, как производят сушку жидкого органического вещества и как последнее освобождают от осушителя.
9. В каких колбах обычно перегоняют высококипящие жидкости и в каких низкокипящие? Почему?
10. В каких случаях при перегонке применяют холодильник Либиха, и в каких случаях холодильником может служить отводная трубка колбы Вюрца?
11. На каком уровне должен находиться шарик ртути термометра в перегонной колбе?

12. Зачем при перегонке на конец холодильника надевают аллонж? Всегда ли он необходим?

4. Экстракция

Собирают прибор для перегонки с водяным паром. Наливают в перегонную колбу 50мл смеси содержащей анилин, и проводят перегонку с водяным паром. В приемнике собирается водная эмульсия анилина, которая постепенно расслаивается. После того как из холодильника начнет стекать прозрачный дистиллят, отгоняют еще 50мл жидкости. Затем проводят высаливание анилина, т.е. выделяют анилин из водного раствора прибавлением к раствору хлористого натрия. В концентрированных растворах хлористого натрия практически не растворим (в 100г воды растворяется 3г анилина). На каждые 100мл дистиллята прибавляют 20-25г хорошо измельченного хлористого натрия. После растворения соли разделения раствора на слои анилин извлекают эфиром путем взбалтывания раствора в делительной воронке последовательно с 10, 10 и еще раз с 5мл эфира. Эфирные вытяжки соединяют вместе и сушат несколькими кусочками твердого едкого калия. После сушки эфирную вытяжку сливают в маленькую колбу Вюрца и отгоняют эфир, используя для этого длинный водяной холодильник, а для нагрева - водяную баню. После того, как отгонится эфир, заменяют водяной холодильник коротким воздушным, которым может служить отводная трубка колбы Вюрца, а водяную баню заменяют электроплиткой и отгоняют остаток, т.е. анилин. Отмечают температуру отгонки анилина. Температура кипения анилина - 184 °С.

Собирают прибор для перегонки с водяным паром. Наливают в перегонную колбу смесь, содержащую анилин, и проводят перегонку с водяным паром. В приемнике собирается водная эмульсия анилина, которая постепенно расслаивается. После того как из холодильника начнет стекать прозрачный дистиллят, отгоняют еще 50 мл жидкости. Затем проводят высаливание анилина. После растворения соли и разделения раствора на слои анилин извлекают эфиром. Эфирные вытяжки соединяют вместе и сушат с гранулами едкого кали. После сушки эфирную вытяжку сливают в маленькую колбу Вюрца и отгоняют эфир. После того, как отгонится эфир, заменяют водяной холодильник коротким воздушным и отгоняют анилин.

Контрольные вопросы.

1. На чем основан метод экстракции?
2. Каким требованиям должен удовлетворять растворитель, применяемый для экстракции?
3. Какие главнейшие растворители применяются для экстракции? Их физические свойства (температура кипения, удельный вес, растворимость в воде).
4. Как можно понизить растворимость в воде экстрагируемого вещества и растворителя?
5. Как следует проводить экстракцию, чтобы наиболее полно использовать имеющийся растворитель?
6. Какую посуду применяют для экстракции?
7. Зачем рекомендуется при экстракции периодически открывать кран делительной воронки?
8. Как влияет pH среды на процесс экстракции?
9. Как можно предотвратить образование эмульсии при экстракции?
10. Как рекомендуется выливать водный раствор из делительной воронки и как – эфирный?

Требования к оформлению отчетного материала: образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе

Ссылки на источники: [1,2].

Лабораторная работа № 3 Получение этилена и изучение его свойств

Количество часов на выполнение: 2 час, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы закрепить теоретические знания о способах получения и химических свойствах алкенов, получить этилен, провести качественные реакции на двойную связь.

Задание:

1. Выполнить лабораторную работу:
 - получить этилен.
 - провести реакцию присоединения брома к этилену.
 - провести реакцию окисления этилена.
2. Написать и защитить отчет

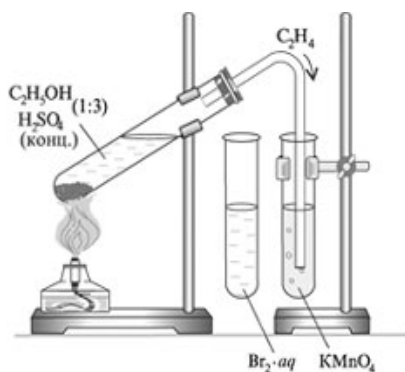
Оборудование, материалы, инструменты: серная кислота ($d = 1,84$ моль/дм³), этиловый спирт 96 %, спиртовка, пробирки, кипелки, газоотводная трубка или колба Вюрца, бромная вода, слабый раствор перманганата калия.

Методика выполнения задания

Опыт 1. Получение этилена

Соберите прибор так, как показано на рисунке. Приготовьте пробирки с бромной водой и с раствором перманганата калия.

Налейте в пробирку-реактор 1.5 – 2 см³ смеси этилового спирта с концентрированной серной кислотой. Поместите в эту смесь немного речного песка, чтобы смесь разогревалась равномерно и не разбрызгивалась при кипении. Прогрейте сначала всю пробирку – реактор, затем нагревайте пробирку у доньшка.



Опыт 2. Определение непердельности этилена

Пропустите образующийся газ через бромную воду. Запишите ваши наблюдения, уравнение химической реакции.

Пропустите этилен через раствор перманганата калия и сравните окраску с контрольным раствором. Запишите ваши наблюдения, уравнение химической реакции.

Опыт 3. Горение этилена

Поверните газоотводную трубку слегка вверх, не вытаскивая из пробирки. Подожгите выделяющийся этилен при помощи горячей лучинки. Запишите уравнения химических реакций неполного и полного сгорания этилена.

Требования к оформлению отчетного материала:

образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы
Ссылки на источники: [1,2,5].

Лабораторная работа № 4 **Получение ацетилена и изучение его свойств**

Количество часов на выполнение: 2 час, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы: закрепить теоретические знания о способах получения и химических свойствах алкинов

Задание: выполнить лабораторную работу, написать и защитить отчет

Оборудование, материалы, инструменты: описаны в методике выполнения

Методика выполнения задания

Опыт 1. Получение ацетилена и его горение.

В пробирку помещают кусочек карбида кальция, приливают около 1 мл воды и сразу же закрывают её пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся ацетилен поджигают у конца трубки и наблюдают характер пламени. Вносят в пламя фарфоровую чашечку. Объясните, почему на ней образуется черное пятно сажи? Напишите уравнение реакции получения ацетилена из карбида кальция и его горения' (полное, и неполное сгорание).

Опыт 2. Окисление ацетилена раствором перманганата калия.

В пробирку наливают 5 капель 1%-ного раствора перманганата калия, 5 капель 10%-ного раствора карбоната натрия и через полученный раствор пропускают ацетилен. Наблюдаемые при этом, изменения подтвердите уравнением реакции, подберите коэффициенты.

Опыт 3. Получение ацетиленида серебра.

В пробирку наливают по 5 капель 1%-ного раствора нитрата серебра, а затем по каплям, 5%-ного раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра. Через полученный бесцветный раствор пропускают ацетилен.

Какие изменения происходят с раствором? Напишите уравнения протекающих реакций.

Контрольные вопросы:

1. Какие углеводороды алкинами?
2. Напишите структурные формулы:
4,4 – диметил – 5 – пропилнонин – 2
3. Являются ли бутан, бутен –1, бутин – 3 изомерами? Ответ поясните.

Требования к оформлению отчетного материала:

образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

Ссылки на источники: [1,2,6].

Лабораторная работа № 5 **Синтез бромэтила**

Количество часов на выполнение: 4 часа, из них на практическую подготовку 4 часа.

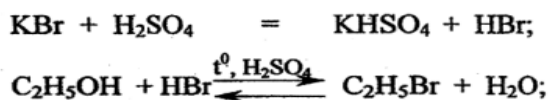
Цель работы закрепить теоретические знания о способах получения галогенопроизводных.

Задание: провести синтез бромэтила

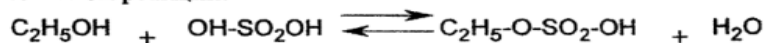
Оборудование, материалы, инструменты: описаны в методике выполнения

Методика выполнения задания

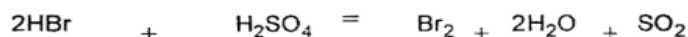
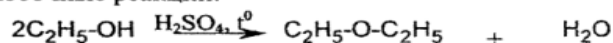
Образование бромистого этила происходит в результате следующих реакций:



Механизм реакции:



Побочные реакции:



Реактивы: этиловый спирт 17,5г; бромистый калий - 30г; серная кислота ($\rho = 1,84\text{г/см}^3$) - 38 мл.

В круглодонную колбу емкостью 300мл вливают спирт (22мл), добавляют 20мл воды и при постоянном помешивании и охлаждении в ледяной воде постепенно приливают концентрированную серную кислоту (38мл). Смесь охлаждают до комнатной температуры и при перемешивании прибавляют тонко растертый бромистый калий (или 25,7г бромистого натрия). Колбу соединяют с длинным, хорошо действующим холодильником, к которому присоединяют аллонж. Так как бромистый этил чрезвычайно летуч, то для уменьшения потерь за счет испарения его отгоняют в ледяную воду. Чтобы получить ледяную воду, в приемник наливают немного воды, бросают в нее несколько кусочков льда и погружают конец форштоса. Реакционную смесь нагревают на песочной бане /осторожно/ до тех пор, пока в приемник не перестанут переходить маслянистые капли, опускающиеся на дно. Если реакционная смесь в колбе начнет слишком пениться, то на короткое время прерывают нагревание.

По окончании реакции при помощи делительной воронки бромистый этил отделяют от воды в колбу, которая находится в ледяной воде, с притертой пробкой и добавляют для высушивания H_2SO_4 конц. (2 мл) на 20-40 мин. Концентрированная серная кислота кроме высушивания очищает бромистый этил от диэтилового эфира (побочный продукт). А затем отделяют от H_2SO_4 с диэтиловым эфиром (внизу) и перегоняют из маленькой колбы Вюрца на водяной бане в сухой приемник, помещенный в охлажденную смесь.

Бромистый этил (бромэтан) - бесцветная жидкость с запахом эфира; в 100 г воды при 20°C растворяется 0,914 г бромистого этила (это надо учесть и не брать в приемник много воды); хорошо растворяется в спирте, эфире; на свету желтеет вследствие выделения свободного брома; $T_{\text{кип}} - 38,3^\circ\text{C}$, $\rho = 1,4586\text{ г/см}^3$.

Применяется как наркотик, хладагент, вместе с хлористым этилом и хлористым метилом - для получения этилбензола, этилмалонового эфира, в синтезах Гриньяра. Бромистый этил используют для синтеза фенетола.

При повышенных концентрациях бромистый этил вызывает поражение нервной системы. Хранят его в запаянных ампулах или в толстостенных склянках с притертой пробкой.

Контрольные вопросы

1. Для чего в реакционную смесь добавляется вода?
2. Каким образом достигается в работе сдвиг обратимой реакции в сторону образования бромистого этила?
3. Можно ли наблюдать протекание побочных реакций, то есть образование брома и диэтилового эфира?
4. Почему при синтезе бромэтана применяют дефлегматор и длинный водяной холодильник?

5. В каком слое при промывании концентрированной серной кислотой будет находиться бромистый этил? Почему для этой операции обязательно нужна сухая посуда?

Вопросы для повторения: простая перегонка; экстракция; правила работы с легколетучими веществами.

Требования к оформлению отчетного материала: образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

Ссылки на источники: [1-6].

Лабораторная работа № 6 **Исследование физических и химических свойств одноатомных и** **многоатомных спиртов**

Количество часов на выполнение: 2 часа, из них на практическую подготовку 2 часа.

Цель работы: Изучить способы получения, химические свойства и качественные реакции одноатомных и многоатомных спиртов.

Задание:

1. Проверить действие индикаторов на спирты и фенолы.
2. Провести окисление этилового спирта оксидом меди (II).
3. Получить глицерат меди.
4. Провести цветную реакцию на фенол.

Оборудование, материалы, инструменты:

Спирты: этиловый, изопропиловый, изобутиловый, изоамиловый, глицерин.

Фенол.

Медная проволока.

Растворы: сульфата меди, гидроксида натрия, хлорида железа (III, 1 %).

Индикаторы: раствор фенолфталеина, универсальная индикаторная бумага.

Набор пробирок, спиртовка.

Методика выполнения задания

1. **Действие индикаторов на спирты и фенолы.** Смешайте в пробирках равные количества спирта и дистиллированной воды (по 2-3 капли того и другого), добавьте капельку фенолфталеина, а затем опустите универсальную индикаторную бумагу. В пробирку налейте 1 мл раствора фенола проведите такие же испытания. Опишите и объясните наблюдаемое.

2. **Окисление этилового спирта оксидом меди (II).** В пробирку налейте 1 мл этилового спирта. Спираль из медной проволоки нагрейте в пламени спиртовки до появления чёрного налета оксида меди. Горячую спираль опустите в пробирку со спиртом. Черная поверхность становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. При этом ощущается характерный запах уксусного альдегида.

3. **Образование глицерата меди.** В пробирку налейте 1 мл раствора сульфата меди и раствора щелочи до выпадения голубого осадка гидроксида меди (II). К выпавшему осадку добавьте несколько капель глицерина. Объясните, почему произошло растворение осадка, напишите уравнение реакции.

4. **Цветная реакция на фенол.** В пробирку с раствором фенола добавьте 2-3 капли 1 % раствора хлорида железа (III). Появляется фиолетовая окраска (качественная реакция на фенол).

Требования к оформлению отчетного материала:

Отчет оформить в соответствии с требованиями к оформлению отчета по лабораторной работе (Приложение А. Б).

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

Ссылки на источники: [1,2,6].

Лабораторная работа № 7

Исследование свойств альдегидов и кетонов

Количество часов на выполнение: 4 часа, из них на практическую подготовку 4 часа.

Цель работы: исследовать свойства альдегидов и кетонов

Задание:

1. Провести реакцию «серебряного зеркала».
2. Провести восстановление гидроксида меди (II) альдегидами.
3. Провести реакцию присоединения по карбонильной группе.

Оборудование, материалы, инструменты:

набор пробирок в штативе;
спиртовка;
формальдегид (40 %, формалин);
раствор аммиака, 0,1 н;
раствор нитрата серебра, 0,1 н;
ацетон;
свежеприготовленный раствор гидросульфита натрия.

Методика выполнения задания

Опыт 1. Получение альдегида

Стенки сухой пробирки смачивают 2-3 каплями этилового спирта. Одновременно нагревают спираль из медной проволоки в пламени горелки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди(II). Раскаленную докрасна спираль опускают в подготовленную в начале опыта пробирку со спиртом. Эту операцию повторяют несколько раз. Какие изменения происходят с медной спиралью? Уксусный альдегид в небольшой концентрации пахнет яблоками. Для его обнаружения из пробирки удаляют медную спираль и прибавляют 3-5 капель раствора фуксинсернистой кислоты. Что Вы при этом наблюдаете? Напишите уравнение соответствующей реакции.

Опыт 2. Реакция «серебряного зеркала». В пробирку поместите 1 мл раствора нитрата серебра, осторожно добавьте раствор аммиака до появления осадка, а затем до его растворения. Раствор полученного раствора аммиаката серебра разделите на две пробирки. В одну пробирку добавьте формальдегида, а во вторую – ацетона. Осторожно нагрейте. В какой пробирке и почему образуется «серебряное зеркало». Напишите уравнение реакций.

Опыт 3. Восстановление гидроксида меди (II) альдегидами. К 1 мл раствора медного купороса добавьте равный объем гидроксида натрия до образования голубого осадка. К осадку добавьте несколько капель альдегида и нагрейте. Наблюдайте появление желтой окраски гидроксида меди (I), переходящей в красную – оксида меди (I). Аналогичную реакцию проведите для ацетона. Объясните наблюдаемые явления. Напишите уравнение реакций.

Опыт 4. Реакция присоединения по карбонильной группе.

Поместите в пробирку 1 мл ацетона и столько же свежеприготовленного раствора гидросульфита натрия. Энергично встряхните и наблюдайте выпадение осадка гидросульфитного соединения ацетона.

Опыт 5. 1. Получение ацетона

В сухую пробирку (№1) помещают безводный ацетат натрия высотой около 5 мм, закрепляют её горизонтально в штативе и закрывают её пробкой с газоотводной трубкой, нижний конец которой опускают в другую пробирку с 0,5 мл (10 капель) воды. Нагревают пробирку (№1) в пламени горелки. Каким изменениям подвергается при этом ацетат натрия? Образующийся ацетон растворяется в воде налитой в пробирке (№2). Его обнаруживают йодоформной пробой (проба Либена). Для этого к части раствора ацетона прибавляет немного растертого в порошок йода и по каплям добавляет 10%-ый раствор гидроксида натрия до обесцвечивания йода. Наблюдается выпадение осадка йодоформа, обладающего характерным запахом. Напишите уравнения реакций получения ацетона и йодоформа. После остывания пробирки (№1), добавляют в нее 1-2 капли конц. соляной кислоты. Что вы наблюдаете?

Опыт 6. Отношение ацетона к аммиачному раствору оксида серебра и гидроксиду меди.

Повторяем опыты, но вместо уксусного альдегида используем ацетон. Вступает ли ацетон в реакции серебряного и медного зеркала?

Контрольные вопросы:

1. Почему простейший двухатомный спирт содержит два атома углерода, а не один? Можно ли назвать этиленгликоль и глицерин гомологами? Почему?
2. Как взаимное влияние фенильного радикала и гидроксильной группы отражается на свойствах фенола?
3. Из технического карбида кальция массой 20 г получили 11 г уксусного альдегида. Определите массовую долю примесей в карбиде.
4. Осуществите схему превращений:
Метанол --- Бромметан --- Этан --- Хлорэтан --- Этанол ----- Диэтиловый эфир
Укажите условия протекания реакций.
5. В трех пробирках находятся растворы уксусного альдегида, глицерина. Как при помощи гидроксида меди (II) определить, где какое вещество?

Требования к оформлению отчетного материала: образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе, ответы на контрольные вопросы

Ссылки на источники: [1,2,5].

Лабораторная работа № 8

Синтез бензойной кислоты

Количество часов на выполнение: 4 часа, из них на практическую подготовку 4 часа.

Цель работы: Синтезировать бензойную кислоту из толуола в присутствии сильного окислителя.

Задание: провести синтез бензойной кислоты

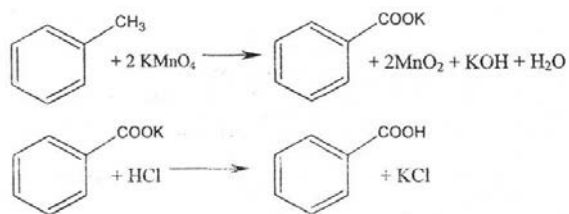
Оборудование, материалы, инструменты: описаны в методике выполнения

Методика выполнения задания

Окисление толуола идет в щелочной среде, которую создает образующееся вовремя реакции едкий калий.

Реактивы: толуол - 1 мл; перманганат калия - 3,3 г;
соляная кислота

Механизм реакции:



В круглодонную колбу с обратным холодильником помещают перманганат калия, 70 мл воды и необходимое количество толуола. Содержимое колбы при помешивании нагревают на кипящей водяной бане 3 часа до обесцвечивания раствора. Если реакционная смесь остается окрашенной, обесцвечивание достигается прибавлением нескольких капель этилового спирта или небольшим количеством щавелевой кислоты. После окончания реакции отфильтровывают выпавшую двуокись марганца, дважды промывают осадок кипящей водой (по 5-10 мл), фильтраты соединяют, выпаривают их в фарфоровой чашке до объема 10-15 мл и осаждают бензойную кислоту разбавленной (1:1) соляной кислотой, прибавляя последнюю по каплям. Бензойную кислоту отфильтровывают (вакуумное фильтрование). После высушивания на воздухе бензойная кислота плавится при 120-121°C, бензойную кислоту можно чистить возгонкой.

Бензойная кислота – бесцветное кристаллическое вещество, трудно растворимое в холодной воде (0,2 г в 100 мл воды при 18°C); хорошо растворима в хлороформе, ацетоне, четыреххлористом углероде, бензоле, метиловом спирте. Температура плавления 122,3°C, температура кипения 250°C.

Бензойная кислота и ее производные применяют в пищевой промышленности, производстве красителей, фармацевтических препаратов, в парфюмерии для других целей.

Контрольные вопросы:

1. Как можно узнать, что марганцевокислый калий прореагировал полностью?
2. Почему прибавление этилового спирта и щавелевой кислоты способствуют обесцвечиванию раствора?
3. Почему бензойную кислоту осаждают с помощью соляной кислоты?

Вопросы для повторения: выпаривание; выпарные чашки; фильтрование на воронке Бюхнера; техника очистки перекристаллизацией; определение температуры плавления.

Требования к оформлению отчетного материала: образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля: проверка отчета и индивидуальное собеседование

Ссылки на источники: [1]

Лабораторная работа № 9

Синтез уксусно-этилового эфира

Количество часов на выполнение: 4 часа, из них на практическую подготовку 4 часа.

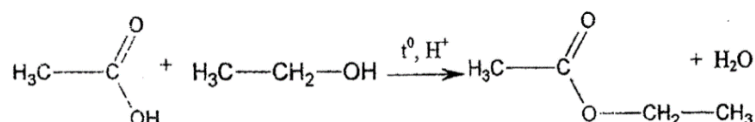
Цель работы закрепить теоретические знания о способах получения сложных эфиров.

Задание: провести синтез уксусноэтилового эфира

Оборудование, материалы, инструменты: описаны в методике выполнения

Методика выполнения задания

Уксусноэтиловый эфир получается при нагревании этилового спирта с уксусной кислотой в присутствии концентрированной серной кислоты:



Серная кислота каталитически ускоряет процесс. Кроме того, являясь водоотнимающим средством, она способствует более полному протеканию реакции. Реакция является обратимой, но так как легко летучий уксусноэтиловый эфир по мере образования отгоняется, то равновесие все время сдвигается вправо и реакция протекает почти до конца. Некоторое количество спирта отгоняется вместе с уксусноэтиловым эфиром, поэтому спирт приходится брать в избытке.

Реактивы: этиловый спирт - 22,5 мл; уксусная кислота концентрированная - 20 мл; серная кислота ($\rho=1,84$ г/см³) - 2,5 мл; углекислый натрий насыщенный; хлористый кальций - 50 %-ный раствор; сернокислый натрий безводный.

В колбу (Вюрца емкостью 100 мл помещают 2,5 мл спирта и затем осторожно при перемешивании приливают такой же объем (2,5 мл) концентрированной серной кислоты. Колбу закрывают пробкой, в которую вставлена капельная воронка, соединяют с длинным холодильником и нагревают до 140°C. Нагревание можно вести на сетке. В нагретую смесь (80-100°C) из капельной воронки постепенно приливают смесь 20мл спирта и 20мл уксусной кислоты. Приливание ведут с такой же скоростью, с какой образуется отгоняющийся эфир. По окончании реакции дистиллят (для удаления уксусной кислоты) взбалтывают с насыщенным раствором углекислого натрия до тех пор, пока не перестанут выделяться пузырьки газа. Раствор углекислого натрия нужно прибавлять постепенно, так как жидкость сильно вспенивается выделяющимся углекислым газом. Смесь, переливают в делительную воронку, уксусноэтиловый эфир отделяют от нижнего водного слоя соли и взбалтывают его в колбе для освобождения от примеси спирта с 15 мл 50%-ного раствора хлористого кальция. Хлористый кальций дает с этиловым спиртом кристаллическое соединение ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) которое нерастворимо в безводном сернокислом натрии. Перегоняют на водяной бане из малешиной перегонной колбы по фракциям (каждые 2-3°C).

При температуре 71-75°C отгоняют азеотропные смеси уксусноэтилового эфира, этанола и воды, а при 75-78°C - сравнительно чистый уксусноэтиловый эфир. Вследствие потерь уксусноэтилового эфира из-за его летучести и некоторой растворимости в воде, практический выход обычно не превышает 70% от теоретического. Уксусноэтиловый эфир (этилацетат) - бесцветная жидкость с фруктовым запахом; ограниченно растворим в воде; смешивается с этанолом, эфиром и другими органическими растворителями; $T_{\text{кип}} = 77,15^\circ\text{C}$. применяется как растворитель нитроцеллюлозы, целлюлоида, жиров, воска, смол, для получения ацетоуксусного эфира и ацетилацетона, а также в аналитической химии.

Контрольные вопросы:

1. Каким образом можно сдвинуть равновесие реакции этерификации в сторону образования сложного эфира?
2. В каком слое будет находиться уксусноэтиловый эфир при промывании его водой и раствором соды?

Вопросы для повторения: техника простой перегонки; назначение дефлегматоров, прямых и обратных холодильников; правила работы с делительными воронками; высушивание жидкостей; техника безопасности при работе с легколетучими веществами.

Требования к оформлению отчетного материала: образец оформления см. в приложении А и Б

Форма контроля:

Проверка и защита отчета по лабораторной работе

Ссылки на источники: [1,2].

Приложение А

Образец оформления титульного листа

**Министерство науки высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЛИАЛ ФГБОУ ВО «ИРНТУ» в г. Усолье-Сибирском**

**ОТЧЕТ
ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

Название работы

**по дисциплине
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических веществ

Выполнил _

Обучающийся группы _

Принял преподаватель

20 г.

Приложение Б

Образец оформления лабораторной работы

Цель:

1. Формула препарата и его название по трем номенклатурам.
2. Определение класса.
3. Способы получения.
4. Уравнения основной и промежуточных реакций. Условия проведения реакции (температура, катализатор и т.п.).
5. Уравнения побочных реакций.
6. Физические приготовления веществ (молекулярная масса, температура плавления, температура кипения, плотность).

7. Таблица характеристик исходных веществ, применяемых в синтезе:

Название и структурна формула	Молярная масса	$T_{\text{пл}}^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{кип}}^{\circ}\text{C}$	Плотность, г/см^3	Количество продукта		
					моль	г	мл

8. Схема приборов.

9. Описание хода получения препарата (описание операций, наблюдений, объяснения).

Описание хода синтеза, выделения и очистка препарата	Объяснение
---	------------

10. Расчеты и константы полученного вещества (в случае необходимости).

10.1 Пересчет реагентов (в случае необходимости); теоретический выход (в случае необходимости).

10.2 Практические константы полученного вещества, выход препарата в граммах и процентах от теоретического, (в случае необходимости).

11. Характеристика и химические свойства продукта.