

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания к лабораторным работам
по дисциплине**
Лабораторный практикум
Модуль Математическая и естественно-научная подготовка (ядро СКФУ
химическая направленность)

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) Химия окружающей среды, химическая
экспертиза и экологическая безопасность

Ставрополь, 2026

Оглавление

Введение	4 стр.
Правила работы в лаборатории органической химии	5
Основные правила техники безопасности	7
Общие методы работы	21
Лабораторные работы	27
Задания для самостоятельной работы студентов	57

Введение

Цель преподавания органической химии студентам специальности 04.03.01 Химия – сформировать знания об основных положениях теории строения органических соединений, электронных представлениях в органической химии, взаимосвязи строения и реакционной способности органических соединений, важнейших химических свойствах основных классов органических соединений.

Большое внимание наряду с теоретическим рассмотрением материала уделяется лабораторным работам.

Целью лабораторных работ является ознакомление студентов на практике с характерными реакциями различных классов органических соединений и с индивидуальными особенностями их важнейших представителей. Обращается внимание на физические свойства органических соединений: растворимость, горючесть, характер пламени и др. Студентам предлагаются опыты, которые демонстрируют практически важные химические свойства изучаемых веществ.

Наряду с большим набором качественных опытов, при выполнении которых студент должен обнаружить вещество по характерному запаху, окраске, выпадению осадка и др., в практикуме приводятся работы по микросинтезу, при выполнении которых студенты знакомятся с различными методами исследования, а также со способами выделения и очистки органических веществ.

В ходе выполнения лабораторных работ предусмотрено ознакомление студентов с современными методами анализа и идентификации органических соединений (хроматография, ИК-, УФ- и ЯМР-спектров).

Правила работы в лаборатории органической химии

1. Во время работы в лаборатории соблюдайте чистоту, тишину, порядок, точность и правила техники безопасности.

Беспорядочность, поспешность или неряшливость часто приводят к повторению работы и даже к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

2. Перед началом работы в лаборатории студент обязан сдать вступительный коллоквиум по правилам работы и технике безопасности.

3. Ознакомившись с техникой безопасности, студент расписывается в журнале преподавателя и получает синтез.

4. Студент приступает к выполнению синтеза только после того как:

а) хорошо изучит методику синтеза и четко уяснит, для чего проводится каждая операция (по возможности все выразить в виде химических реакций);

б) оформит лабораторный журнал строго по определенному образцу;

в) побеседует с преподавателем по теории синтеза и методике его проведения;

г) соберет прибор и покажет преподавателю;

д) выпишет реактивы на специальном требовании, подписанном преподавателем;

е) минеральные кислоты, аммиак, сода, щелочи и их растворы не выписываются. Они находятся на полках или под тягой.

5. Полученный продукт студент тщательно очищает перегонкой, перекристаллизацией или возгонкой.

6. Определяет его физические константы ($T_{\text{кип.}}$ или $T_{\text{пл.}}$) в присутствии преподавателя.

7. Препарат сдает преподавателю, что регистрируется в журнале.

8. В процессе выполнения работы студент отвечает на контрольные вопросы по теории синтеза, ответ на которые сдает преподавателю вместе с полученным продуктом.

9. После выполнения программы по практикуму студент сдает зачёт по проделанным работам и получает тему курсовой работы.

10. Для выполнения работ каждый студент получает рабочее место, оснащённое холодильником Либиха, лапками, кольцами, и набор посуды.

Примечание: категорически запрещается снимать шланги как с холодильника, так и с крана.

11. Недостающую для выполнения работы посуду студент получают у лаборантов (под студенческий билет).

12. Студент материально отвечает за полученную посуду. По окончании практикума он обязан полностью вернуть ее лаборантам. Взамен разбитой посуды необходимо приобрести равноценную ей, получив список у преподавателя.

13. Студент должен принести в лабораторию:

- а) халат;
- б) мыло, полотенце для рук и тряпки для стола;
- в) ножницы, скальпель или шпатель;
- г) спички,

14. Не рекомендуется:

- а) ставить сетки под паровики и бани;
- б) измерять температуру бань химическими термометрами, для чего пользуются техническими.

15. Запрещается:

- а) уходить из лаборатории без разрешения преподавателя;
- б) заниматься в лаборатории посторонней работой (чтение художественной литературы, выполнение домашних заданий по другим предметам и т.д.);
- в) приходить в лабораторию посторонним лицам;

16. Студент, пропустивший лабораторное занятие или опоздавший, допускается в лабораторию только по разрешению деканата.

17. Обязанности дежурного:

- а) следить за чистотой в лаборатории: следить за порядком у весов, у раковин, в проходах между столами и на рабочих местах;
- б) после окончания занятий сдать рабочие места подгруппы лаборанту.

Основные правила техники безопасности

Все студенты перед началом работ в лабораториях органической химии обязаны ознакомиться с настоящей инструкцией по технике безопасности, и после беседы с преподавателем расписаться в журнале о пройденном инструктаже. Значительная часть работ в лаборатории органической химии связана с употреблением горючих, взрывчатых веществ; поэтому, во избежание несчастных случаев, необходимо очень точно выполнять все правила работы и соблюдать необходимые меры предосторожности.

Категорически запрещается:

- а) принимать пищу в лабораториях;
- б) курить во всех помещениях кафедры;
- в) пить воду в лаборатории из химической посуды;
- г) пробовать химические вещества на вкус;
- д) работать без халатов;
- е) оставлять без присмотра действующие приборы, аппараты и зажженные горелки;
- ж) оставлять открытыми вредные вещества и хранить в столе вещества без соответствующей надписи;

Меры предосторожности при работе с едкими и ядовитыми веществами

1. Работы с ядовитыми, слезоточивыми или раздражающими веществами (хлор, бром, хлористый и бромистый алюминий, окислы азота, цианистый водород, диметилсульфат и пр.) необходимо проводить под тягой и ставить соответствующие поглотители для выделяющихся газов. Во время работы створки вытяжных шкафов держат опущенными, оставляя просвет для притока воздуха.

2. Перед разборкой прибора, в котором содержался ядовитый газ, последний необходимо вытеснить из прибора водой или воздухом.
3. Мытье посуды из-под ядовитых, слезоточивых или раздражающих веществ необходимо производить также под тягой.
4. Отработанные едкие жидкости (кислоты, щелочи, смолы) следует сливать в специальные склянки с соответствующей надписью, стоящие под тягой.
5. Измельчение вещества, дающего едкую или ядовитую пыль, проводить под тягой с применением защитных очков.
6. При измельчении твердого едкого натра необходимо надеть резиновый фартук и резиновые перчатки. Измельчение производить в фарфоровой ступке, закрытой сверху полотенцем.
7. Растворение щелочей производить только в фарфоровых стаканах.
8. При разбавлении концентрированной серной кислоты следует небольшими порциями приливать кислоту в воду, а не наоборот.
9. Разбавление концентрированной серной кислоты азотной, для приготовления нитрующей смеси следует производить только в тонкостенной или фарфоровой посуде.

Меры предосторожности при работе с бромом

1. Работу с бромом производить только в вытяжном шкафу, в резиновых перчатках рядом с чашкой, наполненной аммиаком. Дверцы шкафа необходимо опустить, оставив отверстие только для рук.
2. Наливать бром следует с большой осторожностью, заранее отметив на мензурке бумажной наклейкой нужное количество. Слянку с бромом необходимо держать так, чтобы горлышко было направлено от себя. Чтобы стекающие капли брома не попали на руки, слянку необходимо держать за верхнюю часть и ни в коем случае не поддерживать снизу.
3. Перед переливанием брома из мензурки в капельную воронку необходимо смазать вазелином кран и проверить эфиром, что он не протекает.

4. При попадании брома на кожу следует немедленно обмыть пострадавшее место большим количеством воды из-под крана.
5. При попадании паров брома в дыхательные пути рекомендуется понюхать аммиак, спирт, после чего немедленно выйти на улицу дышать свежим воздухом.

Меры предосторожности при работе с металлическим калием и натрием

При работе с металлическим калием и натрием надевайте защитные очки.

1. Металлический калий и натрий следует хранить с большой осторожностью. Соприкосновение калия и натрия как с водой, так и водяным паром или льдом может вызвать пожар.

Нельзя допускать соприкосновения металлического натрия с галогенопроизводными, так как может произойти взрыв.

2. Натрий или калий необходимо хранить под слоем керосина или ксилола в толстостенной банке, закрытой корковой пробкой (ни в коем случае нельзя закрывать притертой стеклянной пробкой).

3. Нельзя брать натрий или калий руками, а только пинцетом, щипцами или скальпелем.

4. Разрезать щелочные металлы следует только на сухой фильтровальной бумаге ножом, смоченным керосином.

5. Отвешивать калий или натрий надо в сухом керосине, ксилоле или абсолютном эфире в фарфоровой чашке.

6. Очистку металла от корки и резание на куски следует производить вдали от других работающих в лаборатории и вдали от приборов с действующими холодильниками или водоструйными насосами во избежание попадания воды.

7. Нельзя оставлять обрезки натрия или калия лежать на столе открытыми или бросать в раковины и мусорные ящики.

8. Обрезки или негодные кусочки натрия или калия должны храниться под слоем керосина или ксилола в банках, закрытых корковыми пробками.

9. Незначительные количества натрия или калия, оставшиеся после реакции или приставшие ко дну колбы, следует уничтожить растворением в большом количестве спирта, приливая его сразу столько, чтобы остатки металла были полностью покрыты.

10. Реакцию с металлическим калием или натрием следует проводить только на воздушной, песчаной или масляной бане.

11. При работе с металлическим натрием или калием в колбе с обратным холодильником следует удалять капельки воды, образовавшиеся на муфте холодильника, фильтровальной бумагой или тряпочкой.

Меры предосторожности при работе с легковоспламеняющимися веществами

1. Необходимо помнить, что легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ) (бензин, бензол, спирты, эфир, петролейный эфир, сероуглерод) опасны не только из-за легкой воспламеняемости, но при определенной концентрации паров этих веществ они становятся взрывоопасными.

2. При работе с легковоспламеняющимися веществами необходимо соблюдать следующие предосторожности:

а) нельзя хранить на столе колбы, склянки с эфиром, бензолом, сероуглеродом и другими ЛВЖ.

б) нагревание ЛВЖ следует производить в круглодонной колбе с обратным холодильником на водяной, песчаной, масляной банях;

в) перегонку ЛВЖ нельзя проводить ни на открытом огне, ни на сетке, а следует производить также на водяной, масляной, песчаной банях, следя за тем, чтобы все пробки были хорошо подогнаны.

Перегонная колба должна быть присоединена с помощью хорошей пробки к длинному нисходящему холодильнику.

Во избежание испарения летучей жидкости из дистиллята в качестве приемника рекомендуется брать перегонную колбу Вюрца, на отводную

трубку которой надевают каучуковую трубку и опускают ее в канализационный отвод.

Пары эфира и сероуглерода "стелятся" по поверхности стола и могут воспламеняться на значительном расстоянии от места образования.

Меры борьбы с возникшим пожаром

1. При возникновении пожара следует немедленно погасить все горелки; выключить электронагревательные приборы и убрать горючие и взрывчатые вещества.

2. Прекратить доступ воздуха к огню, для чего засыпать очаг пожара песком, который имеется в металлических цилиндрах в каждой лаборатории, или набросить на горящий прибор плотное суконное одеяло.

При большом пожаре применить углекислотный огнетушитель.

Нельзя заливать водой горящие смеси, которые содержат металлический натрий, калий или вещества, не смешивающиеся с водой (эфир, бензол, бензин и др.). Нельзя тушить горящие смеси, содержащие металлический натрий или калий четыреххлористым углеродом, а также пенным огнетушителем.

3. При загорании растворителя в колбе необходимо тушить его, закрыв отверстие керамической плиткой, асбестовой сеткой и т. д., чтобы прекратить доступ воздуха.

4. При загорании одежды на человеке не следует бегать по комнате (во избежание раздувания пламени), необходимо немедленно набросить одеяло, халат, пиджак, чтобы прекратить доступ воздуха к загоревшейся и обильно полить водой.

Меры предосторожности при работе со ртутью

В лаборатории студенты работают с ртутными термометрами и вакуумметрами, неосторожное обращение с которыми приводит к их поломке и загрязнению атмосферы лаборатории парами ртути.

Ртуть чрезвычайно ядовита. Несмотря на малую летучесть, отравления происходят почти исключительно вследствие вдыхания ее паров.

При ртутных отравлениях поражаются органы пищеварения, почки, центральная нервная система, сердце. Ртуть обладает кумулятивным действием и накапливается в организме, вызывая тяжелое хроническое отравление. Вследствие всего этого со ртутью необходимо работать очень осторожно, чтобы не заражать воздух лаборатории и не дышать ее парами.

В случае поломки прибора, содержащего ртуть, необходимо принять следующие меры:

1. Не выбрасывать в раковину или мусорное ведро ртуть, а также части прибора ее содержащие.
2. Если разбит термометр, но цел ртутный шарик, то необходимо сдать его лаборанту.
3. При попадании ртути на стол или пол ее необходимо тщательно собрать медной амальгамированной пластинкой (взять у лаборанта), стряхивая в стакан с концентрированной азотной кислотой.
4. Щели между керамическими плитками засыпать серой и оставить на сутки.
5. При попадании ртути в реакционную смесь, последнюю следует осторожно слить, а ртуть растворить в концентрированной азотной кислоте или сдать лаборанту.

Меры предосторожности при работе со стеклом

1. Подавляющее большинство работ в лаборатории органической химии проводится в стеклянных приборах, и необходимо помнить, что из-за неправильной или неосторожной работы со стеклом (резанье стеклянных трубок или палочек, сборка и разборка приборов и пр.) происходит большое количество несчастных случаев. Наиболее опасны порезы стеклом, загрязненным химическими веществами.
2. При присоединении перегонной колбы или дефлегматора к холодильнику или при сборке других приборов необходимо помнить, что:

- а) пробка должна быть на отводной трубке, а не в холодильнике или колбе;
- б) перегонную колбу или дефлегматор держать не за горло, а за отводную трубку около пробки;
- в) соединяя части прибора, держать руки возможно ближе к месту соединения.

3. При стеклодувных работах (вытягивании капилляров и пр.) необходимо беречь глаза от мелких осколков, стеклянных и пленок, получающихся при раздувании и растягивании стекла.

4. При разрезании стеклянной палочки или трубки, необходимой для соединения частей прибора, делают надрез напильником или специальным ножом, затем, закрыв место надреза полотенцем, переламывают трубку, слегка растягивая ее концы, держа руки как можно ближе к месту перелома.

5. Для соединения трубка с пробкой или со шлангом концы ее необходимо оплавить на горелке, и после остывания смазать вазелином или смочить водой. Вставляя трубку в пробку или в шланг ее следует держать пальцами возможно ближе к тому концу, который вставляется, в противном случае легко сломать трубку и порезать руки.

6. Травма возможна также при поломках приборов во время работы, выбросе продукта из сосуда, взрыве и загорании вещества. Во избежание этого необходимо:

- а) проверить имеет ли собранный прибор, в котором будет происходить нагревание, сообщение с атмосферой (проверить хлоркальциевые трубки на проницаемость), иначе прибор может разорвать.

Категорически запрещается нагревать колбы, плотно закупоренные пробками.

- б) проверить все части прибора и убедиться в отсутствии трещин и других дефектов;

- в) перед началом нагревания бросить в реакционную смесь «кипятильники» (кусочки пористой глины или длинные капилляры, запаленные с конца, находящегося над жидкостью) для равномерного кипения.

Во избежание выброса реакционной смеси из прибора, категорически запрещается бросать «кипятильники» и активированный уголь в горячую жидкость.

г) нагревать реакционную смесь или раствор только в круглодонных колбах на плитках, асбестовых сетках или в банях (для нагревания ЛВЖ, во избежание возгорания или взрыва, используют электроплитки).

7. Нельзя нагревать на плитке или сетке толстостенные стаканы, колбы Бунзена (сосалки), фарфоровые ступки.

8. При работе в вакууме следует применять только круглодонные колбы, колбы Кляйзена, Фаворского, Вюрца, емкостью не более 500 мл.

Нельзя работать в вакууме с пробирками, плоскодонными и коническими колбами.

Не подключать к вакуумному насосу нагретые колбы с веществами.

При работе в вакууме необходимо надевать защитные очки или маску.

Доврачебная помощь при ожогах

ОЖОГИ ТЕРМИЧЕСКИЕ. К обожженному месту немедленно приложить вату, смоченную этиловым спиртом или раствором перманганата калия.

ОЖОГИ КИСЛОТНЫЕ

а) при попадании на кожу серной, азотной, соляной, уксусной кислот, а также окислов азота немедленно вымыть пораженное место большим количеством воды, а затем 5%-ным раствором гидрокарбоната натрия;

б) при попадании кислот, кислотных паров или газов в полость рта прополоскать рот водой, а затем 5%-ным раствором гидрокарбоната натрия;

в) при попадании кислот в глаза их следует промыть при помощи стеклянного «глазка» водой;

ОЖОГИ ЩЕЛОЧАМИ

а) при попадании на кожу гидроксида натрия или калия немедленно промыть пораженное место большим количеством воды, а затем 3%-ным раствором уксусной кислоты;

б) при попадании щелочей в полость рта хорошо прополоскать рот водой, а затем 3%-ным раствором уксусной кислоты;

в) при попадании щелочей в глаза их следует промыть при помощи стеклянного «глазка» водой, а затем 2%-ным раствором борной кислоты и снова водой;

ОЖОГИ ФЕНОЛОМ

а) при попадании фенола на кожу обильно промыть пораженное место этиловым спиртом, затем глицерином;

б) при попадании фенола в глаза - промыть их с помощью стеклянного «глазка» спиртовым раствором (14 г спирта на 1 л воды).

ОЖОГИ БРОМОМ

Смыть бром большим количеством воды, спирта или бензола, а затем 10%-ным раствором бисульфита или гипосульфита. Во всех случаях после оказания первой помощи необходимо немедленно отправить пострадавшего в медпункт!

Физиологическое действие некоторых веществ и оказание первой помощи при отравлении ими

1. Азотная кислота с концентрацией более 15% является ядом. Особую опасность представляют часто образующиеся при работе с ней нитрозные газы - смеси оксидов азота.

Нитрозные газы даже в малых количествах опасны для здоровья. Они вызывают раздражение дыхательных путей и глаз, а также тошноту и головную боль. Раздражение проходит через 15-60 мин, однако через несколько часов неожиданно начинается кашель с пенистыми, ржаво-красными выделениями, затрудняется дыхание (такое состояние может развиваться даже через двое суток). Это свидетельствует о появлении отека легких, который вместе с развивающейся метгемоглобинемией крови создает

серьезную угрозу жизни. При отравлении нитрозными газами обязательно надо обратиться к врачу.

Первая помощь. Пострадавшего уложить и транспортировать только лежа. Даже при легком отравлении необходим покой. Полезен свежий воздух, лучше кислород, однако искусственного дыхания делать нельзя. Пострадавшего необходимо завернуть в одеяло, чтобы предотвратить переохлаждение.

Внимание! Разлитую азотную кислоту нельзя собирать легко воспламеняющимся материалом (тряпкам, фильтровальной бумагой), ее следует разбавить водой и нейтрализовать.

2. Аммиак. Образует взрывоопасные смеси с воздухом (15,5- 27 об, % аммиака). Сильно действует на слизистую оболочку, а также вызывает слезотечение и воспаление глаз, сильный кашель, жжение в горле, тошноту и приступы одышки и удушья. При тяжелых поражениях происходит нарушение сердечной деятельности и спазмы бронхов, следствием чего может явиться воспаление или отек легких.

Первая помощь. Пострадавшего выносят на свежий воздух и дают вдыхать пары ромашкового чая или очень слабого раствора уксусной кислоты, при угрожающем положении - кислород, пропущенный через 5-7%-ный раствор уксусной кислоты (30 мин, без искусственного дыхания). При поражении глаз промывать их 15 мин водой, затем 0,9%-ным раствором поваренной соли; химических нейтрализующих средств следует избегать.

3. Амины ароматические: анилин, п-толуидин, п-хлоранилин, п-броманилин и п-нитроанилин - являются сильными ядами для крови и нервной системы. Вдыхание паров аминов вызывает синюшность, головокружение, рвоту, приводит к потере сознания и явлениям паралича. Всасываются через кожу.

Первая помощь. Свежий воздух, вдыхание кислорода, молоко.

4. Ацетон. ЛВЖ. Взрывоопасны смеси с воздухом, содержащие 1,6-15,3 об, % ацетона.

Пары ацетона действуют раздражающе на верхние дыхательные пути, он иногда имеет более ядовитые примеси, которые более сильно действуют на организм. Допустимая концентрация в воздухе 0,2 мг/л.

5. Ацетонитрил. Пожароопасная жидкость. Ацетонитрил ядовит. Особую опасность представляет имеющаяся в нем примесь свободной синильной кислоты.

6. Бензин, лигроин, керосин ЛВЖ. Смеси с воздухом взрывоопасны. Бензины не сгорают спокойно, разбрызгиваются.

Действуют одурманивающим образом и оказывают вредное действие на здоровье человека.

Первая помощь. При легком отравлении - свежий воздух, при сильном - искусственное дыхание и свежий воздух.

7. Бензол. ЛВЖ. Взрывоопасны смеси с воздухом, содержащие 0,8-8,6% (по объему) бензола.

Бензол является сильным кровяным ядом. Он может всасываться и через кожу. Хронические отравления ведут к поражению печени и нервной системы, склонность к кровотечениям слизистой оболочки и может вызвать смерть. Бензол канцерогенен.

Первая помощь при отравлении ароматическими углеводородами. Снять пропитанную одежду, кожу тщательно промыть водой с мылом. При попадании в глаза промывать их 10-15 мин проточной водой. Если ароматический углеводород попал в желудок, вызвать рвоту или принять в качестве слабительного парафиновое масло (из расчета 3 мл на 1 кг веса тела) или раствор 1 столовой ложки сульфата натрия в 250 мл воды. Ни в коем случае не давать касторовое масло, молоко или спирт! В тяжелых случаях - дыхание кислородом.

8. Бром - очень сильный яд раздражающего действия. Жидкий бром уже после кратковременного воздействия образует на коже пузыри, при более длительном действии - болезненные, трудно заживающие нарывы.

Первая помощь. Кожу промывают спиртом, водой, затем разбавленным раствором карбоната натрия. При легком поражении дыхательных путей необходимо вдыхание аммиака, в тяжелых случаях больного помещают в теплое помещение и дают вдыхать кислород.

9. Диметилсульфат очень ядовит. Следует избегать вдыхания его паров. Он впитывается кожей. Работу с диметилсульфатом следует проводить только в вытяжном шкафу с хорошей вентиляцией.

Первая помощь. Кожу промывают раствором аммиака.

10. Ди-н-бутиловый эфир оказывает раздражающее действие на глаза и слизистые оболочки носа и гортани.

11. Динитробензол очень ядовит, возможно, отравление, как при вдыхании паров, так и пыли. Вызывает синюшность, расстройство дыхания, учащенный слабый пульс, иногда потерю сознания.

12. Диоксан - является наркотиком, опасным ядом для печени и почек. Пары вызывают раздражение слизистых оболочек. С воздухом образуются взрывоопасные смеси, особенно опасно содержание 1 мг/л.

13. Диэтиловый эфир - наркотик. Пары действуют одурманивающим образом, длительное вдыхание может привести к потере сознания. Очень опасная легковоспламеняющаяся жидкость. Взрывоопасны смеси с воздухом в широком диапазоне.

14. Изоамилнитрит - является сильным ядом, при работе с ним требуется большие осторожности.

Первая помощь. При легком отравлении - свежий воздух.

15. Метиловый спирт - сильный яд. Пары метилового спирта при вдыхании действуют одурманивающим образом. Прием во внутрь от 5 до 30 г приводит к слепоте, более 30 г к смерти.

16. Муравьиная кислота. Вдыхание паров муравьиной кислоты вызывает сильное раздражение слизистых оболочек. Попадание на кожу вызывает ожоги, трудно поддающиеся лечению.

17. Нитросоединения ароматические: нитробензол, нитрохлорбензолы, нитроанилины и т. д. - являются сильными ядами крови и нервной системы. Вдыхание паров нитробензола вызывает синюшность, головокружение, рвоту, приводит к потере сознания и явлениям паралича. Всасываются через кожу, при попадании на кожу следует немедленно смыть их большим количеством спирта. Предельно допустимая концентрация нитробензола в воздухе 0,005 мг/л.

Первая помощь. При отравлении - свежий воздух, вдыхание кислорода.

18. Нитрометан - наркотик, обладающий резким судорожным действием.

19. Петролейный эфир. В больших концентрация пары действуют одурманивающим образом.

Первая помощь. При легком отравлении - свежий воздух, при сильном искусственное дыхание и свежий воздух, кислород.

20. Пиридин - пары вызывают раздражение слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей, першение в горле, кашель. Попадание на кожу вызывает дерматит с сильным жжением.

21. изо-Пропиловый спирт. Действует аналогично этиловому.

22. Толуол - обладает физиологическим действием, аналогичным бензолу.

23. Уксусная кислота. Пары действуют раздражающим образом на слизистые оболочки и кожу. Ледяная уксусная кислота сильно обжигает кожу, при ее попадании следует смыть большим количеством воды.

24. Уксусный ангидрид - в парообразном состоянии вызывает раздражение слизистых оболочек.

25. Фенол - яд, действующий на нервную систему, обладающий сильным местным раздражением, при попадании на кожу вызывает сильные ожоги. При несвоевременном оказании первой помощи вызывает гангрену.

Первая помощь. При попадании фенола на кожу обильно промыть пораженное место этиловым спиртом, затем глицерином. При попадании фенола в глаза - промыть их с помощью стеклянного «глазка» раствором спирта (14 г спирта на 1 л воды).

26. Фенилгидроксиламин. При попадании на кожу у некоторых вызывает сильную экзему, а другие к нему совершенно не чувствительны.

27. Хинон - действует на нервную систему, на кровь, вызывает кислородное голодание, обладает раздражающим действием, вызывает конъюнктивит.

28. Хлористый бензил - вызывает раздражение слизистых оболочек глаз и носа. При попадании на кожу жидкого хлористого бензила, возникает тяжелый воспалительный процесс.

Первая помощь. Пораженный участок кожи промыть раствором аммиака, бикарбоната натрия.

29. Хлористый бензоил - в парообразном состоянии вызывает раздражение слизистых оболочек.

30. Хлоруксусная кислота - на коже вызывает безболезненные ожоги, сопровождающиеся обширным слущиванием кожи. Ожог проходит быстро и рубцов после заживления не оставляет.

31. Хлороформ - наркотик, действует на внутренние органы, нарушает обмен веществ. При работе с хлороформом иногда возможно отравление образующимся фосгеном. Хлороформ вызывает нарушение сердечного ритма, атрофию печени и т. д.

32. Четыреххлористый углерод - наркотик, по сравнению с хлороформом вызывает более тяжелые изменения в организме.

33. Этилацетат - обладает в некоторой степени наркотическим действием, пары его при вдыхании производят одурманивающее действие, раздражают слизистые оболочки.

34. Этиленгликоль - яд. При употреблении во внутрь вызывает некроз почек и смерть.

35. Этиловый спирт - наркотик, вызывающий сначала возбуждение, а длительное воздействие приводит к тяжелым заболеваниям нервной системы, пищеварительного аппарата, сердечно-сосудистой системы.

Общие методы работы

ПОСУДА, НАИБОЛЕЕ ЧАСТО ПРИМЕНЯЕМАЯ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Большинство химических реакций проводится в стеклянных приборах. Для работы в лаборатории и сборки приборов наиболее широко используют следующую стеклянную посуду:

Стакан (рис. 1). Стаканы применяют как вспомогательную посуду при работе ы с водными растворами. В стаканах можно проводить реакции, идущие в водных растворах при температуре не выше 100° С и не сопровождающиеся кипением.



Рис.1.

Стаканы толстостенные (стаканы Бунзена) применяют для проведения реакций, идущих на холоду и особенно при охлаждении льдом (т. к. тонкостенные стаканы легко раздавить). Толстостенные стаканы нельзя нагревать и проводить в них процессы, сопровождающиеся разогреванием (растворение серной кислоты, твердой щелочи и т. д.).

Стаканы фарфоровые наиболее прочны и термостойки. В фарфоровых стаканах обычно проводят растворение щелочей и серной кислоты, а также реакции, где необходимо перемешивание механической мешалкой.

Колбы (Рис. 2 и 3)



Рис. 2. Колбы плоскодонные.

Конические колбы (Рис. 2а) (колбы Эрленмейера) применяют так же, как вспомогательную посуду. Чаще всего конические колбы используют для

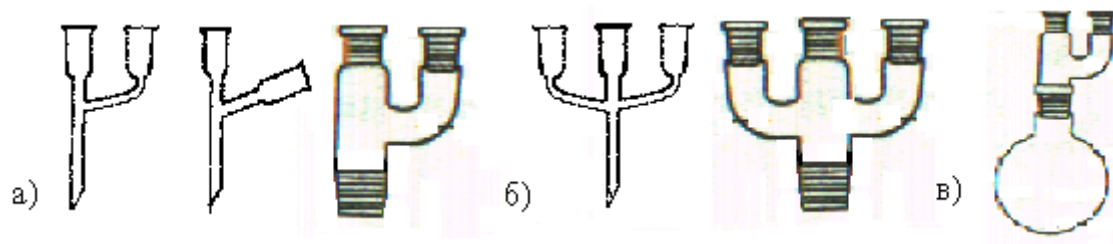
кристаллизации, т. к. они имеют меньшую поверхность испарения, чем стаканы и из них удобнее извлекать кристаллы, чем из круглодонных колб.

Колбы плоскодонные (Рис. 2б) обычно применяют для хранения химических веществ, в качестве приемников при перегонке под атмосферным давлением. Нельзя применять плоскодонные колбы при работе в вакууме и нагревании реакционной массы.

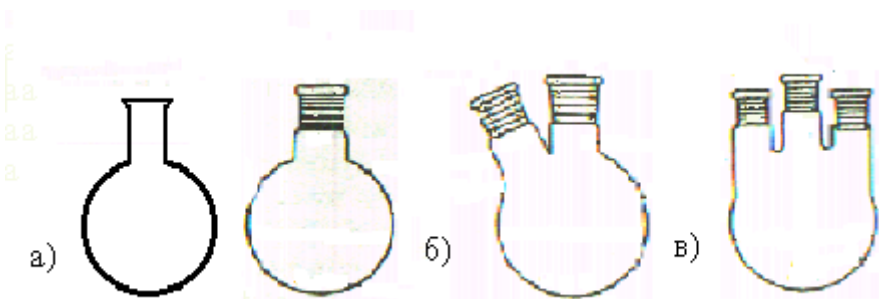
Колбы для отсасывания (колбы Бунзена) (Рис. 2в) служат для фильтрования растворов под вакуумом (Внимание! Категорически запрещается использовать тонкостенные плоскодонные колбы). Для фильтрования небольших количеств растворов под вакуумом применяют специальные **пробирки (Рис. 2г)**.

Колбы круглодонные (Рис. 3г). Для работ при повышенной температуре и под вакуумом применяют исключительно круглодонные колбы. Круглодонные колбы изготавливают из специальных сортов стекла. Не следует применять круглодонные колбы для хранения растворов и химических веществ.

Рис. 3. Колбы круглодонные.



Двух-(Рис. 3б), трех-(Рис. 3в) и четырехгорлые колбы применяют в тех случаях, когда одновременно с нагреванием необходимо производить перемешивание и измерение температуры реакционной массы, а также постепенное прибавление жидкости по каплям в течение реакции.



Если нет специальных колб, то в обычную круглодонную колбу вставляют на пробке или шлифе *двурогий* (Рис. 4а).или *трехрогий форштосс* (Рис. 4б).

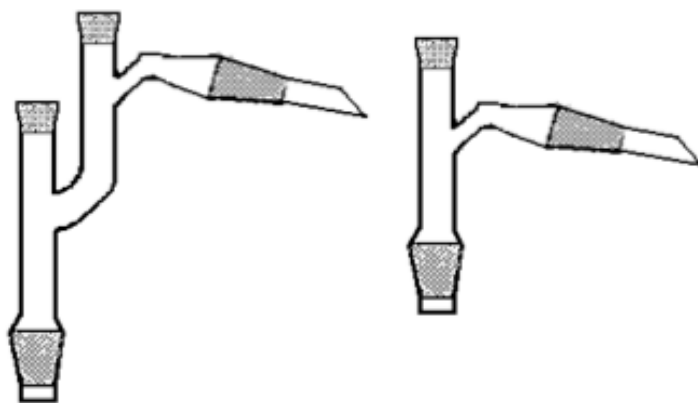
Рис. 4. Форштосы.

Перегонные колбы Вюрца (Рис. 5а) применяют для перегонки жидкостей при атмосферном давлении. Для перегонки низкокипящих жидкостей применяют колбы с высокоприпаянными трубками (8б), для перегонки высококипящих жидкостей применяют колбы с низкоприпаянными трубками. Колбы Вюрца применяют также в качестве приемников при легколетучих растворителей и перегонке в вакууме.

Если подходящая колба Вюрца отсутствует, то в обычную круглодонную колбу вставляют на пробке или шлифе **насадку Вюрца (Рис. 5б).**

Перегонные колбы Кляйзена применяют при перегонке в вакууме. В этих колбах, кроме отводной трубки и отверстия для термометра, имеется еще отверстие для капилляра, по которому из атмосферы поступают пузырьки воздуха, чем обеспечивается равномерное кипение во время перегонки.

Рис. 5



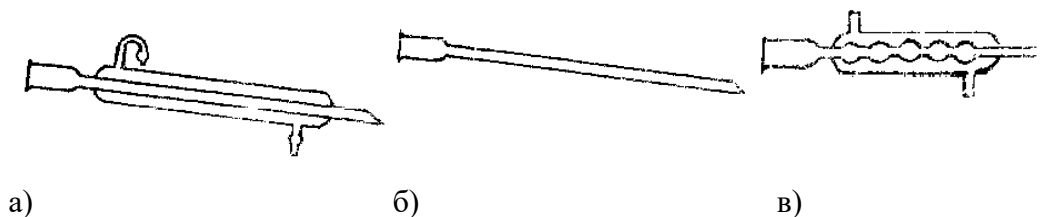
5а

5б

Если подходящая колба Кляйзена отсутствует, то в обычную круглодонную колбу вставляют на пробке или шлифе **насадку Кляйзена (Рис. 5а).**

Холодильники.

Рис. 6



Для перегонки жидкостей с температурой кипения ниже $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ применяют холодильники с водяным охлаждением - *холодильники Либиха* (Рис. 6а); для перегонки высококипящих жидкостей применяют *воздушные холодильники* (Рис. 6б), представляющие собой тонкостенную стеклянную трубку со шлифами или расширенным концом.

Для соединения наклонного холодильника с вертикальным приемником применяют аллонжи.

При длительном нагревании или при нагревании легколетучих жидкостей применяют *обратные холодильники*. В качестве обратных могут быть использованы холодильники, применяемые для перегонки (воздушные или водяные). В этих случаях их укрепляют в колбе вертикально. Часто, когда требуется интенсивное охлаждение, применяют специальные обратные холодильники, которые при меньших размерах имеют значительно бóльшую поверхность охлаждения, например, *шариковые* (Рис. 6в).

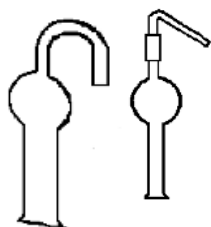


Рис. 7

В тех случаях, когда необходимо защитить содержимое прибора от доступа влаги применяют *хлоркальциевые трубки* (7). При наполнении

хлоркальциевых трубок в узкую часть кладут кусочек ваты, затем средней величины кусочки поглощающего вещества, а затем снова кусочек ваты. Перед присоединением к прибору, заполненную хлоркальциевую трубку необходимо проверить на проницаемость продуванием через нее воздуха на пламя или на воду. Хлоркальциевую трубку следует присоединять к прибору под углом, используя для этого изогнутую стеклянную трубку.

Капельные воронки (8). Для постепенного прибавления жидкости в процессе реакции служат капельные воронки небольшого размера, снабженные краном и длинной трубкой. Для работы в инертной атмосфере их снабжают трубкой для выравнивания давления.

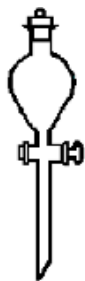


Рис. 8

Делительные воронки служат для разделения несмешивающихся жидкостей и для экстракции. По своему устройству они похожи на капельные, но большего размера и сделаны из толстого стекла.

В случае работ под вакуумом или в приборе, где требуется особо большая герметичность прибора, применяют резиновые пробки или приборы на шлифах. Однако резиновые пробки можно применять далеко не всегда. С резиновыми пробками нельзя работать в тех случаях, когда они соприкасаются с парами кипящих органических растворителей (особенно эфира, бензола, бензина, петролейного эфира и др.), при этом происходит набухание пробки и извлечение из нее растворимых веществ, которые, попадая в реакционную массу, загрязняют ее. Нельзя закрывать резиновыми пробками сосуды, в которых хранятся органические растворители, а также растворы в них.

В лабораторной практике следует подставить под кольцо, на котором укреплена баня, большую асбестовую сетку и, поддерживая снизу рукой, очень осторожно опустить баню. В случае попадания горячего масла на руки, обожженное место немедленно подставить под струю холодной воды и так держать не менее 10 минут. Окончив нагревание, баню опускают, счищают с колбы горячее масло стеклянной палочкой, а затем быстро вытирают колбу бумагой, пока масло еще не застыло.

Для нагревания в интервале температур от 80 и выше 200° применяют песчаные бани. Не следует помещать реакционную колбу в уже наполненную песком баню. Сначала надо укрепить колбу в пустой бане на расстоянии 2-3 см от дна, а затем засыпать песком, чтобы уровень песка был выше уровня жидкости в колбе.

Для перегонки высококипящих жидкостей применяют нагревание колб на асбестовой сетке или коптящим пламенем горелки. При перегонке на коптящем пламени горелки необходимо следить, чтобы пламя было низким и не касалось верхней части колбы, где укреплен термометр. Во избежание местных перегревов необходимо непрерывно водить пламенем вокруг нижней части колбы.

ОХЛАЖДЕНИЕ

Многие органические реакции протекают с выделением большого количества тепла. Во избежание перегрева, разложения и потерь продуктов реакции (а в отдельных случаях и взрывов) применяют охлаждение. При охлаждении проводят реакции, в которых участвуют или получаются вещества, существующие только при низких температурах.

Лабораторные работы

Предельные углеводороды (алканы)

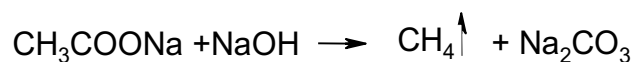
Лабораторная работа №1

Получение метана и его химические свойства

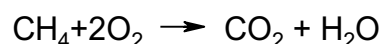
Реактивы и оборудование: смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная натронная известь (1:2), разбавленный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенная), изогнутые газоотводные трубки, стеклянный цилиндр или химический стакан на 200 мл.

Получение и горение метана.

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (на 1/3 объема пробирки), размещая ее таким образом, чтобы метан мог свободно выходить из пробирки. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробирки. Перед получением метана в штатив ставят две пробирки: в первую наливают разбавленный раствор перманганата калия и 5%-ный раствор карбоната натрия в соотношении 3:1, во вторую – 3-4 мл насыщенной бромной воды. Равномерно нагревают всю пробирку, а затем сильно нагревают ту ее часть, где находится основная часть смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, потом начинает выделяться метан:



Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит несветящимся голубоватым пламенем:



Отношение метана к водному раствору перманганата калия и бромной воде.

Газоотводную трубку вводят в пробирку с водным раствором перманганата калия и пропускают метан в течение 1 мин. Затем ту же процедуру повторяют с бромной водой.

Этиленовые углеводороды (алкены)

Лабораторная работа №2

Реактивы: непредельные жидкие углеводороды, 3-процентный раствор брома в четыреххлористом углероде, 2%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, серная кислота.

Бромирование непредельных углеводородов (тяга!)

В сухую пробирку наливают 1 мл непредельных углеводородов и добавляют по каплям при встряхивании 3%-ный раствор брома в CCl_4 . Если желтая окраска исчезает медленно, смесь осторожно подогревают. К отверстию пробирки подносят влажную синюю лакмусовую бумагу, убеждаются, что цвет ее не меняется.

Окисление алкенов водным раствором перманганата калия

В пробирку вливают 1 мл ненасыщенных углеводородов, добавляют 1 мл 10%-ного раствора соды, затем по каплям при встряхивании – 2%-ный раствор перманганата калия. Фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Лабораторная работа №3

Реактивы и оборудование: карбид кальция (кусочки), насыщенная бромная вода, 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди (I), газоотводные трубки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, фильтровальная бумага пробирки.

Получение ацетилена и его горение (тяга!)

В пробирку помещают небольшие кусочки карбида кальция и приливают 1 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. выделяющийся ацетилен поджигают. Он горит коптящим пламенем (на поднесенной к пламени крышке тигля образуется пятно сажи).

Взаимодействие ацетилена с бромной водой.

Пробирку с карбидом кальция и водой закрывают пробкой с изогнутой трубкой и пропускают ацетилен через насыщенную бромную воду. наблюдают постепенное обесцвечивание бромной воды.

Окисление ацетилена перманганатом калия.

В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия, а затем через полученный раствор пропускают ацетилен. Фиолетовая окраска исчезает, и появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Получение ацетиленидов серебра и меди.

Для получения ацетиленида серебра в пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра (I). Через полученный раствор пропускают ацетилен и наблюдают выпадение желтовато-серого осадка ацетиленида серебра. Образовавшийся осадок отфильтровывают и просушивают. Разрушают ацетиленид серебра в разбавленной соляной кислоте.

Для получения ацетиленида меди (I) в пробирку наливают 2-3 мл аммиачного раствора хлорида меди (I) и пропускают через него ацетилен. Бесцветный раствор сначала окрашивается в красный цвет, а затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди (I). Эту реакцию можно провести другим

способом. Для этого смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором хлорида меди (I) и подносят ее к отверстию пробирки, из которой выделяется ацетилен. Наблюдают появление красно-бурого окрашивания. Эту очень чувствительную реакцию применяют для обнаружения следов ацетилена, в том числе при санитарной экспертизе воздуха на предприятиях.

Галогенопроизводные алифатических углеводов

Лабораторная работа №4

Щелочной гидролиз алкилгалогенидов

Реактивы и оборудование: этилбромид, этилиодид, трет-бутилбромид, трет-бутилиодид (или другие алкилгалогениды), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ная азотная кислота, пипетки, обратные холодильники, пробирки.

Используют несколько алкилгалогенидов с различной подвижностью галогена. В несколько пробирок наливают по 0,5 мл исследуемых алкилгалогенидов и каждый из них 2-3 раза промывают водой. Для этого в каждую пробирку добавляют по 3 мл воды, смесь интенсивно встряхивают и после расслоения большую часть воды сливают. После промывания к алкилгалогенидам добавляют по 2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, содержимое пробирок интенсивно встряхивают. Смесь очень осторожно нагревают, не доводя до кипения. После охлаждения по 1 мл щелочного раствора переливают в другие пробирки, подкисляют 20%-ным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра.

Лабораторная работа №5

Свойства хлороформа.

Реактивы и оборудовани: хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор иода в иодиде калия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 10%-ный раствор аммиака, 20%-ный раствор азотной кислоты, обратные холодильники, пробирки, стаканы по 100 мл, лед.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 1 мл воды. Закрывают пробирку пробкой и интенсивно встряхивают. Через некоторое время образуются 2 слоя, так как хлороформ практически нерастворим в воде.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и добавляют несколько капель раствора иода в иодиде калия. Смесь интенсивно встряхивают. Через некоторое время нижний слой приобретает розовую окраску, так как хлороформ хорошо растворяет иод, который при встряхивании переходит из водного слоя в хлороформ.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником. Смесь очень осторожно нагревают на газовой горелке до кипения, а затем охлаждают в ледяной бане. В этих условиях происходит гидролиз хлороформа с образованием хлорида натрия и натриевой соли муравьиной кислоты. Для обнаружения хлорид-ионов часть гидролизата отливают в другую пробирку и после подкисления 20%-ной азотной кислотой добавляют несколько капель нитрата серебра. Наблюдают выпадение белого творожистого осадка хлорида серебра.

Спирты, сложные эфиры минеральных кислот, простые эфиры

Лабораторная работа №6

Растворимость спиртов в воде, их отношение к индикаторам и горение

Реактивы и оборудование: спирты (этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый), 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага, фарфоровые чашки, лучинки, пробирки, пипетки, мерные цилиндры

В четыре пробирки наливают по 2 мл воды и в каждую добавляют по 0,5 мл этилового, пропилового, бутилового, амилового или изоамилового спирта соответственно. Пробирки хорошо встряхивают. Наблюдают растворимость спиртов в воде.

На синюю и красную лакмусовые бумажки наносят по 1 капле каждого из полученных спиртовых растворов. В каждую из четырех пробирок со спиртовыми растворами вносят по 1 капле 1%-ного раствора фенолфталеина, наблюдая изменяется ли окраска растворов.

В три фарфоровые чашки наливают по 1 мл этилового, бутилового и амилового спиртов. Спирты поджигают и наблюдают характер горения.

Лабораторная работа №7

Абсолютирование этилового спирта

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, сульфат меди (II) кристаллический, фарфоровые чашки или тигли.

В маленькую фарфоровую чашку или фарфоровый тигель помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта и вносят в него полученный безводный сульфат меди (белого цвета). Слегка нагревают пробирку и размешивают ее содержимое. Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку.

Лабораторная работа №8

Высаливание этилового спирта из его водного раствора

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, карбонат калия (или тиосульфат натрия кристаллический), фарфоровые чашки, пипетки, пробирки.

В пробирку наливают 2,5 мл этилового спирта и при встряхивании добавляют 2,5 мл воды. 1-1,5 мл полученного раствора отливают в фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку. Загорается ли разбавленный спирт?

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного карбоната калия или тиосульфата натрия, энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. После расслоения верхний слой (этиловый спирт пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. Воспламенится ли спирт?

Лабораторная работа №9

Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Реактивы и оборудование: реактив Лукаса (раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте), пропиловый спирт, изопропиловый спирт, третбутиловый спирт, пробирки, пипетки.

В 3 сухие пробирки приливают по 0,5 мл спиртов, затем в каждую добавляют по 1,5 мл реактива Лукаса, перемешивают и оставляют стоять 1-3 мин.

Лабораторная работа №10

Сложные эфиры минеральных кислот

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, концентрированная серная кислота, 10%-ный раствор серной кислоты, раствор соляной кислоты (1:1), борная кислота, нитрит натрия, карбонат бария, 5%-ный раствор гидроксида натрия, химические стаканы (50-100 мл),

прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, водяные бани, лакмусовая бумага, лед, фарфоровые чашки, пипетки, лучинки, химические воронки, фильтры, кипятильники, воронка Шота.

Получение и свойства этилсерной кислоты. В пробирку к 1 мл этилового спирта осторожно, по каплям при встряхивании добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь нагревают 2-3 мин в водяной бане, затем охлаждают. Полученный раствор выливают в небольшой стакан с 25 мл воды и нейтрализуют сухим BaCO_3 , который добавляют небольшими порциями при энергичном перемешивании смеси стеклянной палочкой (реакционная смесь вспенивается – выделяется CO_2). Когда выделение CO_2 прекратится, реакция должна быть нейтральной.

Отфильтровывают часть жидкости через плотный фильтр или воронку Шота в 2 пробирки. В одну из них добавляют немного 10%-ного раствора серной кислоты, выпадает осадок. К другой части фильтрата добавляют 1 мл раствора соляной кислоты и нагревают прозрачный кислый раствор в кипящей водяной бане. Через несколько минут выделяется осадок сульфата бария.

Получение изоамилсульфата. В сухую пробирку наливают 2 мл концентрированной серной кислоты и осторожно при встряхивании и охлаждении ледяной водой добавляют 1 мл изоамилового спирта. Через 3-4 мин несколько капель полученной однородной, почти не имеющей запаха жидкости осторожно при встряхивании вливают в пробирку с 4 мл холодной воды. Образуется прозрачный, без запаха раствор изоамилсерной кислоты. Если при смешивании спирта с кислотой смесь разогреется, то водный раствор получается мутным и имеющим запах, так образуется примесь диизоамилового эфира.

Получение и свойства этилнитрита. Растворяют в пробирке 2 г нитрита натрия в 4 мл воды и добавляют 3 мл этилового спирта. Смесь охлаждают в стакане с ледяной водой. В другой пробирке охлаждают до 0°C 5 мл раствора

соляной кислоты (1:1). При непрерывном перемешивании по каплям вливают охлажденный раствор HCl в пробирку с водно-спиртовым раствором нитрита натрия. Образуется этилнитрит, имеющий приятный фруктовый запах (**Осторожно!** Вдыхание паров этилнитрита вызывает сердцебиение и прилив крови к голове.). Этилнитрит всплывает в виде желтоватого слоя. Немного этилнитрита переносят пипеткой в фарфоровую чашку и поджигают. Эфир горит желто-зеленым пламенем.

1 мл этилнитрита помещают в пробирку и добавляют 2,5 мл 5%-ного раствора гидроксида натрия; образуются 2 слоя. Затем реакционную смесь энергично встряхивают, жидкость становится однородной, запах этилнитрита исчезает.

Лабораторная работа №11

Свойства глицерина и этиленгликоля

Реактивы и оборудование: глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор серной кислоты (1:1), гидросульфат калия, пробирки, пипетки.

В пробирку наливают 3-4 капли 2%-ного раствора CuSO_4 и 2-3 мл 10%-ного раствора NaOH . К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется васильковое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения – глицерата меди. Опыт повторяют, используя вместо глицерина этиленгликоль.

В сухую пробирку насыпают слоем в 1 см KHSO_4 и смачивают его двумя каплями глицерина. Смесь сильно нагревают – до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом. Гидросульфат калия при сильном нагревании превращается в пиросульфат калия $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$, который отнимает воду.

Альдегиды и кетоны

Лабораторная работа №12

Цветные реакции на карбонильные соединения

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор формальдегида, уксусный альдегид, 10%-ный уксусный альдегид, ацетон, фуксинсернистая кислота, серная кислота, 0,5%-ный водный раствор резорцина (свежеприготовленный), 0,5%-ный раствор нитропруссид натрия, 1М раствор гидроксида натрия, пипетки, пробирки.

Реакции альдегидов с фуксинсерной кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл прозрачного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты. В первую пробирку добавляют несколько капель 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – такой же объем 10%-ного раствора уксусного альдегида. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом – фиолетово-розовая.

Качественная реакция на формальдегид с резорцином. В пробирку наливают 2-3 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. На полученную смесь осторожно по стенке пробирки наслаивают пипеткой 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдают появление малинового кольца на границе двух жидкостей.

Реакция альдегидов и кетонов с нитропруссидом натрия. В две пробирки наливают по 1 мл дистиллированной воды, затем в одну из них добавляют 2-3 капли уксусного альдегида, а во вторую – такой же объем ацетона. К полученным смесям приливают по несколько капель 1М раствора гидроксида натрия. Наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания, которое при стоянии переходит в желтое.

Лабораторная работа №13

Получение альдегидов

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, фуксинсернистая кислота, дихромат калия, серная кислота, спирали из медной проволоки, изогнутые газоотводные трубки, стаканы на 100 мл, лед, пробирки, глицерин

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди. Несколькими каплями этилового спирта смачивают стенки сухой пробирки. В пламени газовой горелки нагревают спираль из медной проволоки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в пробирку со спиртом. Операцию повторяют несколько раз. Образовавшийся уксусный альдегид обнаруживают по запаху (в низких концентрациях пахнет зелеными яблоками) и цветной реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта дихроматом калия. В сухую пробирку насыпают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты и постепенно при встряхивании добавляют 2 мл этилового спирта. Смесь разогревается, происходит изменение ее цвета от оранжево-красного до зеленовато-бурого. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник с водой. Приемник предварительно помещают в стакан со льдом. пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают на пламени горелки и отгоняют летучие продукты в течение 3-4 мин. Наличие уксусного альдегида в пробирке приемнике определяют по запаху и реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение глицеринового альдегида окислением глицерина дихроматом калия. В пробирку наливают 1мл 10%-ного раствора дихромата калия, 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 1 мл глицерина. Смесь встряхивают, пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и осторожно

нагревают. Пары образующегося глицеринового альдегида пропускают в 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, налитой в пробирку-приемник, появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Лабораторная работа №14

Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе

Реактивы и оборудование: насыщенный раствор гидросульфита натрия, ацетон, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия, лед, пробирки, стаканы на 50-100 мл.

В пробирку наливают 3 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия и добавляют при энергичном встряхивании 2 мл ацетона. Разогревшуюся реакционную смесь охлаждают в стакане со льдом. Через некоторое время в пробирке выпадает кристаллический осадок гидросульфитного производного ацетона. Кристаллы отфильтровывают и переносят в 2 пробирки для проведения гидролиза гидросульфитного производного ацетона. В одну пробирку приливают 1 мл 10%-ной соляной кислоты, во вторую – 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия. Пробирки слегка нагревают.

Лабораторная работа №15

Реакции замещения карбонильного кислорода

Реактивы и оборудование: уксусный альдегид, ацетон, солянокислый фенилгидразин (насыщенный раствор), ацетат натрия, семикарбазид солянокислый, ацетат калия, гидроксиламин солянокислый, карбонат натрия (безводный порошок), пробирки, фарфоровые чашки, асбестовые сетки, водяные бани, химические воронки, фильтровальная бумага, лед, стаканы химические.

Получение фенилгидразона уксусного альдегида. В пробирку помещают 0,5 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют

немного кристаллического ацетата натрия и при встряхивании приливают 0,5 мл уксусного альдегида. Выпадают кристаллы фенилгидразона уксусного альдегида.

Получение семикарбазона ацетона. растворяют 0,5 г солянокислого семикарбазида в 2 мл воды, затем добавляют 0,5 мл ацетона и 0,4 г ацетата калия. Пробирку закрывают пробкой и смесь энергично встряхивают. Через 2 мин пробирку охлаждают холодной водой. Выпадает осадок семикарбазона ацетона.

Получение оксима ацетона. В пробирке растворяют 1 г солянокислого гидроксиламина в 3 мл воды. Кислый раствор нейтрализуют примерно 0,7 г безводного карбоната натрия, добавляя его небольшими порциями, при встряхивании выделяется CO_2 . Пробирку с полученным раствором охлаждают в стакане с ледяной водой. Затем добавляют к раствору гидроксиламина около 0,7 мл ацетона. Смесь разогревается, снова выделяется CO_2 , появляются бесцветные кристаллы оксима ацетона. Пробирку охлаждают.

Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Лабораторная работа №16

Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях, сравнение силы кислот

Реактивы и оборудование: карбоновые кислоты (муравьиная, уксусная, масляная, стеариновая), 0,1М растворы муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой и соляной кислот, этиловый спирт, диэтиловый эфир, пробирки, универсальная индикаторная бумага.

В четыре пробирки вносят по 0,5 мл муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой кислот и добавляют по 2-3 мл воды. Содержимое пробирок тщательно перемешивают, если кислота не растворяется, пробирку

нагревают. Отмечают зависимость растворимости карбоновых кислот в воде от молекулярной массы вещества. Опыт повторяют, используя в качестве растворителей спирт и диэтиловый эфир.

Для сравнения силы кислот на полоску индикаторной бумаги наносят по капле растворов органических и соляной кислот и по шкале определяют pH этих растворов.

Лабораторная работа №17

Получение и свойства уксусной кислоты

Реактивы и оборудование: ледяная уксусная кислота, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия, 20%-ный раствор ацетата натрия, металлический магний, оксид меди (II), 3%-ный раствор хлорида железа (III), газоотводные трубки с оттянутым концом, пробирки.

Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия. К 1-2 мл 10%-ного карбоната натрия приливают 1 мл ледяной уксусной кислоты. Наблюдают выделение углекислого газа.

Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди(II). В пробирку наливают 2 мл уксусной кислоты и добавляют 0,1-0,2 г металлического магния. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся газ через некоторое время поджигают.

В пробирку вносят 0,1-0,2 г оксида меди (II) и 2 мл уксусной кислоты, затем осторожно нагревают ее на пламени горелки. Наблюдают изменение цвета раствора.

Образование и гидролиз ацетата железа (III). В пробирку приливают 3-4 капли 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же 3%-ного раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление желтовато-красного окрашивания. При кипячении раствора происходит гидролиз полученного

ацетата железа с образованием основной соли, которая выпадает в виде красно-бурого хлопьевидного осадка.

Лабораторная работа №18

Получение высших жирных кислот и их свойства

Реактивы и оборудование: мыло (стружки), 1%-ный водный раствор мыла, спиртовой раствор мыла, 10%-ный раствор серной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 5%-ный раствор ацетата свинца, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 5%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ная соляная кислота, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, диэтиловый эфир, бензол, стаканы на 50 мл, пробирки.

Выделение жирных кислот из мыла. В стакане готовят 10-20 мл водного раствора мыла (1г мыльной стружки на 8-10 мл воды). Большую его часть оставляют для проведения следующих опытов.

В пробирку наливают 2-3 мл полученного водного раствора мыла и добавляют 2-3 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Раствор мутнеет вследствие выпадения нерастворимых в воде высших жирных кислот. Пробирку со смесью нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, который затвердевает при охлаждении.

Гидролиз мыла. В сухую пробирку наливают 1-2 мл спиртового раствора мыла и добавляют 1-2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое этой пробирки осторожно по стенке переливают в пробирку с водой. На границе раздела слоев воды и спиртового раствора мыла появляется кольцо малинового-розового цвета.

Образование нерастворимых солей высших жирных кислот. В 3 пробирки наливают по 1 мл водного раствора мыла, затем в первую пробирку вносят 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция, во вторую – 1 мл 5%-ного раствора ацетата свинца, в третью – 1 мл 5%-ного раствора сульфата меди (II). В

первой и второй пробирках выпадает белый осадок, который растворяется при добавлении 1 мл 10%-ного раствора соляной кислоты. Образующиеся при этом жирные кислоты постепенно всплывают над жидкой фазой.

В третьей пробирке выпадает голубовато-зеленый осадок. Содержимое этой пробирки делят на две части. Одну из них нагревают до кипения, осадок плавится и образуется изумрудно-зеленое кольцо. Во вторую пробирку добавляют несколько капель бензола и полученную смесь энергично встряхивают. Над поверхностью водного слоя образуется изумрудно-зеленое кольцо раствора медного мыла.

Сложные эфиры предельных одноосновных кислот

Лабораторная работа №19

Получение сложных эфиров предельных кислот

(реакция этерификации)

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, серная кислота, насыщенный раствор хлорида натрия, водяные бани, термометры, обратные холодильники, лед, колбы, пробирки.

Получение этилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане 5-10 мин при температуре около 70°C. Раствор охлаждают. Для выделения этилацетата к содержимому пробирки приливают 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Этилацетат в процессе высаливания всплывает, образуя слой бесцветной жидкости с приятным запахом.

Получение изоамилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл ледяной уксусной кислоты, 2 мл изоамилового спирта и 1 каплю концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешивают. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей

водяной бане 7-10 мин. Затем ее охлаждают, снимают обратный холодильник и переливают содержимое в другую пробирку с 2-3 мл ледяной воды. Изоамилацетат всплывает на поверхности воды.

Лабораторная работа №20

Гидролиз этилацетата

Реактивы и оборудование: этилацетат, 20%-ный раствор серной кислоты, 30%-ный раствор гидроксида натрия, водяные бани, обратные холодильники, пробирки, колбы.

В две пробирки наливают по 2-3 мл этилацетата. В первую добавляют 1 мл 20%-ного раствора серной кислоты, во вторую – 1 мл 30%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, их содержимое энергично перемешивают и нагревают на водяной бане при 70-75⁰С в течение 10 мин.

Жиры и масла

Лабораторная работа № 21

Растворимость жиров и масел в органических растворителях

Реактивы и оборудование: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, этиловый спирт, ацетон, диэтиловый эфир, хлороформ, бензол, петролейный эфир, обратные холодильники, водяные бани, пробирки.

В семь пробирок вносят по 2-3 капли подсолнечного масла, а затем добавляют по 2 мл следующих растворителей: в первую – ацетон, во вторую – диэтиловый эфир, в третью – хлороформ, в четвертую – петролейный эфир, в пятую – бензол, в шестую – этиловый спирт, в седьмую – воду. Содержимое пробирок энергично встряхивают. Наблюдают за растворимостью растительного масла в различных растворителях. Седьмую пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником, нагревают на

водяной бане до кипения и встряхивают. Увеличивается ли растворимость растительного масла при нагревании?

Опыт повторяют, но вместо растительного масла в пробирки вносят небольшое количество свиного жира.

Лабораторная работа №22

Определение степени непереносимости жира

Реактивы и оборудование: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, бромная вода, четыреххлористый углерод, 3%-ный раствор брома в CCl_4 , 2%-ный раствор крахмала, 0,05%-ный спиртовой раствор иода, этиловый спирт, бензол, спиртовой раствор фенофталеина, 0,1н раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор перманганата калия, бюретки, пробирки, конические колбы на 50-100 мл, химические стаканы.

Определение степени непереносимости жира реакцией с бромной водой. В пробирку наливают 0,5 мл подсолнечного масла и 3 мл бромной воды. Содержимое пробирки энергично взбалтывают. Что происходит с бромной водой?

Для сравнения степени непереносимости растительного масла и животного жира в одну из пробирок наливают 2 капли подсолнечного масла, в другую - 2 капли растопленного животного жира. Растворяют масло и жир, добавляя в пробирки по 1 мл CCl_4 . Затем приливают из бюретки 3%-ный раствор брома в CCl_4 до тех пор, пока не появится устойчивая желтая окраска брома. Сравнивают, какое количество брома израсходовано на бромирование подсолнечного масла и животного жира, делают вывод о степени ненасыщенности исследуемых жиров.

Определение степени непереносимости жира иодным числом. Иодное число – это количество граммов иода, присоединяющегося к 100 г жира. Чем больше

величина иодного числа, тем больше двойных связей находится в остатках жирных кислот, входящих в состав триглицеридов (жира или масла).

В коническую колбу емкостью 50-100 мл наливают 10 мл 10%-ного раствора растительного масла в хлороформе, добавляют 2 капли 2%-ного раствора крахмала и по каплям при энергичном встряхивании приливают из бюретки 0,05%-ный спиртовой раствор до появления синего окрашивания. Рассчитать иодное число масла.

Определение кислотного числа масла. В конической колбе емкостью 50 мл растворяют 2 г растительного масла в смеси спирта с бензолом (1:1) и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. К раствору масла по каплям при встряхивании добавляют из бюретки 0,1н раствор гидроксида калия до появления устойчивой бледно-розовой окраски. Определить, сколько мл 0,1н раствора гидроксида калия израсходовано на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 2 г масла. Рассчитайте кислотное число исследуемого жира.

Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия. В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 1 мл 2%-ного раствора перманганата калия. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Наблюдают изменение окраски реакционной смеси.

Двухосновные карбоновые кислоты

Лабораторная работа №23

Получение щавелевой кислоты и ее свойства

Реактивы и оборудование: формиат натрия, щавелевая кислота, насыщенный раствор щавелевой кислоты, 1М раствор щавелевой кислоты, 2М раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ная соляная кислота, 10%-ная серная кислота, 5%-

ный раствор перманганата калия, известковая вода, изогнутые газоотводные трубки, химические воронки, фильтры, пипетки, пробирки.

Получение оксалата натрия из формиата натрия. В сухую пробирку вносят 1-2 г формиата натрия и нагревают в пламени горелки. Соль плавится, испаряется кристаллизационная вода, а затем формиат натрия затвердевает и начинается его разложение с выделением водорода. В этот момент пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся водород поджигают у конца газоотводной трубки. Нагревание продолжают до полного прекращения выделения водорода. После охлаждения в пробирку добавляют 2-3 мл дистиллированной воды. Остатки плава тщательно перемешивают до их полного растворения. Полученный раствор фильтруют и к фильтрату по каплям добавляют 10%-ный раствор хлорида кальция. Выпавший осадок оксалата кальция делят на две части. К одной приливают 10%-ную соляную кислоту, к другой – уксусную.

Получение калиевых солей щавелевой кислоты. В пробирку наливают 2 мл 1М раствора щавелевой кислоты и добавляют 1 мл 2М раствора гидроксида калия. Выпадает осадок кислой калиевой соли щавелевой кислоты. К осадку добавляют избыток гидроксида калия и наблюдают его растворение.

Декарбоксилирование щавелевой кислоты при нагревании. В сухую пробирку вносят 1 г щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой, и нагревают. При нагревании щавелевая кислота декарбоксилируется. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды.

Окисление щавелевой кислоты перманганатом калия. В пробирку наливают 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты, добавляют 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора, 1-2 мл 10%-ного раствора серной кислоты 1 мл насыщенного водного раствора щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой. Реакционную смесь осторожно нагревают.

Оксикислоты

Лабораторная работа №24 **Свойства молочной кислоты**

Реактивы и оборудование: молочная кислота, серная кислота, фуксинсернистая кислота, 1%-ный раствор хлорида железа (III), 1%-ный раствор фенола, уксусная кислота, 5%-ный раствор перманганата калия, молочная сыворотка, изогнутые газоотводные трубки, стаканы химические 50-100 мл, пробирки, пипетки.

Реакции молочной кислоты с хлоридом железа. К 3-4 мл 1%-ного раствора фенола добавляют несколько капель 1%-ного раствора FeCl_3 . Раствор становится фиолетовым. Его делят на 3 части. К одной части добавляют 0,5 мл молочной кислоты, к другой – 0,5 мл уксусной кислоты, к третьей – 0,5 мл молочной сыворотки. В пробирках с молочной кислотой и молочной сывороткой появляется характерное для α -оксикислот зеленовато-желтое окрашивание.

Разложение молочной (α -оксипропионовой кислоты) при нагревании с разбавленной серной кислотой (1:2). В пробирку помещают кипятыльники, наливают 1 мл молочной кислоты, 1 мл разбавленной серной кислоты и закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку с 2 мл фуксинсернистой кислоты, погруженную в стакан с холодной водой. Реакционную смесь разогревают до кипения. Через 2-3 мин раствор становится фиолетово-красным.

Окисление молочной кислоты перманганатом калия в кислой среде. В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, 0,5 мл разбавленной серной кислоты (1:2) и 1 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Смесь осторожно нагревают.

Лабораторная работа № 25

Свойства лимонной кислоты

Реактивы и оборудование: 5%-ный раствор лимонной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор аммиака, лакмусовая бумага, пробирки.

В пробирку вносят 1 мл раствора лимонной кислоты, который затем нейтрализуют 10%-ным раствором аммиака, приливая его по каплям при перемешивании до нейтральной реакции среды. К полученному раствору цитрата аммония добавляют 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция. Раствор осторожно нагревают до кипения. Выпадает осадок цитрата кальция. при охлаждении раствора осадок растворяется.

Кетокислоты. Ацетоуксусный эфир

Лабораторная работа № 26

Получение пировиноградной кислоты окислением молочной кислоты

Реактивы и оборудование: 5%-ный раствор молочной кислоты, 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор нитропрусида натрия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, универсальная индикаторная бумага, фильтровальная бумага, химические воронки, пробирки.

В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, которую нейтрализуют, прибавляя по каплям 10%-ный раствор карбоната натрия. Затем добавляют 2-3 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Содержимое пробирки

тщательно перемешивают и доводят до кипения на газовой горелке. Фиолетово-розовая окраска перманганата исчезает и выпадает бурый осадок оксида марганца (IV). Полученный раствор фильтруют. Для обнаружения пировиноградной кислоты проводят качественную реакцию на кетогруппу. Для этого к фильтрату приливают 1 мл 2%-ного раствора нитропруссид натрия и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор окрашивается в оранжево-красный цвет. При добавлении нескольких капель концентрированной уксусной кислоты раствор становится вишнево-красным.

Лабораторная работа № 27

Свойства ацетоуксусного эфира

Реактивы и оборудование: ацетоуксусный эфир, бромная вода (насыщенная), 2%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор серной кислоты, известковая вода, 2%-ный раствор хлорида железа (III), лед, фильтровальная бумага, скальпели, пинцеты, химические стаканы на 100 мл, пробирки.

Реакция ацетоуксусного эфира с раствором гидроксида натрия. в пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и по каплям при встряхивании добавляют 2%-ный раствор гидроксида натрия до полного растворения ацетоуксусного эфира. к полученному прозрачному раствору приливают 10%-ный раствор соляной кислоты до кислой реакции. Ацетоуксусный эфир выделяется в виде маслянистого слоя.

Реакция ацетоуксусного эфира с хлоридом железа (III) и бромом. Растворяют 1-2 капли ацетоуксусного эфира в 2 мл воды и прибавляют 1 каплю 2%-ного раствора хлорида железа(III). Постепенно появляется фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексной железной соли енольной формы ацетоуксусного эфира. При добавлении нескольких капель бромной воды окраска исчезает, но через несколько

секунд вновь появляется. При повторном добавлении бромной воды окраска снова исчезает.

Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускается в другую пробирку, содержащую 3 мл известковой воды. Реакционную смесь перемешивают встряхиванием и осторожно нагревают до кипения. Происходит гидролиз ацетоуксусного эфира и декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды. Затем отгоняют несколько капель жидкости в пустую пробирку, охлаждаемую ледяной водой. В пробирку-приемник добавляют около 1 мл воды и в полученном растворе определяют ацетон реакцией с нитропруссидом натрия.

Амины алифатического ряда

Лабораторная работа № 28

Свойства аминов

Реактивы и оборудование: 0,2М растворы аммиака, первичного, вторичного и третичного аминов, универсальная индикаторная бумага, хлорид метиламмония, натронная известь, концентрированная соляная кислота, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 3%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных аминов и аммиака. На полоски универсальной бумаги наносят по капле растворов первичного, вторичного, третичного аминов и аммиака. Сравнивают окраску пятен на индикаторных бумажках со шкалой pH и определяют значение pH исследуемых аминов и аммиака.

Образование солей аминов. В сухую пробирку помещают 0,5 -1 г хлорида метиламмония и 1-2 г натронной извести. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Реакционную смесь разогревают. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Палочка окутывается туманом. Метиламин взаимодействует с соляной кислотой с образованием твердой соли – хлорида метиламмония.

В две пробирки наливают по 2 мл 3%-ного раствора хлорида железа (III) и 3%-ного раствора сульфата меди (II). Через оба раствора пропускают газообразный метиламин. В пробирке с FeCl_3 выпадает бурый осадок, в пробирке с CuSO_4 – осадок голубого цвета, который растворяется в избытке метиламина с образованием комплексной соли ярко-синего цвета.

Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой. Эту реакцию используют как качественную реакцию на первичные амины алифатического ряда. В пробирку с 0,2 г хлорида метиламмония приливают 1 мл воды, а затем, после растворения соли, вносят 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия. Смесь тщательно перемешивают. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

Аминокислоты

Лабораторная работа № 29

Свойства аминокислот

Реактивы и оборудование: 2%-ный раствор аминоксусной кислоты, 10%-ный раствор аминоксусной кислоты, 1%-ный раствор аминоксусной кислоты, растворы индикаторов (метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус), карбонат меди (II), , 10%-ный раствор гидроксида натрия, ,

10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, химические стаканы на 100 мл, лед, водяные бани, пробирки.

Отношение аминокислот к индикаторам. В три пробирки наливают по 1 мл 2%-ного раствора глицина и добавляют по 2 капли растворов индикаторов, наблюдая изменяется ли их окраска.

Образование медной соли аминокислоты. В сухую пробирку вносят 0,5 г карбоната меди (II) и 1,5-2 мл 2%-ного раствора аминокислоты. Реакционную смесь нагревают. После нагревания хорошо видна синяя окраска раствора. Часть раствора переливают в другую пробирку и добавляют к нему 2 капли 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Оставшуюся часть жидкости охлаждают в стакане с ледяной водой. Постепенно выпадают кристаллы труднорастворимой медной соли аминокислоты.

Взаимодействие аминокислот с азотистой кислотой. Аминокислоты, как и первичные амины, взаимодействуют с азотистой кислотой с выделением азота. Эту реакцию используют для количественного определения аминокислот.

К 1 мл 10%-ного раствора глицина приливают 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия и 1-2 капли ледяной уксусной кислоты. При встряхивании пробирки наблюдается выделение азота в виде мелких пузырьков.

Мочевина

Лабораторная работа № 30

Свойства мочевины

Реактивы и оборудование: мочевины кристаллическая, 20%-ный раствор мочевины, азотная кислота, ледяная уксусная кислота, концентрированный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор щавелевой кислоты, насыщенный раствор гидроксида бария, 20%-ный раствор нитрита натрия,

10%-ный раствор сульфата меди, бром, лакмусовая бумага (синяя и красная), лед, пипетки, изогнутые газоотводные трубки, химические стаканы на 100 мл, пробирки.

Растворимость мочевины в воде и образование ее солей. В пробирку вносят 0,2-0,5 г мочевины и добавляют несколько капель воды до полного ее растворения. По капле раствора наносят на синюю и красную лакмусовую бумагу. Раствор мочевины нейтрален на лакмус. Тем не менее основные свойства мочевины можно обнаружить при взаимодействии ее с кислотами. Полученный концентрированный раствор мочевины делят на две части. К первой добавляют 2-3 капли азотной кислоты, ко второй – 2-3 капли насыщенного раствора щавелевой кислоты. Через несколько секунд наблюдают выпадение кристаллов солей мочевины.

Гидролиз мочевины. В пробирку вносят 0,1-0,2 г мочевины и добавляют 1-2 мл насыщенного раствора гидроксида бария. Раствор кипятят до выпадения в осадок карбоната бария. Влажная красная лакмусовая бумажка, поднесенная к отверстию пробирки во время кипячения раствора, синее в связи с выделением аммиака.

Реакция мочевины с азотистой кислотой. В пробирку наливают 1 мл 20%-ного раствора мочевины, 1,5 мл 20%-ного раствора нитрита натрия и 2-3 капли ледяной уксусной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с насыщенным раствором гидроксида бария. Пробирку с реакционной смесью встряхивают и наблюдают интенсивное выделение пузырьков газов – азота и CO_2 . Эта реакция подобна реакции с азотистой кислотой первичных аминов алифатического ряда и аминокислот. Ее также используют для количественного определения мочевины по методу Ван-Слайпа (масса мочевины рассчитывается по объему выделившегося азота).

Разложение мочевины гипобромитом натрия (тяга). Для приготовления раствора гипобромита натрия в пробирку наливают 1-2 мл концентрированного раствора гидроксида натрия и при охлаждении

добавляют 3-4 капли брома. Смесь встряхивают до растворения брома и исчезновения его окраски.

К 1 мл 20%-ного раствора мочевины добавляют по каплям раствор гипобромита натрия. В пробирке наблюдают бурное выделение азота и оксида углерода (IV).

Эта реакция лежит в основе количественного определения мочевины по методу Бородина (массу мочевины рассчитывают по объему выделившегося азота).

Образование биурета. В сухую пробирку насыпают 0,2 г мочевины и нагревают ее в пламени горелки. Мочевина сначала плавится, а при дальнейшем нагревании разлагается с выделением аммиака, который обнаруживают по посинению влажной красной лакмусовой бумажки. Через некоторое время плав в пробирке затвердевает, несмотря на продолжающееся нагревание. Пробирку охлаждают, добавляют в нее 2 мл воды и при слабом нагревании растворяют полученный биурет. Когда осадок отстоится, сливают с него раствор биурета и добавляют несколько капель 10%-ного раствора гидроксида натрия и 1-2 капли 1%-ного раствора сульфата меди. Раствор окрашивается в розово-фиолетовый цвет вследствие образования комплексной медной соли биурета.

Эта реакция называется биуретовой. Она также является цветной реакцией на пептиды и белки.

Терпены

Лабораторная работа № 31

Свойства α -пинена

Реактивы и оборудование: скипидар, бромная вода (насыщенная), 1%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ные растворы иодида калия и крахмала, пробирки.

Взаимодействие α -пинена с бромной водой. В пробирку вносят 5-6 капель скипидара и добавляют при встряхивании несколько капель бромной воды. Наблюдают обесцвечивание раствора.

Окисление α -пинена раствором перманганата калия. В пробирку наливают 0,5 мл 1%-ного раствора перманганата калия и 0,5 мл 5%-ного раствора карбоната натрия, затем при встряхивании добавляют несколько капель α -пинена (скипидара). Наблюдают обесцвечивание раствора.

Окисление α -пинена кислородом воздуха. В пробирку наливают 1,5 мл 1%-ного раствора иодида калия, несколько капель свежеприготовленного крахмального клейстера и 0,5 мл скипидара. Реакционную смесь встряхивают и ставят пробирку в штатив. Раствор постепенно окрашивается в синий цвет, что указывает на образование свободного иода.

Углеводы

Лабораторная работа № 32

Реакции моносахаридов по карбонильной группе

Реактивы и оборудование: 10%-ные растворы глюкозы и формальдегида, фуксинсернистая кислота, 1%-ный раствор глюкозы, 1%-ный раствор фруктозы, 5%-ный раствор сульфата меди, 10%-ный раствор гидроксида натрия, водяные бани, пипетки, пробирки.

Взаимодействие моносахаридов и формальдегида с фуксинсенистой кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты. В одну из них добавляют 1 мл 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – 1 мл 10%-ного раствора глюкозы. После перемешивания в пробирке с формальдегидом появляется розово-фиолетовое окрашивание, а в пробирке с глюкозой раствор остается бесцветным.

Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II). В пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора глюкозы и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Раствор перемешивают и по каплям добавляют 5%-ный раствор сульфата меди до появления не исчезающей при встряхивании мути. Верхнюю часть реакционной смеси нагревают до начинающегося кипения (нижнюю часть оставляют для контроля). В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), который вскоре переходит в красный осадок оксида меди (I).

Высшие полисахариды

Лабораторная работа № 33

Взаимодействие крахмала и гликогена с йодом

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор крахмала, 1%-ный раствор гликогена, сильно разбавленный раствор йода в иодиде калия, пробирки.

В две пробирки наливают по 1 мл 1%-ного раствора крахмала и 1%-ного раствора гликогена и добавляют в каждую по несколько капель сильно разбавленного раствора йода в иодиде калия. В пробирке с раствором крахмала развивается интенсивное синее окрашивание. При нагревании этого раствора до кипения синяя окраска исчезает, а при охлаждении появляется вновь. Гликоген с раствором йода дает красно-бурое окрашивание.

Реакция крахмала и гликогена с йодом представляет собой сложный процесс. Синюю окраску с йодом дает амилоза – одна из фракций крахмала. Амилоза – полисахарид линейного строения, состоящий из остатков α , D-глюкопиранозы. Ее молекулы имеют структуру спирали, внутри которой есть свободный канал диаметром около 5 мкм, в него внедряются молекулы йода, образуя окрашенные комплексы за счет взаимодействия с гидроксильными группами моносахаридных остатков. При нагревании молекулы амилозы теряют свою спиралевидную структуру, и окрашенные комплексы

разрушаются. При охлаждении спиралевидная структура амилозы и, следовательно, окрашенные комплексы восстанавливаются.

Для полисахаридов с разветвленными цепями наряду с процессами образования комплексов большое значение имеет процесс адсорбции йода на поверхности боковых цепей. Если боковые цепи в молекуле гликогена короткие, то развивается бурая окраска, если они длинные, то темно-красная.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
*по организации и проведения самостоятельной работы
студентов по дисциплине*

Практикум по органической химии
Модуль: Математическая и естественно-научная подготовка
(ядро СКФУ химическая направленность)

для студентов направления подготовки студентов химии 4.03.01 Химия
Направление подготовки 04.03.01 Химия

профиль Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность

Ставрополь
2026

Содержание

Пояснительная записка	3
<u>Требования к представлению и оформлению результатов</u> самостоятельной работы	5
Критерии оценки самостоятельной работы	10
Задания по самостоятельной работе	11
Рекомендуемая литература	12

Цель самостоятельной работы:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования; обобщить требования к подготовке.
2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.
3. Помочь студентам в формировании у них обоснованной гуманистической идеологии, в осмыслении с этих позиций новаторских и традиционных педагогических систем, своего собственного жизненного и педагогического опыта.

Основными **формами работы и контроля** аспирантов являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний аспиранта по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине.

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний аспиранта по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для обсуждения.

При подготовке к ответу предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;

- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Критерии оценки самостоятельной работы

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показано умение грамотно применять полученные теоретические знания при анализе событий действительности;
- показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;
- материал излагается аргументировано и логически стройно.

Оценка **«хорошо»** выставляется при следующих условиях:

- даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показаны достаточно прочные практические навыки;
- даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;
- показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;
- показано умение теоретически обосновывать высказываемые положения;
- ответы в основном были краткими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях.

- даны в основном правильные ответы на все вопросы задания, выносимого на самостоятельную работу, но без должной глубины и обоснования;
- показаны недостаточно прочные практические навыки;
- не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы;

- показаны недостаточные знания основной литературы;
- ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.

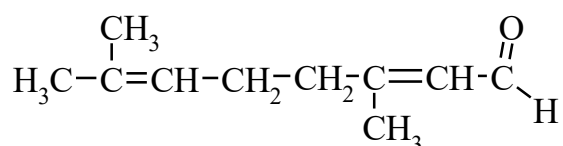
Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно», когда студент не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

Задания для самостоятельной работы студентов

I. Основы строения органических соединений

1. В состав жиров входит спирт глицерин (пропантриол-1,2,3). Напишите его структурную формулу.

2. Цитраль, используемый в глазной и стоматологической практике, имеет строение:

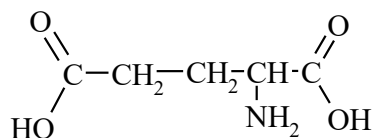


Назовите соединение по номенклатуре ИЮПАК.

3. В плодах рябины содержится значительное количество яблочной кислоты, которая является 2-гидроксипутандиовой кислотой. Напишите её структурную формулу.

4. Трихлорэтилен – средство для ингаляционного наркоза – называется 1,1,2-трихлорэтен. Напишите его структурную формулу. К какому классу соединений он относится?

7. Глутаминовая кислота, входящая в состав белков, имеет строение:

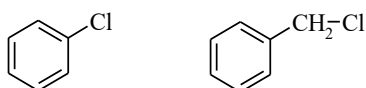


Назовите это соединение по ИЮПАК.

8. Метанол, вызывающий тяжелые отравления, имеет строение CH_3OH . К какому классу соединений относится?

9. Дайте определение следующих понятий: сопряжение, энергия сопряжения (делокализации), индуктивный и мезомерный эффекты, электронодонорные (ЭД) и электроноакцепторные (ЭА) заместители.

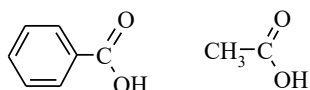
10. Укажите вид и знак электронных эффектов атома хлора в хлорбензоле и хлористом бензиле:



11. Каким заместителем (ЭД или ЭА) является гидроксигруппа в молекулах фенола и этилового спирта?

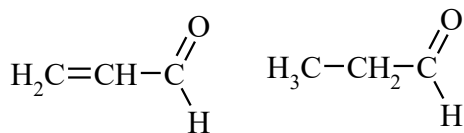
12. Укажите вид и знак электронных эффектов карбоксильной группы в акриловой $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ и пропионовой $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{COOH}$ кислотах. Обозначьте эффекты графически.

13. Укажите вид и знак электронных эффектов карбоксильной группы в бензойной и уксусной кислотах:



Обозначьте эффект графически.

14. Укажите вид и знак электронных эффектов альдегидной группы в акролеине и в пропионовом альдегиде:



Обозначьте эффекты графически.

15. Какой вид сопряжения (π,π или p,π) осуществляется в молекулах изопрена, бутадиена-1,3, анилина?

16. Выскажите суждение о перераспределении электронной плотности в диеновом фрагменте молекулы сорбиновой кислоты



в сравнении с бутадиеном-1,3.

17. Дайте определение следующих понятий: строение органических соединений, изомерия, конфигурация, конформация.

18. Напишите изомеры бутана и бутена, дайте им названия по номенклатуре ИЮПАК и объясните, почему бутен имеет больше изомеров?

19. Изобразите пространственную конфигурацию метана, назовите его форму. Чему равны валентные углы?

20. Изобразите пространственную конфигурацию этилена и объясните особенности его строения.
21. Изобразите в проекции Ньюмена заторможенную и заслоненную конформации этана; хлорэтана; этанола; коламина (2-аминоэтанола-1).
22. Какая из конформаций циклогексана будет наиболее выгодной?
Изобразите её и поясните.
23. В чем особенность конформаций органических соединений, имеющих длинные цепи? Назовите наиболее характерные для них виды конформаций.
24. Дайте понятие реакций радикального замещения (S_R) на примере галогенирования метана. Каков механизм цепных процессов?
25. Напишите реакции хлорирования и бромирования этана, пропана, бутана, изобутана. Опишите механизм этих реакций.
26. Поясните значение реакции нитрования изогексана (реакции Коновалова).
27. Напишите реакцию окисления октадекана и объясните ее народнохозяйственное значение.
28. Объясните механизм реакций электрофильного присоединения (A_E) на примере бромирования этилена. Покажите её пространственную направленность.
29. Напишите реакции гидрогалогенирования этена, пропена, бутена-1; 2-метилпропена. Сравните реакционную способность пропена и 2-метилпропена с этеном в реакциях электрофильного присоединения (A_E). Объясните правило Марковникова. Возможно ли отступление от этого правила?
30. Напишите реакцию окисления пропена перманганатом калия в щелочной среде (реакция Вагнера) и объясните, почему она используется как качественная реакция на кратную связь?
31. Напишите реакцию взаимодействия этина с водой (реакция Кучерова), назовите продукт реакции и проведите его дальнейшее окисление и гидрирование. Объясните народнохозяйственное значение этих превращений.
32. Напишите реакции гидрирования и галогенирования бутадиена-1,3 и объясните их особенности, связанные с электронным строением.
33. С помощью каких реакций можно определить наличие кратной связи в органическом соединении?

34. Реакции электрофильного замещения (S_E) ароматических углеводородов. Поясните общий принцип реакций S_E .
35. Напишите реакцию нитрования толуола (метилбензола). По какому механизму она протекает? Покажите ориентирующее действие метильной группы.
36. Напишите реакцию сульфирования аминбензола (анилина). По какому механизму она протекает? Покажите ориентирующее действие аминогруппы.
37. Напишите реакцию бромирования метилбензола (толуола). Опишите механизм и покажите ориентирующее действие метильной группы. Что легче бромруется толуол или бензол и почему?
38. Напишите реакцию нитрования нафталина. По какому механизму она протекает?
39. Проведите мягкое и энергичное окисление нафталина. В состав каких биологически важных веществ входит 1,4-нафтохинон?
40. Приведите строение нафталина и объясните, почему нафталин является ароматическим соединением.
41. Объясните общий механизм реакций нуклеофильного замещения S_N у sp^3 -гибридизованного атома углерода; покажите особенности S_{N1} и S_{N2} реакций.
42. Расположите следующие соединения в порядке уменьшения кислотности: этиловый спирт, этилмеркаптан, фенол. Обоснуйте ваше решение, исходя из стабильности соответствующих анионов.
43. Какие соединения получаются при окислении первичного и вторичного пропиловых спиртов? Напишите схемы реакций.
44. Покажите образование межмолекулярной водородной связи на примере этилового спирта. Как это явление отражается на температуре кипения спирта?
45. Расположите в ряд по уменьшению кислотности следующие спирты: метиловый, трет-бутиловый, изопропиловый. Обоснуйте ваше решение основываясь на стабильности соответствующих алкоксид-ионов.
46. Расположите в ряд по уменьшению кислотности следующие соединения: пропиловый спирт, этиленгликоль, глицерин. Обоснуйте ваше решение, основываясь на стабильности соответствующих анионов.
47. Приведите качественную реакцию на многоатомные спирты.
48. Какие соединения называются хелатными? Приведите формулу глицерата меди.

49. Каким способом можно различить пирокатехин, резорцин, гидрохинон? Какое соединение получается при окислении гидрохинона?
50. В чем заключается роль кислотного катализа в реакциях нуклеофильного замещения и элиминирования в ряду спиртов? Почему могут конкурировать реакции S_N и E ?
51. Как определить доброкачественность диэтилового эфира?
52. Каков общий принцип реакций нуклеофильного присоединения (A_N) альдегидов и кетонов?
53. Напишите реакцию взаимодействия диметилкетона (ацетона) с синильной кислотой HCN в щелочной среде. Опишите механизм.
54. Напишите реакцию последовательного получения полуацетала и диэтилацетала уксусного альдегида. Объясните роль катализатора.
55. Напишите реакцию получения гексаметилентетрамина (уротропина). Какое медицинское значение имеет уротропин и кем он впервые был получен?
56. Напишите реакцию альдольного присоединения шести молекул формальдегида на примере получения аккрозы. Какое значение она имеет для понимания эволюции органического мира?
57. Напишите реакцию диспропорционирования (реакция Канниццаро) бензойного альдегида. Опишите механизм. Какая особенность в строении предопределяет участие бензальдегида в этой реакции?
58. Напишите реакцию окисления формальдегида оксидом серебра в водном растворе аммиака. Какое значение и распространенное название имеет данная реакция?
59. Напишите реакцию окисления уксусного альдегида гидроксидом меди (реакцию Троммера). Укажите, какие изменения в окраске происходят в процессе реакции и какой недостаток она имеет?
60. Расположите в ряд по увеличению кислотности следующие кислоты:
 CH_3COOH , $CH_2Cl-COOH$, $HOOC-COOH$. Результат поясните.
61. Напишите схему диссоциации уксусной кислоты. Приведите электронное строение карбоксилат-аниона. Чем объяснить его стабильность?
62. Напишите реакции декарбоксилирования малоновой и янтарной кислот. Назовите полученные продукты.

63. Опишите механизм реакции этерификации, используя в качестве исходных продуктов этиловый спирт и масляную кислоты. Каким образом можно увеличить процент выхода конечного продукта?
64. Напишите реакцию, происходящую при нагревании янтарной кислоты. Назовите продукт реакции.
65. Напишите реакцию получения неполного и полного амида малоновой кислоты.
66. Напишите *цис*- и *транс*-изомеры бутендиовой кислоты. Как доказать, что один из этих изомеров – малеиновая кислота, является *цис*-изомером?

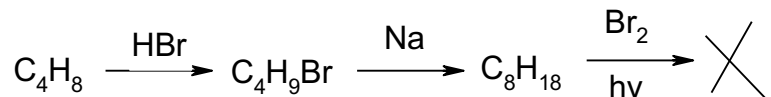
Алканы и алкены

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:
- 1) из бутана 2-бутен;
 - 2) из пропена 2-гексен;
 - 3) из 1-бутена 2-бутен;
 - 4) из пропана тетраметилэтилен;
 - 5) из пропана пропилен;
 - 6) из ацетона 2-бромпропан;
 - 7) из 1-бромпропана 2-пентен (используя реакцию Виттига);
 - 8) из ацетата натрия 2-бромбутан;
 - 9) из бутена этан;
 - 10) из этилена 2-бутен;
 - 11) из 2-метилпропана 2,2,3,3-тетраметилбутан;
 - 12) из этилиодида пропаналь;
 - 13) из метана этан;
 - 14) из 1-пропанола 2,3-диметил-2-бутен;
 - 15) из пропена 1-хлорпропан;
 - 16) из изобутилена 2,4-диметил-2-гексен;
 - 17) из 1-бромбутана 2-пропионовую кислоту;
 - 18) из пропана 2,3-диметил-2-бутен;
 - 19) из этана бутан;

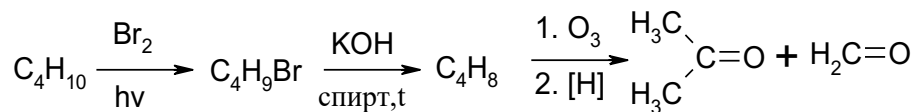
20) из пропена 2-гексен

2. Определите строение соединения:

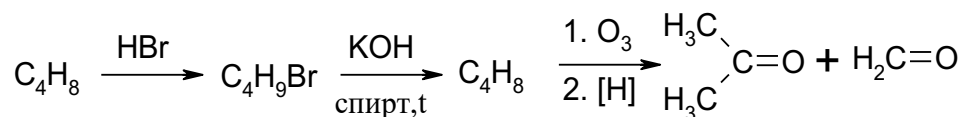
1) состава C_4H_8 , которое:



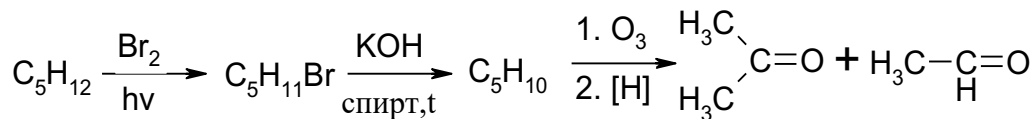
2) состава C_4H_8 , которое:



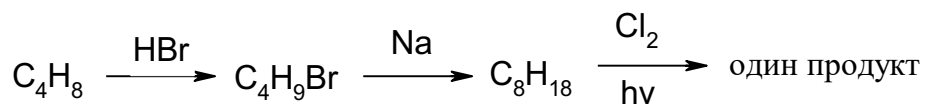
3) состава C_4H_8 , которое:



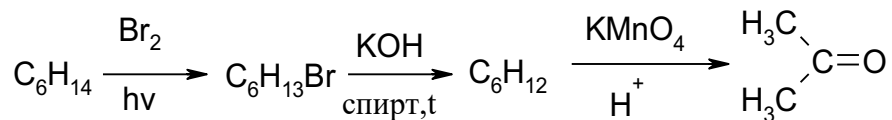
4) состава C_5H_{12} , которое:



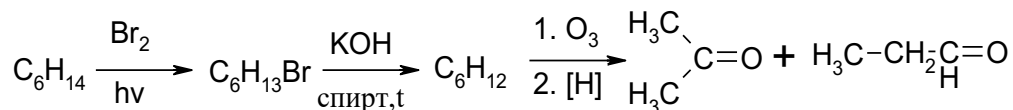
5) состава C_4H_8 , которое:



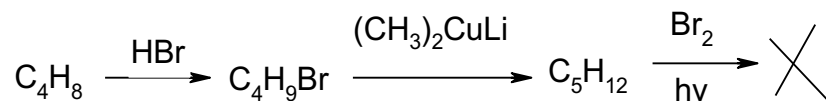
6) состава C_6H_{14} , которое:



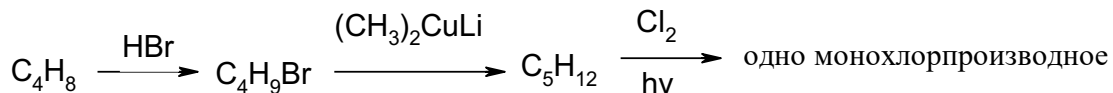
7) состава C_6H_{14} , которое:



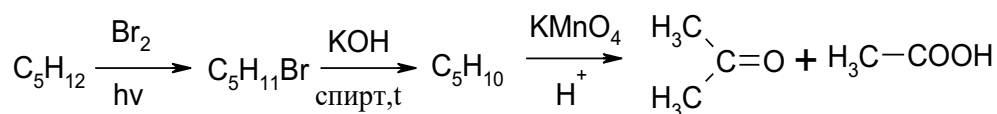
8) состава C_4H_8 , которое:



9) состава C_4H_8 , которое:



10) состава C_5H_{12} , которое:



Алкины, диены

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из неорганических реагентов $CH_2=CHCN$;
- 2) из 2-метилбутана 2-метил-1,3-бутадиен;
- 3) из 1-бутена 1,3-бутадиен;
- 4) из неорганических реагентов метилэтилкетон;
- 5) из ацетилена 1,3-бутадиен;
- 6) из пропана и формальдегида 1,3-бутадиен;
- 7) из этилена ацетилен;
- 8) из ацетилена нитрилциклогексен-2-карбоновой кислоты;
- 9) из 2-бутена 2-бутин;
- 10) из неорганических реагентов хлоропрен;
- 11) из пропена аллен;
- 12) из 2-бутена метилэтилкетон;
- 13) из неорганических реагентов 1,3-бутадиин;
- 14) из 1,3 бутадиена метилэтилкетон;
- 15) из пропина 1-бромпропан;

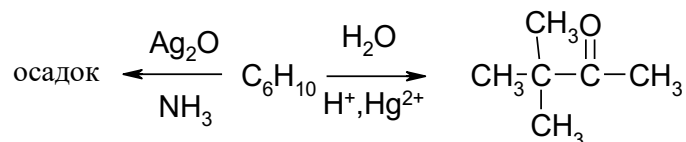
16) из неорганических реагентов 1,4-дибромбутан;

17) из неорганических реагентов винилацетилен;

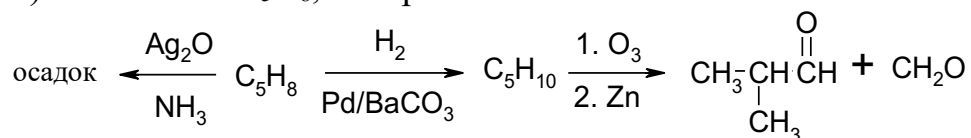
18) из пропена пропиин

2. Определите строение соединения:

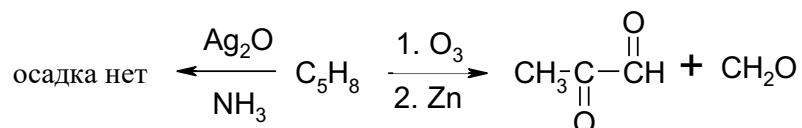
1) состава C_6H_{10} , которое:



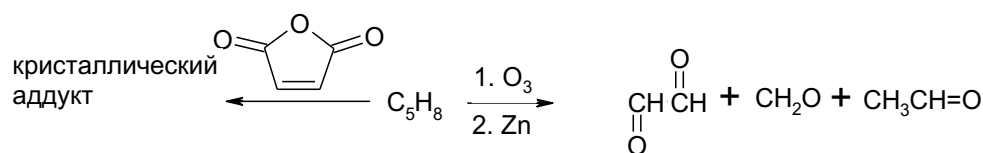
2) состава C_5H_8 , которое:



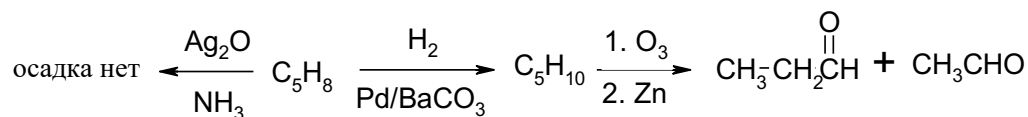
3) состава C_5H_8 , которое:



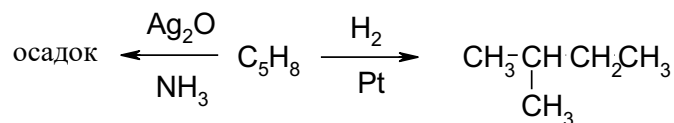
4) состава C_5H_8 , которое:



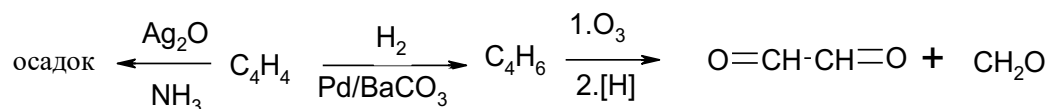
5) состава C_5H_8 , которое:



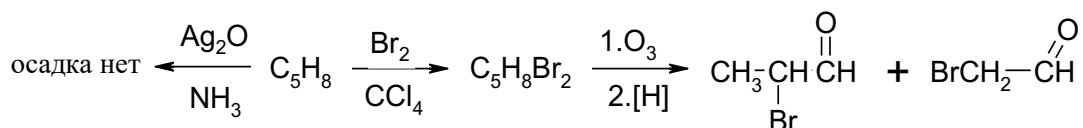
6) состава C_5H_8 , которое:



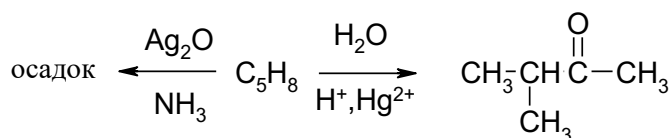
7) состава C_4H_4 , которое:



8) состава C_5H_8 , которое:



9) состава C_5H_8 , которое:



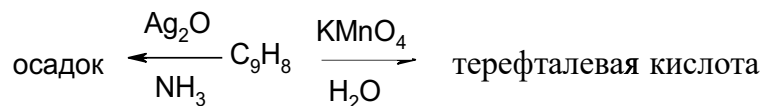
Циклоалканы и арены

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из бензола м-нитрохлорбензол;
- 2) из пропилена циклопропан;
- 3) из циклогексена циклопентанон;
- 4) из бензола о-нитрохлорбензол без примеси п-изомера;
- 5) из толуола м-нитробензойную кислоту;
- 6) из бромциклогексана циклопентан;
- 7) из толуол о-хлортолуол без примеси п-изомера;
- 8) из циклогексена бромциклопентан;
- 9) из метилциклопропана 2-бутен;
- 10) из бензола 4-хлор-3-нитроэтилбензола;
- 11) из бензола 2-хлор-5-нитробензолсульфокислоты;
- 12) из бензола 2-бром-4-нитробензойной кислоты;
- 13) из бензола 3-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 14) из бензола 4-хлор-2-нитробензойной кислоты;
- 15) из бензола 2-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 16) из бензола 3-нитро-5-сульфобензойной кислоты;
- 17) из циклогексена циклопентан;
- 18) из толуола 2-хлорбензойную кислоту без примеси п-изомера

2. Определите строение соединения:

- 1) состава C_9H_8 которое:



2) состава $\text{C}_{10}\text{H}_{10}$ которое:

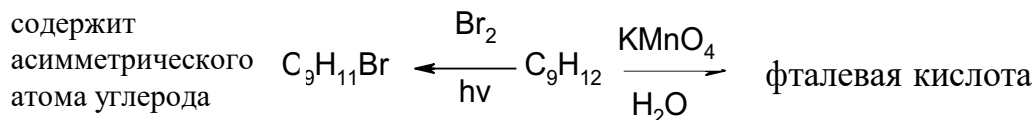
- а) реагирует с водой в присутствие сульфата ртути, но не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра;
- б) при окислении образует терефталевую кислоту.

3) состава C_9H_8 , которое:

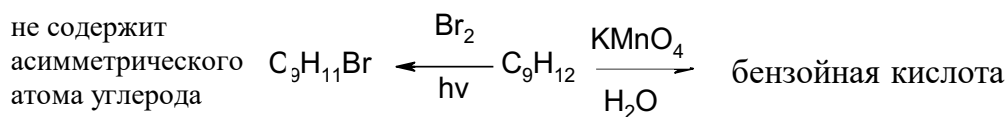
не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении образует дикарбоновую кислоту с несогласованной ориентацией заместителей мононитрование которой приводит к одному изомеру.

4) состава C_8H_{10} , при окислении которого образуется дикарбоновая кислота с согласованной ориентацией заместителей.

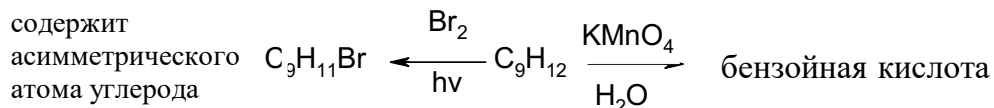
5) состава C_9H_{12} , которое:



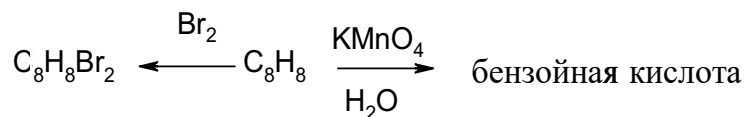
6) состава C_9H_{12} , которое:



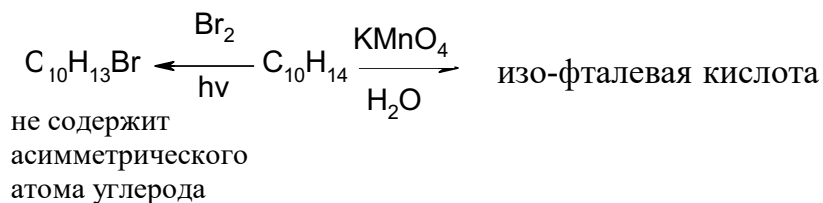
7) состава C_9H_{12} , которое:



8) состава C_8H_8 , которое:



9) состава $\text{C}_{10}\text{H}_{14}$, которое:



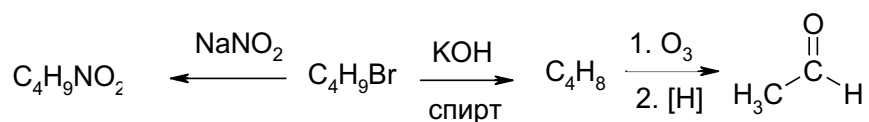
Галогенопроизводные и металлоорганические соединения

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

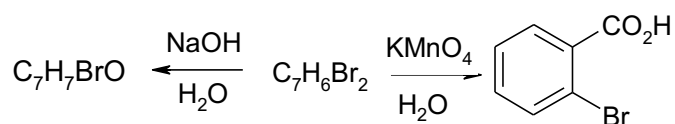
- 1) из бромбензола п-нитрофенол;
- 2) из бензола и окиси этилена β-бромэтилбензол;
- 3) из хлорбензола п-нитроанилин;
- 4) из пропилена и этилформиата 4-хлоргептан;
- 5) из (S)-2-иодбутана (S)-2-нитробутан;
- 6) из хлорбензола о-нитрофенол (без примеси п-изомера);
- 7) из метил иодида и аллилхлорида 1-бутен;
- 8) из бромбензола и этилформиата дифенилуксусную кислоту;
- 9) из (S)-2-иодбутана нитрил (S)-2-метилбутовой кислоты;
- 10) из 1-бромбутана дибутилкетон;
- 11) из пропилена масляную (бутановую) кислоту;
- 12) из хлорбензола 4-нитро-2-хлоранилин;
- 13) из бензола фенол;
- 14) из иодистого этила и этиленоксида пентановую кислоту;
- 15) из 1-бутанола нитрил пентановой кислоты;
- 16) из бромбензола 4-нитро-2-бромфенол;
- 17) из этилового спирта нитрил пропионовой кислоты;
- 18) из этанола бутанол

2. Определите строение соединения:

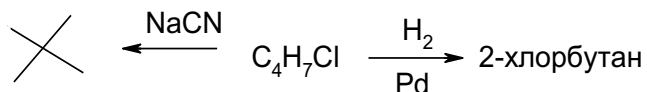
1) состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ которое:



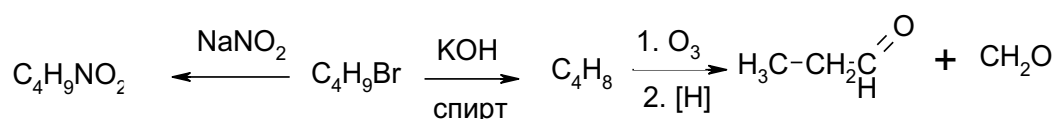
2) состава $C_7H_6Br_2$ которое:



3) состава C_4H_7Cl которое:



4) состава C_4H_9 которое:



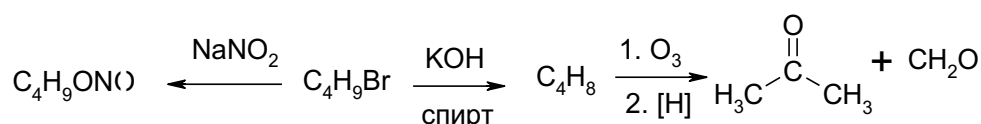
5) состава C_8H_8ClBr , которое обладает оптической активностью, при взаимодействии с водой превращается в C_8H_9BrO . При окислении исходного соединения образуется $C_7H_5BrO_2$, последнее при бромировании образует один изомер.

6) состава $C_8H_8ClNO_2$, которое при взаимодействии с водой превращается в $C_8H_9NO_3$, при окислении последнего образуется соединения состава $C_7H_5NO_4$ с несогласованной ориентацией заместителей.

7) состава C_7H_7Br , которое при нагревании со щелочью под давлением образует два изомера C_7H_8O , а при окислении исходного образуется $C_7H_7BrO_2$ с согласованной ориентацией заместителей.

8) состава $C_8H_8ClNO_2$, которое не реагирует с водой, но реагирует с водным раствором щелочи, образуя $C_8H_9NO_3$. При окислении исходного образуется $C_7H_5NO_4$ с согласованной ориентацией заместителей.

9) состава C_4H_9Br которое:



Рекомендуемая литература

1. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Пособие для вузов / Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян и др.; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с.
2. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: Пособие для студ. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001. – 352 с.
3. Шарп Дж., Госни И., Роули А. Практикум по органической химии: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 240 с.
4. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии: Учеб. пособие для нехим. спец. вузов. – М.: Высш.шк., 1991. – 303 с.
5. Титце Л., Айхер Т. Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории: Пер. с нем. – М.: Мир, 1999. – 704 с.
6. Гауптман З., Грефе Ю., Ремане Х. Органическая химия. Пер. с нем. / Под ред. проф. Потапова В.М. – М.: Химия, 1979. – 832 с., ил.
7. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ. Издание 10-е, стереотипное. – М.: химия, 1973. – 717 с.
8. Органикум. – М.: Мир, 1979. – Т. I. 453 с.
9. Дерябина Г.И., Названова Г.Ф., Журавлева И.И., Белова И.А. Методы очистки и идентификации органических соединений. Методические указания и лабораторный практикум по курсу «Органическая химия». Часть I: Учебное пособие. – Куйбышев: Издательство «Куйбышевский госуниверситет», 1988. – 116 с.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Лабораторный практикум по органической химии

Методические рекомендации для студентов по выполнению курсовой работы

Направление подготовки 04.03.01 Химия

Профиль: Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность

Ставрополь 2026

Общие положения

Требования к выполнению и защите курсовых работ (проектов) в ФГАОУ ВО «СКФУ» определяет Положение об организации и выполнении курсовых работ (проектов) в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Выполнение курсовой работы (проекта) имеет целью расширение знаний студентов по профильным химическим дисциплинам, обучение методам теоретического анализа явлений и закономерностей химической науки, отработку навыков самостоятельного применения теоретических знаний к комплексному решению профессиональных задач, использования справочной литературы, методов математической обработки экспериментальных данных, компьютерных технологий. Системой курсовых работ (проектов) студент подготавливается к выполнению выпускной квалификационной работы.

Курсовая работа является частью научно-исследовательской работы студента и имеет целью закрепление студентом навыков самостоятельного выполнения фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального направления, владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций, работы с оригинальной литературой – монографиями, статьями в научных журналах, работы с реферативной литературой, а также представления материала в общепринятой форме научного отчета.

Тематика курсовых работ.

Одним из важных компонентов при выполнении курсовой работы является определение тематики. Тематика курсовых работ является актуальной, отвечает учебным задачам дисциплин неорганическая химия, а также потребностям науки и практики. Актуальность тематики курсовых работ обусловлена научностью, современностью и направленностью к получению студентами навыков самостоятельной творческой и научно-исследовательской работы.

Темы курсовых работ (проектов) являются комплексными, т.е. содержат ряд взаимосвязанных между собой проблем и опираются на фактический материал профильных предприятий и учреждений химического профиля, а также на итоги НИР студентов, на научные работы членов кафедры, студенческих научных кружков и проблемных групп; используют новейшие достижения отечественной и зарубежной науки, актуальные прикладные аспекты.

Темы курсовых работ (проектов) утверждаются на заседании кафедры химии, в течение 2-х недель после начала семестра, затем распоряжением института об утверждении тем курсовых работ (проектов).

Основные содержательные и процессуальные аспекты, необходимые для выполнения работы, оформляются кафедрой в заданиях по курсовому проектированию. В заданиях четко формулируется тема работы (проекта) и требования, определяющие ее объем, содержание, а также исходные данные.

Научно-исследовательскую работу по темам курсовых проектов студент выполняет в лабораториях кафедры химии. Работать с научной литературой студент может в библиотеке СКФУ.

Каждый обучающийся имеет доступ к базам данных и библиотечным фондам. Для самостоятельной подготовки к курсовому проектированию обучающиеся обеспечены доступом к сети Интернет.

Библиотечный фонд укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной литературы по всем дисциплинам, изданными за последние 5 лет. Фонд дополнительной литературы помимо учебной включает

официальные справочно-библиографические и периодические издания.

Каждому обучающемуся обеспечен доступ к комплектам библиотечного фонда, состоящего из отечественных и зарубежных журналов из следующего перечня&

В СКФУ обеспечивается доступ к современным информационным ресурсам:

- Росстата – www.gks.ru;
- международная реферативная база данных – www.scopus.com;
- электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – www.biblioclub.ru;
- электронно-библиотечная система «Лань» – e.lanbook.com;
- научная электронная библиотека e-Library – elibrary.ru

Содержание и структура курсовых работ (проектов)

Курсовая работа (проект) должна содержать элементы новизны, наряду с фундаментальным аспектом должен быть проведен анализ современного состояния изучаемой проблемы. В связи с чем, задание по курсовой работе (проекту) индивидуализировано с учетом интересов и способностей студентов.

Курсовая работа (проект) должна состоять из введения, теоретической части, эмпирической (практической) части, заключения, списка литературы и приложения. В отдельных случаях, в соответствии с тематикой работы (проекта), эмпирическая часть может отсутствовать.

Титульный лист оформляется в соответствии с Положением об организации и выполнении курсовых работ (проектов) в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования; отражаются объект, предмет, задачи, цели, методы, новизна, теоретическая и практическая значимость исследования.

Теоретическая часть должна содержать анализ состояния изучаемой проблемы на основе обзора научной, научно-информационной, справочной литературы. Представленный материал должен быть логически связан с целью исследования. В параграфах теоретической части необходимо отражать отдельные компоненты проблемы и завершать их выводами.

Эмпирическая (практическая) часть включает описание системы экспериментального исследования, обоснование методов исследования, анализ результатов экспериментального исследования, схемы, графические и математические способы интерпретации полученных данных, выводы.

Заключение содержит выводы, подтверждающие или опровергающие первоначальные предположения (гипотезы), перспективы дальнейшего изучения проблемы, связь с практикой, анализ реализации целей и задач исследования.

Список литературы должен быть составлен в соответствии с требованиями ГОСТа к оформлению библиографии.

Приложение содержит весь фактический материал экспериментальных исследований (схемы, чертежи, расчетные материалы, рисунки и т.д.).

Курсовую работу(проект) рекомендуется представлять в объеме 1–2 печатных листа. Текст работы должен быть напечатан через 1,5 интервала на одной стороне стандартного листа белой бумаги (А-4). Текст и другие от-печатанные элементы работы должны быть черными, контуры букв и знаков четкими, без ореола и затенения. Шрифт Times New Roman, кегель 14. Названия глав и параграфов выделяются полужирным шрифтом. Лист с текстом должен иметь поля: слева –30 мм, справа –10 мм, сверху –20 мм, снизу –20 мм. Нумерация страниц текста делается в правом нижнем углу листа. Проставлять номер страницы необходимо со страницы, где печатается

«Введение», на которой ставится цифра «3».После этого нумеруются все страницы, включая приложения.

Между названием главы и названием параграфа этой главы ставится пробел равный двум интервалам, а название параграфа не должно отделяться от текста этого параграфа пробелом. Названия параграфов отделяются от текста предыдущего параграфа пробелом, равным двум интервалам. Каждая глава, а также введение, выводы, приложения и список использованной литературы начинаются с новой страницы. Слово «Глава» не пишется. Главы имеют порядковые номера в пределах всей работы, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1,2,3), после которых ставится точка. Слово «параграф» или значок параграфа в названии не ставятся. Параграфы имеют порядковые номера в пределах глав, обозначаемые арабскими цифрами (например: 1.1. и 1.2.). Заголовки глав и параграфов в тексте работы должны располагаться по центру, точку в конце названия главы и параграфа не ставят. Не допускается переносить часть слова в заголовке.

Нумерация таблиц и рисунков может быть сквозной или соотноситься с номером главы и параграфа. Например, если таблица или рисунок включены

в текст первого параграфа второй главы, нумерация следующая: Таблица 2.1.1., рис. 2.1.1. Последняя цифра означает порядковый номер таблицы (или рисунка) в данном параграфе. Таблица помещается в качестве следующей страницы после первого упоминания о ней в тексте.

Курсовая работа складывается из нескольких частей

Первая часть курсовой работы заключается в написании литературного обзора на тему, определяемую преподавателем и связанную с выполняемой студентом синтетической частью работы. Тема обзора отражает либо способы получения и свойства класса соединений, входящих в одну из стадий экспериментальной работы, либо тип реакции, характеризующей одну из стадий эксперимента. Соответствующая литература может быть рекомендована преподавателем или самостоятельно найдена студентом.

Вторая часть курсовой работы заключается в отыскании имеющихся в мировой химической (справочной и реферативной) литературе данных по методам получения, свойствам и превращениям одного из изучаемых или синтезируемых веществ. При подборе литературных данных, кроме хорошо известных “Справочника химика”, “Краткого справочника химика”, “Спутника химика”, студенту рекомендуется пользоваться “Систематическим справочником по органической химии” Бельштейна (*Beilstein Hundbuch der Organische Chemie*), реферативными журналами “Химия”, “Chemical Abstracts”, “Указателем препаративных синтезов органических соединений” (И. М. Лернер, А. И. Берлин, Н. М. Славачевская).

Третья часть заключается в анализе или выполнении синтеза соответствующих химических соединений по имеющимся в химической литературе методам синтеза данного вещества или его близких аналогов. Эта часть работы может выполняться полностью или частично в учебное время. Итогом этой части работы является сдача преподавателю теоретического материала или синтезированного вещества, индивидуальность и строение которого исчерпывающе подтверждены, в частности физико-химическими

методами анализа, методами качественного и количественного анализа, спектральными методами (ИК, масс и ЯМР-спектроскопии).

Отчет по курсовой работе должен состоять из следующих частей:

1. *Введение*, в котором излагается цель работы и сообщаются сведения о некоторых свойствах изучаемого или синтезируемого вещества (или класса соединений, к которому оно принадлежит), обуславливающих проявляемый к нему интерес. Введение должно быть кратким и наглядно демонстрировать зачем проводилась эта работа;

2. *Литературный обзор*, в котором приводятся и обсуждаются литературные данные по теме работы, а также по методам получения, свойствам и применению вещества, которое изучается или синтезируется студентом по оригинальной методике. При подборе литературы можно использовать учебники, монографии или обзорные статьи, где имеются ссылки на литературу. Литературный обзор не должен быть формальной сводкой литературы. Необходимо критически проанализировать литературные данные и на этой основе сформулировать выводы, отражающие соответственную сравнительную оценку рассматриваемых свойств и методов синтеза.

Литературный материал настоятельно рекомендуется иллюстрировать схемами реакций. Каждому из упоминаемых соединений необходимо присвоить номер (обычно арабской цифрой). Это сильно упрощает его упоминание в тексте, особенно если номенклатурное название достаточно громоздко. В подобных случаях можно использовать формулировки типа "...кетон 10 при взаимодействии с амином 12 образует енамин 13...". В том случае, если соединение необходимо назвать (например, если речь идет о соединении, синтезируемом студентом) следует применять единую номенклатуру, для чего рекомендуется пользоваться номенклатурой ИЮПАК для неорганических и органических соединений. Для уточнения названия можно обратиться к справочным изданиям или использовать существующие для этого компьютерные программы.

Следует применять сквозную нумерацию ссылок по всей работе – от первой и до последней. Это означает, что при повторном цитировании какой-либо работы сохраняется тот номер ссылки, каким она была обозначена при первом упоминании. Ссылки на литературу в тексте следует давать в квадратных скобках, например [2], либо в виде надстрочного индекса, например². Если по какой-либо причине удалось ознакомиться с работой лишь по реферату, то ссылка должна обязательно последовательно указывать как оригинальную статью, так и реферативный журнал, в котором помещен реферат;

3. *Обсуждение полученных результатов* посвящается описанию выполненной работы и обсуждению полученных результатов. Построение этой части определяется спецификой работы и соображениями автора о наиболее оптимальном варианте подачи материала. В то же время представляется целесообразным придерживаться следующих основных принципов построения этого раздела. В первую очередь, на основе результатов критического анализа описанных в литературе методов синтеза обосновывается выбор использованного в работе способа получения целевого соединения. В том случае, если работа посвящена изучению химических свойств какого-либо соединения, следует продемонстрировать целесообразность этой работы, опираясь на данные, изложенные в обзоре литературы. Далее приводятся наиболее существенные сведения о выполненных экспериментах. Особое внимание следует уделить подтверждению или доказательству строения полученных соединений на основе методов качественного и количественного анализа, их спектральных характеристик. Следует привести полную интерпретацию приведенных спектров, доказывающую наличие определенных неорганических группировок, элементов, функциональных групп органических и неорганических соединений или фрагментов в составе молекулы, на основании чего можно делать вывод о ее строении. Раздел завершается

обсуждением полученных результатов в сопоставлении с литературными данными;

4. *Экспериментальная часть*^{*}

При оформлении этой части работы следует руководствоваться правилами принятыми для публикации статей в журнале, Неорганическая химия, Органическая химия, Химия гетероциклических соединений и других, соответствующих тематики курсового проекта. В начале экспериментальной части приводятся названия приборов, на которых зарегистрированы физико-химические характеристики веществ, указываются либо источники использованных нетривиальных реагентов (например "коммерческие препараты, название фирмы"), либо даются ссылки на методики их получения, методики идентификации веществ. Каждый параграф экспериментальной части, описывающий получение конкретного соединения, должен содержать его полное наименование по номенклатуре ИЮПАК и его порядковый номер. Для всех впервые синтезированных соединений необходимо привести доказательства приписываемого им строения и данные, позволяющие судить об их индивидуальности и степени чистоты. В частности, должны быть представлены данные элементного анализа или масс-спектры высокого разрешения и спектры ЯМР ^1H и ^{13}C . Для известных веществ, синтезированных опубликованным ранее методом, должна быть приведена ссылка на литературные данные. Для известных веществ, полученных новыми или модифицированными методами, должны быть представлены их физические и спектральные характеристики, использованные для подтверждения идентичности структуры, метод синтеза и ссылка на литературные данные.

Приветствуется использование стандартных сокращений или однозначных молекулярных формул для реагентов и растворителей, а также цифровых шифров вместо химических названий для идентификации

^{*} В соответствии с правилами журнала Химия гетероциклических соединений
http://www.osi.lv/hgs/Pravila_HGS_2014-09_published.pdf

исходных веществ и промежуточных продуктов. При сочетании цифровых шифров с буквенными индексами используются буквы латинского алфавита. При упоминании полного названия соединения шифр даётся в скобках. Нельзя употреблять шифры без обобщающего слова (например: "реакция соединения **2d** с амидом **3**", но не "реакция **2d** с **3**"). Стереохимические символы и приставки, характеризующие структурные особенности или положение заместителя в молекуле, следует набирать курсивом (*italic*), например: (*R*)-энантиомер, *трет*-бутил, *пара*-ксилол. Вместо громоздких названий неорганических и часто употребляемых органических соединений следует давать их формулы, например NaBr, TsOH вместо бромид натрия, толуолсульфоновая кислота.

Описание экспериментов в Экспериментальной части должно быть написано в настоящем времени (кипятят, сушат и т. д.). В числах дробная часть отделяется от целой точкой. Масса введенных в реакцию реагентов приводится в граммах (миллиграммах) с обязательным указанием количества в молях (миллимолях), например: "...103 мг (1.0 ммоль) 2-этинилпиридина...". Выходы соединений приводятся в граммах (миллиграммах) и в процентах. Предпочтительнее использовать целые числа, например: "Выход 93 мг (78%)" вместо "Выход 0.093 г (78%)". В эмпирических брутто-формулах элементы располагаются по системе *Chemical Abstracts*: C, H и далее согласно латинскому алфавиту. При описании использования тонкослойной и препаративной хроматографии должны быть указаны как сорбент, так и элюент. Физические и спектральные характеристики большого количества однотипных соединений рекомендуется оформлять в виде таблиц. Упоминаемые в заголовках граф таблицы величины должны через запятую сопровождаться указанием, в каких единицах они выражены (например: "Выход, %").

Физико-химические характеристики веществ необходимо указать в нижеприведённом порядке. Внешний вид, температура плавления и кипения. Для каждого кристаллического продукта следует указывать диапазон

температуры плавления вместе с растворителем, используемым при перекристаллизации. Например "жёлтые иглы, т. пл. 78–80 °С (EtOH)". Аналогично для жидких продуктов – температура кипения, например "бесцветное масло, т. кип. 126–128 °С (10 мм рт. ст.)". Для известных соединений необходимо указать и литературные данные: " т. пл. 200–202 °С (2-PrOH) (т. пл. 202–203 °С (EtOH)¹⁴)".

ИК и УФ спектры. В экспериментальной части для ИК и УФ спектров должны быть указаны характеристические частоты полос, длины волн максимумов поглощения, коэффициенты экстинкции (или их логарифмы) и условия, при которых записан спектр.

Примеры записи: ИК спектр (тонкий слой), ν , см⁻¹: 1650 (C=N), 3200–3440 (O–H).
УФ спектр (EtOH), λ_{max} , нм ($\lg \epsilon$): 242 (4.55), 380 (4.22).

Спектры ЯМР ¹H и ¹³C. Должны быть указаны рабочая частота прибора, использованный стандарт и растворитель. Если для спектров ЯМР в качестве стандарта используется не ТМС, следует указать химический сдвиг стандарта в шкале δ . Для обозначения положения атомов водорода следует использовать обозначения типа H-3, H-2,6 (для ароматических протонов) или 3-CH, 4,5-CH₂ (для алифатических протонов). Протоны в составе сложных групп, к которым относится сигнал, следует подчеркнуть снизу – 3.17–3.55 (4H, м, N(CH₂CH₃)₂); для положения заместителей использовать обозначения 3-CH₃; для обозначения положения атомов – C-3, N-4 и т. д. Если какой-либо сигнал в спектре описывается как дублет, триплет, дублет дублетов и т. п. (а не синглет или мультиплет), необходимо привести соответствующие КССВ. Если проведены дополнительные исследования для установления строения или пространственных взаимодействий атомов, должны быть указаны использованные двумерные методы. В описании спектров ЯМР ¹³C отнесение конкретного сигнала к конкретному атому углерода приводится только тогда, когда определение проведено на основании двумерных экспериментов.

Примеры записи: Спектр ЯМР ¹H (400 МГц, CDCl₃), δ , м. д. (J , Гц): 0.97 (3H, т, J = 7.0, CH₃); 3.91 (2H, к, J = 7.0, COOCH₂); 4.46 (2H, д, J = 6.1, NCH₂);

7.10–7.55 (9H, м, H-6,7,8, NHCH₂C₆H₅); 7.80 (1H, с, H Ar); 7.97 (1H, с, H-5'); 8.13 (1H, д, д, $J = 8.2$, $J = 2.3$, H-5); 11.13 (1H, с, NH).

Спектр ЯМР ¹³C (100 МГц, CDCl₃), δ, м. д. (J , Гц): 36.3 (CH₂CH₃); 48.5 (C-5); 62.3 (CH₂CH₃); 123.0 (C Ar); 125.8 (д, $2J_{CF} = 26.1$, C-3',5' Ar); 128.9 (C Ph);

134.4 (C-5a); 168.3 (C=O).

Масс-спектры приводятся в виде числовых значений m/z и относительных значений ионного тока. Необходимо указывать метод и энергию ионизации, массовые числа характеристических ионов, их интенсивность по отношению к основному иону и по возможности их генезис. В случае химической ионизации при описании прибора необходимо указать газ-реагент. В масс-спектрах высокого разрешения найденные и вычисленные значения m/z приводятся с четырьмя десятичными знаками; если найденное значение m/z соответствует не молекулярному иону, брутто-формула и вычисленное значение m/z также приводится для того же иона.

Пример записи данных масс-спектра:

Масс-спектр (ЭУ, 70 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 386 [M]⁺ (36), 368 [M–H₂O]⁺ (100), 353 [M–H₂O–CH₃]⁺ (23).

Масс-спектр (ХИ, 200 эВ), m/z ($I_{\text{отн}}$, %): 387 [M+H]⁺ (100), 369 [M+H–H₂O]⁺ (23).

Пример записи данных масс-спектра высокого разрешения:

Найдено, m/z : 282.1819 [M+Na]⁺. C₁₇H₂₅NNaO. Вычислено, m/z : 282.1828.

Пример записи данных элементного анализа:

Найдено, %: C 55.22; H 4.09; Br 20.42; Cl 9.04; N 7.18. C₁₈H₁₆BrClN₂O.

Вычислено, %: C 55.19; H 4.12; Br 20.40; Cl 9.05; N 7.15. 4.8.

Данные рентгеноструктурного исследования следует представлять в виде рисунка молекулы с пронумерованными атомами, например C(1), N(3) (по возможности в представлении атомов эллипсоидами тепловых колебаний). Полные кристаллографические данные, таблицы координат атомов, длин связей и валентных углов температурные факторы, в журнале не публикуются,

а депонируются в Кембриджском банке структурных данных (в статье указывается регистрационный номер депонента) или приводятся в файле сопроводительной информации.

Список использованной литературы нумеруется в порядке упоминания в тексте и печатается с указанием инициалов и фамилий всех авторов. Все ссылки даются в оригинальной транскрипции; иероглифические тексты могут цитироваться как в русской (см. *Реферативный журнал Химии*), так и в латинской (см. *Chemical Abstracts*) транскрипции, но единообразно. Предпочтительнее латинская.

Книги. При обсуждении частных вопросов следует указывать конкретную страницу.

Общая органическая химия; Бартон, Д.; Оллис, У. Д., Ред.; Химия: Москва, 1985, т. 9, с. 45.

Трофимов, Б. А.; Михалева, А. И.; Шмидт, Е. Ю.; Собенина, Л. Н. Химия пиррола. Новые страницы; Толстиков, Г. А., Ред.; Наука: Новосибирск, 2012.

Bioactive Heterocycles: Synthesis and Biological Evaluation; Ameta, K. L.; Pawar, R. P.; Domb, A. J., Eds.; Nova Science Publishers Inc., 2013, p. 97.

Статьи в сборниках и справочниках.

Краснов, К. А. В кн. Избранные методы синтеза и модификации гетероциклов, Карцев, В.Г., Ред.; IBS Press, Москва, 2003, т. 1, с. 314.

Gulevskaya, A. V.; Pozharskii, A. F. In *Advances in Heterocyclic Chemistry*, Katritzky, A. R., Ed.; Elsevier: New York, 2007, vol. 93, p. 57.

Hulme, C. In *Multicomponent Reactions*, Zhu, J.; Bienaymé, H., Eds.; Wiley-VCH: Weinheim, 2005, p. 311.

Статьи в журналах. Для журналов со сквозной пагинацией тома или за
год

номер выпуска не указывается. При цитировании статьи из журнала,
который

переводится на английский язык, сначала дается ссылка на переводную (английскую) версию, а в квадратных скобках ссылка на оригинальную версию.

1. Uchuskin, M. G.; Makarov, A. S.; Butin, A. V. Chem. Heterocycl. Compd. 2014, 50, 791. [Химия гетероцикл. соединений 2014, 860.]
2. По полисопряженным структурам см.: (a) Wang, C.; Dong, H.; Hu, W.; Liu, Y.; Zhu, D. Chem. Rev. 2012, 112, 2208. (b) Anthony, J. E. Angew. Chem., Int. Ed. 2008, 47, 452. (c) Thompson, B. C.; Fréchet, J. M. J. Angew. Chem., Int. Ed. 2008, 47, 58.
3. Лукевиц, Э.; Ерчак, Н. П.; Демичева, Л. Е. Хим.-фарм. журн. 1992, 26(1), 45.
4. Котов, В. Ю.; Никольский, А. Б.; Попов, А. М. Вестн. ЛГУ 1985, 25, вып. 4, 39.
5. Kahveci, B.; Menteşe, E.; Özil, M.; Ülker, S.; Ertürk, M. Monatsh. Chem.

DOI:

10.1007/s00706-012-0916-0.

6. Sato, T. Yakugaku Zasshi 1957, 77, 771; Chem. Abstr. 1957, 51, 17941.

Авторские свидетельства, патенты. Ссылаясь на патент или авторское свидетельство, необходимо указать инициалы и фамилии изобретателей, номер патента, а также желательно указать номер цитирования в Chemical Abstracts.

Насакин, О. Е.; Николаев, Е. Г. А. с. СССР 1168554; Бюл. изобрет. 1985, № 27, 90.

Slade, R.; Klimova, Y.; Halter, R. J.; Yungai, A. J.; Weiner, W. S.; Walton, R. J.; Willardsen, J. A.; Anderson, M. B.; Zavitz, K. US Patent 2008249135. Dunbar, J. E.; Zemba, J. W. US Patent 4764608; Chem. Abstr. 1994, 100, 14852.

Авторефераты и диссертации.

Майборода, Д. А. Автореф. дис. канд. хим. наук, Москва, 1998. Родиновская, Л. А. Дис. докт. хим. наук, Москва, 1994.

Brines, J. L. Ph. D. Thesis, Rockefeller University: New York, 1989. Для диссертаций можно указывать адрес сайта в Интернете.

Описание хода синтеза должно быть более подробным и уточненным, чем в оригинальной статье, чтобы в наибольшей степени обеспечить воспроизводимость опыта. Особое внимание следует уделять способам выделения и очистки продуктов реакции, обязательно указывая выход неочищенного препарата. Выход надо давать как в граммах, так и в процентах от теоретического.

Для кристаллических веществ описывают способ их очистки с указанием взятых для перекристаллизации количеств вещества и растворителя. Если вещество перекристаллизовывали из смеси растворителей, необходимо указать их соотношение. Обязательно указывают температуру плавления вещества до и после каждой перекристаллизации. Для всех выделенных веществ приводят физические константы, подтверждающие их чистоту в сравнении с соответствующими литературными данными. Если вещество описывается впервые или было описано, но мало изучено и не охарактеризовано в достаточной степени, то необходимо привести результаты элементного анализа, данные УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектров. Можно также привести внешний вид синтезированных веществ, их запах, растворимость (качественно) в важнейших растворителях, устойчивость при хранении.

Если в реакции образуется смесь нескольких соединений, то необходимо стремиться к тому, чтобы выделить и охарактеризовать как можно больше индивидуальных веществ, в том числе и не вошедшие в реакцию исходные соединения, как указано выше. При использовании адсорбционной хроматографии (тонкослойной или колоночной) для разделения смесей веществ следует указать тип и объем используемого адсорбента или толщину слоя, растворитель, способ обнаружения пятен (в УФ-свете на тонкослойной пластинке “Silufol”, химическое проявление, например парами йода и т. п.).

Для ГЖХ следует привести размеры и вид колонки, твердую и жидкие фазы, газ-носитель и его скорость, тип детектора, температурный режим.

Если несколько соединений синтезировано по общей методике, то можно подробно описать получение только одного вещества, а в дальнейшем ссылаться на этот опыт.

При описании эксперимента необходимо не допускать вульгаризмов. Так, не следует писать “прикапывали” (правильно “прибавляли по каплям”), “маточник” (правильно “маточный раствор”), “сырой фенол” (правильно “неочищенный фенол”) и т.п. Неопределенные выражения типа “нагревали на сетке” или “нагревали с обратным холодильником” без указания температуры нагревания лишены смысла, так как не позволяют воспроизвести эксперимент. Если имеется в виду кипячение, то, следует сказать “кипятили с обратным холодильником”. Не следует писать “реакция взаимодействия”, поскольку взаимодействие веществ это и есть реакция между ними.

Физические константы, спектральные или аналитические характеристики, а также выходы синтезированных веществ можно обобщать в таблицах или давать в тексте экспериментальной части по форме.

Студент докладывает полученные результаты в течение 10 мин, излагая существо работы четко и ясно, иллюстрируя сказанное схемами и таблицами. Оценка за курсовую работу складывается из трех параметров. Первый: качество и объем выполненной экспериментальной работы; второй: качество оформления отчета о проделанной работе; третий: доклад и ответы на поставленные на защите вопросы.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия осуществляется в соответствии Положением о выполнении и защите курсовых работ в СКФУ. Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ОПК-1 компетенции.

При проверке задания, оцениваются последовательность и логичность выбора литературных источников, научных статей, патентов по теме курсовой работы,

- соблюдение правил техники безопасности;
- правильность подбора и выполнения

методики; При защите работы оцениваются:

- умение представить основные результаты исследования в виде отчета по данной проблематике.;
- владение материалом по теме курсовой работы;
- соответствие проведенного исследования целям и задачам.