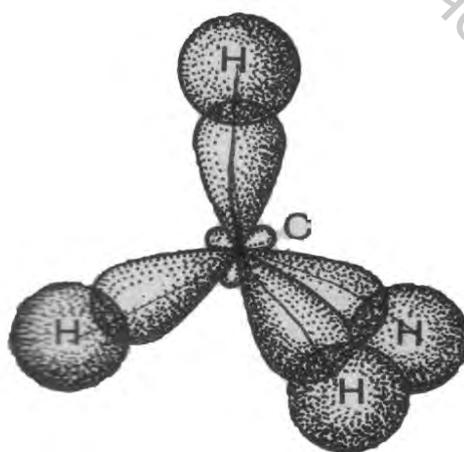


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

**Химия (раздел «Органическая химия и химия
высокомолекулярных соединений»)**

Рабочая тетрадь
для студентов специальностей

1-50 01 01 «Производство текстильных материалов»,
1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий»,
1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация»
направления специальности
1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация
(лёгкая промышленность)»



Витебск
2020

УДК 677.027.(07)

Составители:

В. Ю. Сергеев, Н. Н. Ясинская

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 1 от 30.01.2020.

Химия (раздел «Органическая химия и химия высокомолекулярных соединений») : рабочая тетрадь / сост. В. Ю. Сергеев, Н. Н. Ясинская. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 48 с.

В рабочей тетради представлены методические рекомендации, необходимые для выполнения лабораторных занятий для студентов специальностей: 1-50 01 01 «Производство текстильных материалов», 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий», 1-54 01 01 «Метрология, стандартизация и сертификация» направления специальности: 1-54 01 01-04 «Метрология, стандартизация и сертификация (лёгкая промышленность)».

УДК 677.027.(07)

© УО «ВГТУ», 2020

Содержание

Введение	4
Лабораторная работа 1. Получение и реакционная способность алканов	5
Лабораторная работа 2. Получение и реакционная способность алкенов	7
Лабораторная работа 3. Получение ацетилена и его реакционная способность	9
Лабораторная работа 4. Реакционная способность спиртов	10
Лабораторная работа 5. Реакционная способность альдегидов и кетонов	13
Лабораторная работа 6. Реакционная способность карбоновых кислот	15
Лабораторная работа 7. Реакционная способность гидроксикислот	19
Лабораторная работа 8. Реакционная способность моносахаридов	21
Лабораторная работа 9. Реакционная способность ди- и полисахаридов	24
Лабораторная работа 10. Химические свойства мочевины и α -аминокислот	28
Лабораторная работа 11. Реакционная способность ароматических углеводов	31
Лабораторная работа 12. Реакционная способность фенола. Качественная реакция на фенолы	33
Лабораторная работа 13. Реакционная способность ароматических аминов	36
Лабораторная работа 14. Предварительные испытания карбоцепных полимеров	38
Лабораторная работа 15. Распознавание волокон путём проведения пробных опытов на образцах известного состава	40
Лабораторная работа 16. Синтез полимеров методом полимеризации (полимеризация в массе или блоке)	43
Лабораторная работа 17. Влияние природы растворителя на скорость набухания полимера	46

ВВЕДЕНИЕ

Изучение основ органической химии и химии высокомолекулярных соединений является важнейшим этапом в подготовке инженеров-технологов лёгкой промышленности. Это связано с тем, что практически все сырье: ткани, нити, кожа, мех, фурнитура и т. д. представляют собой натуральные или синтетические органические продукты. В технологических процессах используются различные органические соединения, позволяющие улучшить товарный вид и качество выпускаемых изделий. На основе ВМС перерабатываются в изделия различные волокна и ткани, прокладочные и нетканые материалы, искусственные и синтетические кожи. В технологических процессах используют ряд клеев-растворов, клеев-расплавов, клеевые плёнки, появился новый тип нанесения рисунка – переводная термопечать, радиационная обработка тканей и т. д. Для правильного понимания технологических процессов, связанных с увлажнением и сушкой, механическим растяжением и склеиванием, необходимы знания таких свойств полимеров, как адгезия, гидрофильность и гидрофобность, усадочность, теплопроводность, механическая прочность, эластичность, пластичность, термостойкость и др. Поэтому инженер лёгкой промышленности должен иметь хорошую подготовку в области органической химии и химии высокомолекулярных соединений.

Кроме того, знания органической химии необходимы при изучении таких дисциплин, как «Текстильное и обувное материаловедение», «Химизация технологических процессов».

Выполнение лабораторных работ позволяет закрепить теоретические знания, приобрести экспериментальные навыки, умения пользоваться приборами, соблюдать правила техники безопасности, составлять таблицы, строить графики и т. д.

Рабочая тетрадь по курсу «Химия (раздел «Органическая химия и химия высокомолекулярных соединений»)» содержит методики доступных и легко воспроизводимых опытов в химической лаборатории, которые позволяют ознакомиться с важнейшими классами органических веществ и полимерами, способами их получения, свойствами и их применением. Целью курса является формирование системных знаний о закономерностях химического поведения важнейших классов органических соединений в зависимости от их строения и умение прогнозировать свойства отдельных представителей этих классов, необходимые для решения возникающих химических проблем в технологических процессах.

Техника безопасности

При выполнении лабораторных опытов каждый студент **обязан соблюдать меры предосторожности при работе в химической лаборатории:**

1. Все лабораторные опыты проводить с малыми количествами химических веществ, строго соблюдая методику опыта, что снижает опасность работы.

2. Категорически запрещается пробовать любые химические вещества на вкус, брать их руками. Нюхать вещества нужно осторожно, направляя движением руки воздух от отверстия пробирки к носу.

3. Для опытов использовать только сухие чистые пробирки.

4. Нагревать пробирки следует постепенно, закрепив пробирку в держателе и держа её в наклонном положении. Не направлять отверстие пробирки на себя или в сторону соседа.

5. Все работы с концентрированными кислотами и щелочами проводить в вытяжном шкафу. Не допускать попадания их на кожу и слизистые оболочки во избежание ожога.

6. Опыты с легковоспламеняющимися и летучими жидкостями (эфир, бензол, высшие спирты, ацетон, этилацетат) проводить в вытяжном шкафу вдали от открытого огня и включенных электроплиток. Во избежание отравления не вдыхать пары летучих веществ.

7. Осторожно обращаться с токсичными веществами (бензол, толуол, фенол, анилин, бензальдегид, гидроксилламин). Не вдыхать их пары, избегать попадания на кожу.

8. Не выливать концентрированные кислоты, щелочи и реакционные смеси в раковину, собирать их в склянку для слива.

9. При несчастных случаях следует поставить в известность преподавателя, использовать аптечку первой помощи в лаборатории или обратиться к врачу.

Лабораторная работа 1. Получение и реакционная способность алканов

Опыт 1. Получение метана сплавлением ацетата натрия со щелочью и изучение его свойств: горение, бромирование, окисление.

В сухую пробирку поместите на высоту 1 см приготовленную смесь ацетата натрия (CH_3COONa) и натронной извести ($\text{NaOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2$). Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 1 мл 0,31 % раствора KMnO_4 , в другую – 1 мл 3,4 % раствора бромной воды ($\text{Br}_2 (\text{H}_2\text{O})$).

Пробирку со смесью закрепите в пробиркодержателе в горизонтальном положении, прогрейте её на спиртовке, а затем нагревайте. Конец газоотводной трубки поместите поочередно в пробирку с раствором KMnO_4 , а затем с раствором бромной воды. Наблюдается выделение пузырьков газа. При этом розовый раствор KMnO_4 и жёлтый раствор бромной воды не обесцвечиваются. Конец газоотводной трубки осушите фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ у отверстия газоотводной трубки. Обратите внимание, что метан горит несветящимся пламенем.

Техника безопасности

1. При нагревании пробирки не касайтесь фитиля спиртовки.
2. Прежде чем окончить нагревание смеси, необходимо вынуть конец газоотводной трубки из раствора, иначе засосёт раствор в пробирку с реакционной смесью, и пробирка треснет.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения метана нагреванием ацетата натрия с гидроксидом натрия.

2. Напишите уравнение горения метана.

3. Сделайте вывод о реакционной способности метана.

Опыт 2. Бромирование и окисление гомологов метана.

В 1 пробирку налейте 0,5 мл раствора бромной воды, во 2 – столько же раствора KMnO_4 , затем в каждую пробирку прибавьте по 2–3 капли гексана и встряхните.

Вопросы:

1. Исчезает ли окраска, обусловленная бромом и KMnO_4 ?

2. Сделайте вывод о реакционной способности алканов.

Лабораторная работа 2. Получение и реакционная способность алкенов

Опыт 1. Получение этилена дегидратацией этилового спирта. Изучение свойств этилена: бромирование, окисление, горение.

В сухую пробирку налейте 3 мл серновинной кислоты, состоящей из равных количеств этилового спирта (C_2H_5OH) и серной кислоты (H_2SO_4). Бросьте 2–3 кипячительных камешка (для равномерного кипения реакционной смеси), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 1 мл 3,4 % раствора бромной воды, во вторую – 1 мл 0,31 % раствора $KMnO_4$ и 2 мл H_2O (разбавьте раствор). Пробирку с реакционной смесью закрепите в пробиркодержателе, прогрейте, а затем осторожно нагревайте.

Конец газоотводной трубки опустите в первую пробирку с бромной водой, а после обесцвечивания жёлтого раствора опустите во вторую пробирку с раствором $KMnO_4$ и пропускайте этилен до изменения окраски раствора. Осушите конец газоотводной трубки фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ.

Техника безопасности

1. Опыт проводите в вытяжном шкафу.
2. Нагревайте осторожно пробирку с реакционной смесью.
3. Отверстие пробирки с газоотводной трубкой при нагревании должно быть направлено от себя и от окружающих.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции внутримолекулярной дегидратации этилового спирта в присутствии концентрированной серной кислоты.

2. Напишите схему реакции бромирования этилена. Укажите тип реакции.

3. Почему реакция бромирования используется как качественная проба для обнаружения кратной связи между атомами углерода?

4. Напишите схему реакции окисления этилена раствором KMnO_4 .

5. Напишите схему реакции горения этилена.

Опыт 2. Бромирование и окисление ненасыщенных соединений.

Качественные реакции на кратную связь.

В первую пробирку налейте 1 мл 3,4 % раствора бромной воды, во вторую – 1 мл 0,31 % раствора KMnO_4 и 2 мл H_2O . Затем в каждую пробирку добавьте 3–4 капли скипидара, встряхните содержимое пробирок. Скипидар содержит ненасыщенный углеводород $\text{C}_{10}\text{H}_{20}$ -пинен.

Вопросы:

1. Напишите схемы реакций бромирования и окисления по Вагнеру (раствором KMnO_4) ненасыщенного соединения общей формулой $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$.

2. Какой структурный фрагмент в молекуле органического соединения можно обнаружить при обесцвечивании жёлтого раствора бромной воды и изменении цвета розового раствора KMnO_4 с выпадением бурого осадка MnO_2 ?

3. Укажите внешние признаки качественных реакций на кратную связь.

Лабораторная работа 3. Получение ацетилена и его реакционная способность

Опыт 1. Получение ацетилена из карбида кальция. Изучение свойств ацетилена: бромирование, окисление, горение.

В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 2 мл 0,31 % раствора KMnO_4 , во вторую – 2 мл 3,4 % раствора бромной воды.

В сухую пробирку поместите кусочек карбида кальция, прилейте воды так, чтобы уровень воды был значительно выше карбида в пробирке, и быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой.

Опустите конец газоотводной трубки последовательно в первую, а затем во вторую пробирки. Отметьте, происходит ли изменение окраски растворов?

Конец газоотводной трубки осушите фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ. Отметьте признаки горения (светящееся и коптящее пламя).

Техника безопасности

1. Опыт проводите в вытяжном шкафу, т. к. пары брома ядовиты.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения ацетилена из карбида кальция.

2. Напишите схемы реакций бромирования ацетилена и его окисления по Вагнеру.

Опыт 2. Получение ацетиленида меди.

В пробирку налейте 1 мл аммиачного раствора закиси меди ($[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$); опустите конец газоотводной трубки от пробирки, в которой получали ацетилен. Наблюдается появление красно-коричневого окрашивания вследствие образования ацетиленида меди.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции образования ацетиленида меди. Какие гомологи ацетилена могут взаимодействовать с $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$?

2. Перечислите качественные реакции на тройную связь.

Лабораторная работа 4. Реакционная способность спиртов

Опыт 1. Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.

В сухую пробирку поместите небольшой кусочек (с рисовое зёрнышко) металлического натрия. Добавьте 0,5 мл этилового спирта. Отверстие пробирки закройте большим пальцем, чтобы иметь возможность собрать газообразный водород. По окончании реакции, когда полностью исчезнет натрий, поднесите горящую спичку к отверстию пробирки и откройте её. Что вы наблюдаете?

К содержимому пробирки добавьте 1 мл дистиллированной воды, 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина, наблюдается появление малиновой окраски.

Техника безопасности

1. Металлический натрий хранится под слоем керосина. Для опыта его надо брать пинцетом, т. к. он разъедает кожные ткани, и перед внесением в пробирку осушите кусочек натрия фильтровальной бумагой.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия натрия с этиловым спиртом.

2. Какое свойство спирта подтверждает эта реакция?

3. Напишите схему реакции гидролиза этилата натрия с водой. С чем связано появление окраски после добавления фенолфталеина?

4. Сделайте вывод о кислотных свойствах одноатомных спиртов.

Опыт 2. Взаимодействие одноатомных и многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II) в щелочной среде.

В пробирку налейте 1 мл 2 % раствора сульфата меди (CuSO_4) и 2 мл 10 % раствора гидроксида натрия (NaOH). Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ разделите на 2 пробирки поровну. В первую пробирку добавьте 0,5 мл этанола, а во вторую – 0,5 мл разбавленного раствора глицерина (1:1). В какой из пробирок голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ растворился с образованием синего раствора?

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения гидроксида меди.

2. Напишите схему реакции взаимодействия глицерина с $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Какие свойства многоатомных спиртов подтверждает это взаимодействие?

3. Каким реагентом можно различить одноатомные и многоатомные спирты?

Опыт 3. Получение этилхлорида взаимодействием этанола с хлороводородом.

В сухую пробирку поместите хлорид натрия (NaCl) высотой слоя около 1 см. Добавьте 1 мл серновинной кислоты, состоящей из концентрированной H_2SO_4 и этанола ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) в соотношении 1:1. Пробирку закройте пробкой с

газоотводной трубкой и нагрейте содержимое на спиртовке, не допуская обильного кипения. Конец газоотводной трубки внесите в пламя спиртовки. Окрашивание пламени в зеленый цвет говорит о выделении этилхлорида, который образуется не сразу.

Техника безопасности

1. Опыт проводить в вытяжном шкафу и нагревание проводить осторожно, направив отверстие пробирки от себя и от окружающих.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения хлороводорода (как реагента) взаимодействием сухого хлорида натрия с концентрированной серной кислотой.

2. Напишите схему реакции этанола с хлороводородом, укажите тип реакции.

Опыт 4. Межмолекулярная дегидратация этанола (получение диэтилового эфира).

В сухую пробирку поместите 1 мл смеси концентрированной H_2SO_4 и этанола в соотношении 1:1, добавьте 1 кипяточный камешек (для равномерного кипения). Осторожно до кипения нагрейте содержимое пробирки, соблюдая технику безопасности. Затем спиртовку потушите. В пробирку с горячей реакционной смесью по стенке добавьте 1 мл этанола. Образование диэтилового эфира ощущается по запаху.

Вопросы:

1. Какие виды дегидратации этанола вы знаете? Назовите образующиеся продукты реакции.

2. Напишите схему реакции межмолекулярной дегидратации этанола.

Лабораторная работа 5. Реакционная способность альдегидов и кетонов

Опыт 1. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта.

В пробирку поместите 1 мл этанола, 1 мл 10 % раствора H_2SO_4 и 0,5 мл 0,31 % раствора $KMnO_4$. Содержимое пробирки нагрейте на спиртовке до обесцвечивания розового раствора. Одновременно с изменением окраски раствора появляется характерный запах уксусного альдегида (запах антоновских яблок). В другую пробирку налейте 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты и прилейте 0,5 мл полученного раствора. Появляется розово-фиолетовое окрашивание – качественная реакция на альдегид.

Техника безопасности

1. Слянку с фуксинсернистой кислотой не оставлять открытой. Опыт проводить в вытяжном шкафу.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции окисления этанола в уксусный альдегид.

2. Можно ли использовать реакцию окисления для идентификации первичных, вторичных и третичных спиртов?

Опыт 2. Окисление формальдегида и ацетона гидроксидом меди (II) в щелочной среде или реактивом Фелинга.

Опыт проводим параллельно с формалином (40 % раствор формальдегида) и ацетоном.

В пробирку налейте 1 мл 2 % раствора $CuSO_4$ и 2 мл 10 % раствора $NaOH$. Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок $Cu(OH)_2$ разделите поровну на 2 пробирки. В первую пробирку прибавьте 0,5 мл формалина, во вторую – 0,5 мл ацетона. Содержимое пробирок нагрейте

осторожно до кипения. В первой пробирке осадок приобретает сначала жёлтую окраску (CuOH), а затем – красную (Cu₂O). Если пробирка была чистой, то на её стенках может выделяться металлическая медь – медное зеркало. Изменение окраски осадка объясняется различной степенью окисления меди. Во второй пробирке образуется чёрный осадок CuO за счёт разложения при нагревании Cu(OH)₂.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения реактива Cu(OH)₂.

2. Напишите схему реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II).

3. Напишите схему реакции разложения при нагревании гидроксида меди (I) и гидроксида меди (II).

4. Сравните способность к окислению формальдегида и ацетона на основании экспериментальных наблюдений.

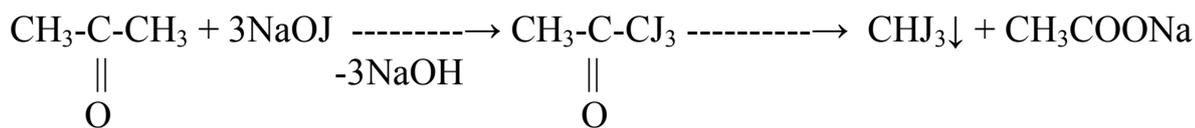
5. Какой реакцией можно отличить альдегид от кетона?

Опыт 3. Открытие ацетона посредством перевода его в иодоформ (CHI₃).

В пробирку поместите 0,5 мл раствора J₂ в KJ и прибавьте по каплям почти до обесцвечивания 10 % раствор NaOH. К обесцвеченному раствору добавьте 1–2 капли ацетона. При слабом нагревании от тепла рук выпадает желтовато-белый осадок с характерным запахом – CHI₃.



NaOH



Опыт 4. Взаимодействие ацетона с гидросульфитом натрия (NaHSO₃).

В пробирку поместите 1 мл насыщенного раствора NaHSO₃, добавьте 0,5 мл ацетона. Разогревшуюся смесь встряхните и охладите под струей холодной воды. Если осадок не выпадает, то потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Наблюдается интенсивное образование кристаллического осадка.

Прилейте к осадку 1–2 мл 10 % HCl, наблюдается растворение осадка.

Техника безопасности

1. Опыт 2 проводить в вытяжном шкафу. Ацетон и формалин держать закрытыми. Соблюдать правило нагревания.
2. Опыт 3 и 4 безопасны в выполнении.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия ацетона с гидросульфитом натрия. Укажите тип реакции.

2. Напишите схему реакции взаимодействия бисульфитного производного ацетона с раствором соляной кислоты.

Лабораторная работа 6. Реакционная способность карбоновых кислот

Опыт 1. Получение уксусной кислоты взаимодействием ацетата натрия с концентрированной серной кислотой.

В сухую пробирку поместите обезвоженный ацетат натрия (CH₃COONa) слоем 1 см и прибавьте 2 мл концентрированной H₂SO₄. Пробирку закройте

пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместите в пробирку, погружённую в стакан с ледяной водой.

Реакционную смесь нагрейте осторожно. Пары уксусной кислоты сконденсируются в пробирке, погружённой в ледяную воду, появятся кристаллы CH_3COOH .

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия ацетата натрия с концентрированной H_2SO_4 . На чём основано это взаимодействие?

2. Почему уксусная кислота называется ледяной?

Опыт 2. Реакция этерификации. Взаимодействие уксусной кислоты с этиловым спиртом.

В пробирке смешайте 2 мл этилового спирта ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), 2 мл концентрированной уксусной кислоты (CH_3COOH) и 0,5 мл концентрированной серной кислоты (H_2SO_4). Смесь в пробирке хорошо перемешайте и нагрейте на водяной бане при температуре 70°C 3–5 мин. После охлаждения раствора ощущается приятный запах этилацетата. Его можно выделить из смеси путем добавления равного объёма насыщенного раствора поваренной соли. При этом эфир всплывёт вверх в виде бесцветной жидкости.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции образования этилацетата при взаимодействии уксусной кислоты и этанола. Укажите тип реакции.

2. Объясните, почему реакцию этерификации характеризуют как гомогенную, обратимую, каталитическую?

Опыт 3. Дикарбоновые кислоты. Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли.

В пробирку поместите лопаточку щавелевой кислоты. Прибавьте по каплям (3–5 капель) воду до полного растворения. К полученному раствору прилейте по каплям 5 % раствор CaCl_2 до образования белого осадка оксалата кальция (CaC_2O_4). Осадок встряхните и разделите на 2 пробирки. В первую пробирку прибавьте 1 мл 10 % раствора CH_3COOH , во вторую – 1 мл 10 % раствора HCl . Осадок растворяется только в растворе соляной кислоты.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции образования оксалата кальция.

2. Напишите схему реакции, приводящей к растворению осадка оксалата кальция.

3. На каком свойстве основана реакция идентификации оксалата кальция?

Опыт 4. Декарбоксилирование щавелевой кислоты.

В сухую пробирку поместите 2 лопаточки щавелевой кислоты. Добавьте 0,5 мл концентрированной H_2SO_4 (как водоотнимающее средство и при этом декарбоксилирование идёт при более низкой температуре). Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместите в пробирку с 1 мл баритовой воды. Нагрейте реакционную смесь на спиртовке.

Выделяющиеся газы CO_2 и CO обнаруживаем: первый – по образованию белого осадка BaCO_3 (баритовая вода мутнеет); второй – при поднесении горячей спички к отверстию пробирки с баритовой водой загорается голубым пламенем.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции, происходящей при нагревании щавелевой кислоты в присутствии H_2SO_4 .

2. Напишите схемы реакций обнаружения выделяющихся газов.

Опыт 5. Окисление щавелевой кислоты.

В пробирку поместите 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты, прибавьте 1 мл 10 % раствора H_2SO_4 и 2 мл 0,31 % раствора $KMnO_4$. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку с 2 мл баритовой воды. Реакционную смесь нагрейте на спиртовке до обесцвечивания раствора. В пробирке с $Ba(OH)_2$ наблюдается помутнение раствора.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции окисления щавелевой кислоты раствором $KMnO_4$ в кислой среде.

2. Напишите схему качественной реакции на CO_2 .

Техника безопасности

1. Опыты 1, 2, 4 требуют осторожной работы, т.к. используется концентрированная H_2SO_4 . Приливают концентрированную H_2SO_4 по стенке пробирки к реакционной смеси. При нагревании реакционной смеси в пробирке её отверстие направляют от себя и от окружающих (во избежание выброса реакционной смеси).

2. Опыты 3 и 5 безопасны в выполнении.

Лабораторная работа 7. Реакционная способность гидроксикислот

Опыт 1. Разложение молочной кислоты концентрированной серной кислотой.

Молочная кислота (α -оксипропионовая кислота), как и все α -оксикислоты, под влиянием концентрированной серной кислоты отщепляет муравьиную кислоту, которая немедленно разлагается с выделением воды и оксида углерода (II). Оксид углерода (II) (CO) можно обнаружить по горению голубым пламенем.

В сухую пробирку налейте 1 мл молочной кислоты и 1 мл концентрированной серной кислоты и нагрейте над пламенем спиртовки. Отметьте, что происходит с жидкостью? Подожгите выделяющийся газ, поднеся горящую спичку к отверстию пробирки.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции разложения молочной кислоты под действием концентрированной серной кислоты с образованием уксусного альдегида и муравьиной кислоты. Учтите, что в условиях опыта муравьиная кислота разлагается с выделением воды и CO.

2. Можно ли использовать эту реакцию для обнаружения α -гидроксикислот?

Опыт 2. Окисление молочной кислоты раствором KMnO_4 .

В пробирку налейте 2 мл молочной кислоты, нейтрализуйте (по лакмусу) 10 % раствором Na_2CO_3 и добавьте 1 мл 5 % раствора KMnO_4 . Содержимое пробирки встряхните и нагрейте до кипения на спиртовке. Отметьте, что происходит с окраской раствора KMnO_4 , объясните наблюдаемые явления.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия молочной кислоты с Na_2CO_3 .

2. Сравните кислотные свойства молочной и угольной кислот.

3. Напишите схему реакции окисления натриевой соли молочной кислоты (лактата натрия) раствором KMnO_4 .

Опыт 3. Доказательство наличия двух карбоксильных групп в винной кислоте.

В пробирку налейте 1 мл 15 % раствора винной кислоты и 2 мл 2,8 % раствора KOH . Содержимое пробирки хорошо встряхните. Постепенно выделяется белый осадок гидротартрата калия (кислая соль). Затем добавьте в пробирку ещё раствор KOH или NaOH (2 % раствор) до растворения осадка. Образуется средняя соль винной кислоты – тартрат калия или двойная соль калия и натрия, так называемая сегнетова соль.

Раствор сохраните для опыта 4.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции неполной нейтрализации винной кислоты раствором гидроксида калия.

2. Напишите схему реакции образования тартрата калия.

3. Наличие каких структурных фрагментов подтверждается образованием двух солей винной кислоты? Каким физическим свойством они различаются?

Опыт 4. Доказательство наличия гидроксильных групп в винной кислоте.

В пробирку налейте 1 мл 2 % раствора сульфата меди (CuSO_4) и 1 мл 10 % раствора гидроксида натрия (NaOH). К выпавшему голубому осадку ($\text{Cu}(\text{OH})_2$) добавьте раствор тартрата калия-натрия, полученный в предыдущем опыте. Осадок гидроксида меди (II) растворяется. Полученный раствор имеет синюю окраску. Он носит название – реактив Фелинга – и используется для обнаружения альдегидной группы в соединениях.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения гидроксида меди (II), отметьте внешний признак реакции.

2. Наличие какого структурного фрагмента обуславливает взаимодействие тартрата калия-натрия с гидроксидом меди (II)? Напишите соответствующую схему реакции.

Техника безопасности

1. Опыт 1 требует осторожности в выполнении, т.к. используется концентрированная H_2SO_4 .
2. Опыт 2 безопасен в выполнении.
3. Опыты 3, 4 требуют осторожного обращения со щелочью. В случае попадания её на руки или одежду необходимо обильно смыть водой.

Лабораторная работа 8. Реакционная способность моносахаридов

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп у глюкозы.

В пробирку налейте 1 мл 0,5 % раствора глюкозы, 3 мл 10 % раствора NaOH и 0,5 мл 2 % раствора CuSO_4 . Образующийся вначале голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ растворяется и образуется прозрачный синий раствор.

Полученный раствор сохраните для следующего опыта.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения гидроксида меди (II), отметьте окраску осадка.

2. Какой структурный фрагмент в молекуле глюкозы обуславливает ее участие в растворении осадка?

3. Напишите схему реакции образования комплексной соли иона меди (II) с диольным фрагментом глюкозы.

Опыт 2. Восстановление гидроксида меди (II) глюкозой в присутствии щелочи (проба Троммера).

К полученному в предыдущем опыте щелочному синему раствору сахарата меди добавьте 1 мл воды. Нагрейте раствор над пламенем спиртовки, держа пробирку наклонно так, чтобы нагрелась только верхняя часть раствора, а нижняя осталась для контроля без нагревания. Нагревайте только до начала кипения (не кипятите!). Синяя окраска раствора в верхней части изменяется на оранжевую.

Эта реакция называется пробой Троммера и используется для обнаружения глюкозы в биологических жидкостях.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции окисления глюкозы гидроксидом меди (II).

2. Чем объясняется наличие восстановительных свойств у глюкозы?

3. Объясните причину последовательного изменения окраски верхнего слоя жидкости в пробирке.

Опыт 3. Открытие глюкозы со щелочным раствором глицерата меди (реактив Гайнеса).

В пробирку налейте 1 мл 2 % раствора CuSO_4 и 2 мл 10 % раствора NaOH . К образовавшемуся голубому осадку добавьте 1 мл глицерина и перемешайте. Голубой осадок растворяется, образуется синий раствор глицерата меди (II) – это реактив Гайнеса.

К полученному раствору прилейте 1 мл 0,5 % раствора глюкозы и 1 мл воды. Тщательно перемешайте раствор, нагрейте до кипения только верхнюю часть раствора, держа пробирку наклонно (нижняя часть должна оставаться холодной для контроля).

Эта реакция используется для обнаружения глюкозы. Преимущество её состоит в том, что определение происходит быстрее, чем при пробе Троммера.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения глицерата меди (II).

2. Напишите схему реакции взаимодействия глицерата меди (II) с глюкозой.

Техника безопасности

1. Опыты 1, 2, 3 безопасны. При нагревании пробирку держать наклонно, чтобы раствор не выбросило.

Лабораторная работа 9. Реакционная способность ди- и полисахаридов

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп у сахарозы и мальтозы.

В первую пробирку налейте 1 мл 1 % раствора сахарозы, а во вторую – 1 мл 1 % раствора мальтозы. Затем в каждую пробирку добавьте по 3 мл 10 % раствора NaOH и по 0,5 мл 2 % раствора CuSO₄. Вместо ожидаемого осадка гидроксида меди (II) Cu(OH)₂ образуются сахараты меди светло-синего цвета. Растворы сохраните для следующего опыта.

В присутствии сахарозы и мальтозы, так же как и в присутствии глюкозы и других веществ, содержащих несколько гидроксильных групп, образующийся гидроксид меди (II) растворяется, образуя раствор комплексного соединения (сахарата) синего цвета.

Вопросы:

1. Приведите строение дисахаридов сахарозы и мальтозы.

2. Выделите диольный фрагмент в молекулах дисахаридов. Напишите схему реакции образования комплексной соли иона меди (II) с диольным фрагментом.

Опыт 2. Испытание сахарозы и мальтозы на восстановительную способность.

Растворы сахаратов меди, полученные в опыте 1, осторожно нагрейте над пламенем спиртовки так, чтобы грелась только верхняя часть раствора, а нижняя оставалась холодной для контроля. Нагревание продолжается только до начала кипения. Сравните внешние признаки результатов опыта.

Вопросы:

1. Приведите строение сахарозы. Какую конфигурацию имеют аномерные атомы углерода в остатках D-фруктозы и D-глюкозы, входящих в состав молекулы сахарозы?

2. Объясните, почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии.

3. Объясните причину отсутствия восстановительных свойств у молекулы сахарозы.

4. Будет ли мутаротировать свежеприготовленный раствор сахарозы?

5. Приведите строение мальтозы. Какую конфигурацию имеет аномерный атом углерода в остатке D-глюкопиранозы?

6. Какой из моносахаридных остатков в молекуле мальтозы способен к цикло-оксо-таутомерии?

7. Объясните причину наличия восстановительных свойств у молекулы мальтозы.

Опыт 3. Качественная реакция на крахмал.

В пробирку налейте 1 мл 0,5 % крахмального клейстера и добавьте 1 каплю сильно разбавленного раствора йода. Смесь в пробирке приобретает синюю окраску (йодкрахмальная реакция). Нагрейте пробирку, при этом происходит обесцвечивание её содержимого. При охлаждении пробирки (под струёй воды) окрашивание появляется вновь.

Вопросы:

1. Какой дисахарид является структурным фрагментом амилозы? Какой вид связи осуществляется в этом дисахариде между моносахаридными остатками?

2. Какую конформацию имеет цепь амилозы?

3. Какова причина появления синей окраски раствора амилозы при добавлении йода?

Опыт 4. Отсутствие восстановительной способности у крахмала.

Поместите в пробирку 1 мл 0,5 % раствора крахмального клейстера, добавьте 2 мл 10 % раствора NaOH и 1 мл 2 % раствора CuSO₄. При перемешивании выпадает голубой осадок Cu(OH)₂. Нагрейте содержимое пробирки.

При нагревании может наблюдаться почернение осадка, т.к. идет термическое разложение гидроксида меди (II) с образованием воды и оксида меди (II) CuO черного цвета.

При наличии восстанавливающей способности у углеводов появляется желтовато-красное окрашивание. Гидроксид меди (II) Cu(OH)₂ восстанавливается до гидроксида меди (I) CuOH, который претерпевает термическое разложение с образованием воды и оксида меди (I) Cu₂O оранжевого цвета.

Вопросы:

1. Как объяснить отсутствие восстанавливающей способности у крахмала? Приведите фрагмент строения молекулы крахмала.

2. Напишите схемы реакций термического разложения $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и CuOH . Отметьте внешние признаки этих реакций.

Опыт 5. Кислотный гидролиз крахмала.

В пробирку поместите 1 мл 0,5 % раствора крахмального клейстера, добавьте 2 мл 10 % раствора H_2SO_4 и поместите пробирку в кипящую водяную баню на 20 мин.

Мутный раствор крахмального клейстера становится прозрачным.

Пипеткой нанесите 1 каплю гидролизата на предметное стекло и добавьте 1 каплю разбавленного раствора йода в йодиде калия. Для получения такого раствора 1 каплю раствора J_2 в KJ поместите в отдельную пробирку и залейте доверху водой, чтобы получился светло-желтый раствор.

Если проба не даёт положительной йодокрахмальной реакции – отсутствует синее окрашивание, то добавьте к продукту гидролиза 4 мл 10 % раствора NaOH для нейтрализации кислоты (H_2SO_4) и создания щелочной среды. Затем добавьте 1 мл 2 % раствора CuSO_4 . Нагрейте верхнюю часть раствора в пробирке, отметьте появление желто-красной окраски. Это положительная проба Троммера.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции гидролиза мальтозы, являющейся дисахаридным фрагментом крахмала. В какой среде происходит эта реакция?

2. О каких изменениях во вторичной структуре крахмала свидетельствует отсутствие синего окрашивания при добавлении йода?

3. Почему по положительной пробе Троммера можно судить о полноте гидролиза крахмала?

Техника безопасности

1. Опыты 1–5 требуют осторожного нагревания. Пробирку надо держать наклонно, все время встряхивать, чтобы раствор не выбросило.

Лабораторная работа 10. Химические свойства мочевины и α -аминокислот

Опыт 1. Получение нитрата мочевины.

В пробирку поместите 1 лопаточку сухой мочевины, добавьте 1–2 капли воды. Получается насыщенный раствор мочевины. Затем к этому раствору добавьте 2 капли концентрированной азотной кислоты и встряхните. Наблюдается выпадение кристаллов. Содержимое пробирки сохраните для следующего опыта.

Эта реакция используется для обнаружения мочевины в растворе.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции мочевины с азотной кислотой. Какие свойства мочевины проявляются в этой реакции?

2. Чем обусловлены основные свойства мочевины?

Опыт 2. Разложение мочевины азотистой кислотой.

К полученным в опыте 1 кристаллам нитрата мочевины, подкисленным азотной кислотой, добавьте 0,5 мл 5 % раствора NaNO_2 (нитрит натрия). При встряхивании наблюдается выделение пузырьков газа азота, а также CO_2 и воды. Эта реакция используется для обнаружения аминогруппы.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения HNO_2 взаимодействием нитрита натрия с азотной кислотой.

2. Напишите схему реакции разложения мочевины при действии азотистой кислоты.

Опыт 3. Отсутствие кислой реакции в растворе аминокислоты (глицина, гликокола).

В пробирку поместите 1 мл 1 % раствора глицина. Добавьте 1 каплю 0,2 % раствора метилового красного. Убедитесь в том, что аминокислота не имеет кислой реакции. Зона перехода от красной окраски к желтой для метилового красного находится при pH 4,4-6,2.

Вопросы:

1. Объясните отсутствие кислой реакции у глицина.

2. Приведите строение глицина в виде биполярного иона.

Опыт 4. Образование внутрикомплексной медной соли глицина.

В две пробирки поместите по 1 мл 2 % раствора CuSO_4 . В одну пробирку добавьте 1 мл 1 % раствора глицина, а другую оставьте для сравнения окраски. Затем в обе пробирки прилейте по 1 мл 10 % раствора NaOH . Отметьте внешние признаки в каждой пробирке.

Вопросы:

1. Какая окраска характерна для растворов комплексных солей меди (II) с α -аминокислотами?

Опыт 5. Реакция глицина с азотистой кислотой.

В пробирку поместите 1 мл 1 % раствора глицина и 1 мл 5 % раствора нитрита натрия (NaNO_2). Затем добавьте 0,5 мл концентрированной уксусной кислоты и осторожно встряхните реакционную смесь. Наблюдается интенсивное выделение пузырьков газа азота.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с азотистой кислотой.

2. Какое практическое значение имеет реакция дезаминирования α -аминокислот?

Опыт 6. Общая реакция обнаружения α -аминокислот (нингидринная реакция).

В пробирку поместите 1 мл 1 % раствора глицина и 1–2 капли 0,1 % раствора нингидрина. Содержимое пробирки встряхните и нагрейте до появления фиолетовой окраски. Эта реакция является качественной на α -аминокислоты.

Техника безопасности

1. Опыты 1, 3, 4, 6 безопасны.

2. Опыты 2, 5 требуют соблюдения осторожности при работе с концентрированными кислотами (HNO_3 и CH_3COOH), склянки не оставляйте открытыми.

Лабораторная работа 11. Реакционная способность ароматических углеводородов

Опыт 1. Отношение бензола и толуола к бромной воде.

В одну пробирку поместите 1 мл бензола, а во вторую – 1 мл толуола. Добавьте в каждую по 1 мл 3,4 % раствора бромной воды $\text{Br}_2(\text{H}_2\text{O})$. Наблюдается ли обесцвечивание желтого раствора бромной воды?

Вопросы:

1. Объясните, почему бензол и его гомологи не бромруются в этих условиях?

2. Назовите критерии ароматического строения аренов.

Опыт 2. Отношение бензола и толуола к окислителям (KMnO_4).

В одну пробирку налейте 1 мл бензола, а во вторую – 1 мл толуола. В каждую пробирку добавьте по 1 мл 0,31 % раствора KMnO_4 , встряхните. Обесцвечивание растворов не наблюдается.

Добавьте в каждую пробирку по 1 мл 10 % раствора H_2SO_4 и осторожно нагрейте. В одной из пробирок наблюдается обесцвечивание розового раствора KMnO_4 .

Вопросы:

1. Объясните, почему бензол и толуол не окисляются в нейтральной среде раствором KMnO_4 ?

2. Напишите схему реакции окисления толуола раствором KMnO_4 в кислой среде. Назовите продукт реакции.

3. Можно ли с помощью реакции окисления установить наличие и положение боковых цепей в ароматических углеводородах?

Опыт 3. Нитрование бензола.

В пробирке приготовьте нитрующую смесь: поместите в неё 1 мл конц. HNO_3 и 0,5 мл конц. H_2SO_4 . Приготовленную смесь охладите под струёй холодной воды, а затем добавьте в пробирку 1 мл бензола и осторожно встряхивайте реакционную смесь в течение 2 мин. Содержимое пробирки вылейте в стаканчик с небольшим количеством воды, перемешайте и дайте отстояться. Получаются маслянистые капли желтого цвета с характерным запахом горького миндаля.

Вопросы:

1. Дайте определение реакции нитрования.

2. Напишите схему реакции нитрования бензола. Какова роль H_2SO_4 в этой реакции?

Опыт 4. Сульфирование толуола.

В сухую пробирку налейте 1,5 мл конц. H_2SO_4 и 1,5 мл толуола. Содержимое пробирки встряхните и нагревайте на водяной бане, периодически встряхивая до исчезновения верхнего прозрачного слоя. Реакционную смесь охладите и вылейте в стаканчик с небольшим количеством воды. Образуется почти прозрачный раствор, т. к. толуолсульфокислота хорошо растворима в воде, в то время как толуол в воде не растворяется.

Вопросы:

1. Дайте определение реакции сульфирования.

2. Напишите схему реакции сульфирования толуола, с учетом ориентирующего действия метильной группы.

Техника безопасности

1. Все опыты проводите в вытяжном шкафу.
2. Опыт 1. Слянку с бромной водой не оставляйте открытой. Пары брома ядовиты.
3. опыты 2, 3. Пары бензола и толуола легко воспламеняются, поэтому нагревание проводите осторожно или на водяной бане.
4. опыты 3, 4. Требуют осторожности в работе, т.к. используются концентрированные азотная и серная кислоты.

**Лабораторная работа 12. Реакционная способность фенола.
Качественная реакция на фенолы**

Опыт 1. Кислотные свойства фенола: образование фенолята натрия и разложение его кислотой.

а) растворение фенола в воде. К 0.5 г фенола кристаллического добавьте 1 мл воды и хорошо встряхните. При этом образуется мутная жидкость – эмульсия фенола;

б) к 1 мл эмульсии фенола по каплям добавьте 10 % раствор NaOH до образования прозрачного раствора фенолята натрия. К полученному прозрачному раствору добавьте несколько капель 10 % раствора HCl. Наблюдается помутнение раствора.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции получения фенолята натрия взаимодействием фенола с раствором NaOH.

2. Почему фенол, в отличие от спиртов, способен взаимодействовать со щелочами (NaOH)?

3. Почему при добавлении HCl к раствору фенолята натрия наблюдается помутнение раствора? Напишите схему протекающей реакции.

Опыт 2. Взаимодействие фенола с бромной водой.

Маленький кристаллик фенола растворите в 5 мл воды и добавьте постепенно насыщенного водного раствора брома (1 мл брома в 100 мл воды). При этом желтая окраска брома исчезает и постепенно выделяется белый осадок 2,4,6-трибромфенола.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции бромирования фенола с учетом ориентирующего действия гидроксильной группы.

2. Можно ли эту реакцию назвать качественной на фенол и почему?

Опыт 3. Взаимодействие фенолов с FeCl₃ – качественная реакция на одно- и многоатомные фенолы.

Возьмите 5 пробирок и в каждую налейте по 1 мл 1 % растворов соответствующих фенолов: в первую – раствор фенола, во вторую – пирокатехина, в третью – резорцина, в четвертую – гидрохинона, в пятую –

пирогаллола. Затем в каждую пробирку добавьте по 2–3 капли 1 % раствора FeCl_3 . Растворы фенолов приобретают различную окраску, соответственно: 1 – красно-фиолетовую, 2 – зелёную, 3 – фиолетовую, 4 – зелёную, переходящую в желтую, 5 – красную.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции фенола с FeCl_3 , укажите внешний признак реакции.

2. Какую реакцию можно использовать для обнаружения фенолов?

Опыт 4. Окисление фенола.

К 1 мл 5 % водного раствора фенола прилейте 1 мл 10 % раствора Na_2CO_3 и по каплям добавьте 0,31 % раствор KMnO_4 , встряхните пробирку. Окраска розового раствора KMnO_4 изменяется.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции окисления фенола в щелочной среде раствором KMnO_4 .

Техника безопасности

1. Опыты 1, 2 требуют осторожной работы с фенолом. При попадании на кожу можно получить ожоги.

2. Опыт 2 выполняется в вытяжном шкафу, т. к. пары брома ядовиты, склянку с бромной водой не оставляйте открытой.

3. Опыты 3, 4 безопасны.

Лабораторная работа 13. Реакционная способность ароматических аминов

Опыт 1. Растворимость анилина в воде.

В пробирку налейте 1 мл анилина $C_6H_5NH_2$, добавьте 3 мл воды и встряхните. Образуется мутная жидкость – эмульсия анилина в воде. Сохраните эмульсию для следующего опыта.

Вопросы:

1. Почему анилин плохо растворяется в воде?

Опыт 2. Доказательство основных свойств анилина и растворение его солей в воде.

А. Опустите красную лакмусовую бумажку в пробирку с эмульсией анилина в воде.

Вопросы:

1. Наблюдается ли посинение лакмусовой бумажки?

2. Охарактеризуйте основные свойства анилина, сравните их с основностью аммиака.

Б. В две пробирки налейте по 1 мл эмульсии анилина в воде. В первую пробирку добавьте 1 мл 10 % раствора HCl , во вторую – 1 мл 10 % раствора H_2SO_4 и встряхните. В первой пробирке эмульсия растворилась, во второй образовался кристаллический осадок. Раствор первой пробирки сохраните для опыта 3.

Вопросы:

1. Какие свойства анилина подтверждаем взаимодействием его с кислотами?

2. Напишите схемы реакций образования фениламмоний хлорида и фениламмоний гидросульфата. Сделайте вывод о растворимости этих солей в воде.

Опыт 3. Взаимодействие анилина с бромной водой (качественная реакция).

В пробирку налейте 1 мл 3,4 % раствора бромной воды и добавьте несколько капель раствора фениламмоний хлорида ($C_6H_5NH_3$)Cl, полученного в опыте 2Б. При этом медленно выпадает осадок.

Вопросы:

1. Напишите схему реакции взаимодействия анилина с бромной водой. Какое вещество выпадает в осадок?

2. Объясните, почему в данной реакции бромирования следует прибавлять анилин к бромной воде, а не наоборот?

3. Заместителем какого рода является аминогруппа в анилине, как она влияет на протекание реакции бромирования с учетом образующегося продукта?

4. Сравните внешний признак реакций бромирования анилина и фенола. Какое значение имеют эти реакции?

Опыт 4. Цветные реакции солей анилина с $K_2Cr_2O_7$ (бихроматом калия) и с хлорной известью $Ca(OCl)_2$.

На предметное стекло дважды нанесите по 1 капле соли фениламмоний хлорида, полученного в опыте 2б. Добавьте к одной – 1 каплю 5 % раствора $K_2Cr_2O_7$, а к другой – 1 каплю насыщенного раствора хлорной извести. Первая капля приобретает темно-синее, а вторая – темно-фиолетовое окрашивание. Эти цветные реакции используют для обнаружения анилина в растворе и основаны они на образовании окрашенных продуктов окисления анилина.

Техника безопасности

1. Опыты 1, 2, 4 безопасны в выполнении.
2. Опыт 3 выполняется в вытяжном шкафу из-за использования бромной воды.

Лабораторная работа 14. Предварительные испытания карбоцепных полимеров

Цель: установление природы неизвестного полимера по характеру летучих продуктов, образующихся при сжигании полимера и его растворимости.

Материалы и реактивы:

- полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиметилметакрилат, поливинилацетат, поливиниловый спирт);
- растворители (дистиллированная вода, этиловый спирт, ацетон, хлороформ, бензол, этилацетат);
- разбавленные (10 %) и концентрированные растворы кислот и щелочей (H_2SO_4 , HNO_3 , $NaOH$);
- оборудование: тигельные щипцы, стеклянные палочки, пробирки, штативы, спиртовки, спички, пробки.

Опыт 1. Поведение образца полимера при нагревании.

А. Поведение полимера в пламени.

Кусочек полимера укрепите в тигельные щипцы и внесите в пламя спиртовки (синий конус). Отметьте следующие признаки:

- поведение полимера в пламени (размягчение, плавление);
- степень горючести образца в пламени и вне пламени;
- окраска пламени;
- ощущение запаха продуктов горения.

Б. Способность полимера вытягиваться в нить.

Погасите полимер и прикоснитесь к нему холодной стеклянной палочкой и быстро оттяните размягчённую часть полимера. Отметьте способность полимера вытягиваться в нить.

Результаты наблюдений представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Поведение пластмасс при нагревании и горении

Вид пластмассы	Отношение к горению	Характер горения	Окраска пламени	Запах продуктов горения
Полиэтилен $[-CH_2-CH_2-]_n$	Размягчается, можно вытянуть в нить	Горит слабым пламенем без копоти с оплавлением и подтеканием полимера. Горит вне пламени	Верх пламени желтый, у основания синевато-голубой	Горящей парафиновой свечи
Полипропилен $[-CH_2-CH_2-]_n$ CH ₃	Размягчается, можно вытянуть в нить	Горит слабым пламенем без копоти с оплавлением и подтеканием полимера. Горит вне пламени	Верх пламени желтый, у основания синевато-голубой	Жжёной резины или горячего сургуча
Поливинилхлорид $[-CH_2-CH-]_n$ Cl	Размягчается при 60-70 ⁰ С, выше 110 – 120 ⁰ С разлагается	Загорается не сразу, при удалении из пламени гаснет	У основания зеленоватая	Резкий, хлористого водорода
ПММК CH ₃ $[-CH_2-C-]_n$ COOCH ₃	Размягчается	Горит медленно, пламя слегка коптящее, с потрескиванием и искрами	Пламя желтое с синей каймой у краев	Острый, цветущей герани или фруктовой эссенции
Полистирол $[-CH_2-CH-]_n$ C ₆ H ₅	Размягчается и легко вытягивается в нити	Загорается быстро, пламя слегка коптящее с потрескиванием и искрами. Горит вне пламени	Пламя желтое	Сладковатый, напоминающий цветущие гиацинты

Опыт 2. Качественное определение растворимости полимера.

В пробирку поместите 0,5 г образца полимера, добавьте 5 мл растворителя. Закройте пробкой и оставьте в штативе на 1 час при комнатной температуре, изредка встряхивая содержимое пробирки.

По истечении часа отметьте изменения, происходящие в пробирке.

Возможно либо полное растворение, либо ограниченное набухание, а также изменение окраски полимера или растворителя.

В случае частичного растворения или набухания проверьте растворимость полимера при нагревании. Для этого пробирку с испытуемой смесью нагрейте на водяной бане и отметьте происходящие изменения.

Результаты наблюдений сравните с растворимостью, представленной в таблице 2, где растворимость указана буквой Р.

Таблица 2 – Растворимость полимеров

Полимер	Вода дистиллированная	Этиловый спирт	Ацетон	Хлороформ или дихлорэтан	Бензол	Этилацетат
Полиэтилен	-	-	-	Р	Р при t	-
Полипропилен	-	-	-	Р	Р при t	-
Полистирол	-	-	Р	Р	Р	-
Поливинилхлорид	-	-	Ограниченно набухает	Р	Ограниченно набухает	-
Полиметилметакрилат	-	-	Р	Р	Р	Р
Поливинилацетат	-	Р	Р	Р	Р	Р
Поливиниловый спирт	Р	-	-	-	-	-

Техника безопасности

1. Опыт 1 проводить в вытяжном шкафу.
2. Опыт 3 требует осторожного обращения с концентрированными кислотами и щелочами и выполнения правил нагревания на спиртовке.

Лабораторная работа 15. Распознавание волокон путём проведения пробных опытов на образцах известного состава

Цель: установление природы волокна на основании предварительных испытаний.

Материалы и реактивы:

- волокна (хлопок, шерсть, шёлк, вискоза, ацетатное волокно, капрон, лавсан, нитрон);
- растворители (этиловый спирт, ацетон, фенол концентрированный, диметилформамид – ДМФА, концентрированный раствор $ZnCl_2$, аммиачный раствор оксида меди, муравьиная и уксусная кислоты);
- разбавленные 10%-ные и концентрированные растворы: $NaOH$, H_2SO_4 , HNO_3 ;
- оборудование: тигельные щипцы, пробирки, пробки, спиртовки, спички, стеклянные палочки.

Опыт 1. Поведение волокна в пламени.

Скрутите из волокна жгутик, закрепите его в тигельные щипцы и внесите в пламя спиртовки (синий конус).

Отметьте следующие признаки:

- размягчение и плавление;
- горение в пламени и вне пламени;
- образование остатка;
- ощущение запаха продуктов горения.

Результаты наблюдений представьте в виде таблицы.

Распознайте неизвестные волокна по поведению в пламени в сравнении с результатами в таблице 3.

Таблица 3 – Поведение волокон в пламени

Тип волокна	Формула волокна и название	Размягчение	Плавление	Горение		Остаток горения	Запах продуктов горения
				Горение в пламени	Горение вне пламени		
Хлопок	$C_6H_7O_2(OH)_3$ Целлюлоза	-	-	Горит быстро	-	Серый пепел	Жженой бумаги
Шерсть и натур. шелк	$[-NH-CH-CO-]$ R белок	-	-	Горит быстро	-	Хрупкий шарик черного цвета	Жженных перьев
Вискоза	Целлюлоза	Разлагается при 180–200 °С	-	Горит быстро	-	Легко рассып. серый пепел	Жженой бумаги
Ацетатное волокно	$[C_6H_7O_2(O-CO-CH_3)_2]$ диацетилцеллюлоза	Размягчается при 170–180 °С	Плавится 220–240 °С	Быстро желтым пламенем	Горение прекращается	Нехрупкий шарик темно-бурого цвета	Уксуса

Окончание таблицы 3

Полиамид	$[-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-]$ Капрон	Размягчается при 200 °С	Плавится 210–225 °С	-	-	Твердый блестящий шарик темного цвета	Неприятный запах
Полиэфир	Лавсан $[-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-]$	-	Плавится 250–265 °С	Горит с копотью	Горит	Темный твердый шарик с блеском	-
Полиакрилонитрил	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-]$ Нитрон	-	Не плавится, а разлагается 267–300 °С	Горит	Горит	Твердый темный неблестящий шарик	Характерный запах

Опыт 2. Исследование волокна на растворимость.

Небольшой пучок волокон в выпрямленном состоянии или ткани (0,5–4 см) поместите в пробирку и налейте растворитель, а далее поступайте, как в предыдущей работе.

Результаты наблюдений сравните с растворимостью волокон, представленных в таблице 4.

Таблица 4 – Растворимость волокон

Волокна или ткани	Аммиачный р-р оксида Си	Концентрированный р-р ZnCl_2	Ацетон	Фенол	ДМФА Диметилформамид	Муравьиная кислота	Уксусная кислота
Хлопок	Р	Р	Н	Н	-	-	-
Шерсть	-	-	-	-	-	-	-
Шелк	-	-	-	-	-	к. Р	к. Р
Вискоза	Н и Р	-	Н	Н	Р	-	-
Ацетатное	Н и Р	-	Р	Р	Р	Р	Р
Капрон	-	-	-	Р	Р	Р	-
Лавсан	-	-	-	Р	-	-	-
Нитрон	-	Р	-	-	Р	-	-

Обозначения в таблице: Р – растворяется, Н – набухает, к. Р – растворяется концентрированным раствором, Н и Р – набухает и медленно растворяется.

Отметьте, в каких растворителях волокно растворяется, а в каких – остаётся без изменения.

Опыт 3. Действие минеральных кислот и щелочей на волокна.

В пробирки поместите пучок волокон и прилейте разбавленные растворы NaOH, H₂SO₄. Отметьте способность волокна растворяться при комнатной температуре и при нагревании.

Затем испытайте действие концентрированных растворов: NaOH, H₂SO₄, HNO₃.

Отметьте, какие изменения происходят с волокном. Сравните экспериментальные данные с результатами, представленными в таблице 5.

Таблица 5 – Действие минеральных кислот и щелочей на волокна (при комнатной температуре)

Вид Волокна	Основа волокна. Структурное звено	Изменение волокон под действием				
		Разбавленная H ₂ SO ₄	Концентрированные кислоты		Разбавлен. NaOH	Концент. NaOH
			H ₂ SO ₄	HNO ₃		
Хлопок	Целлюлоза	У	Р	Р	У	Н
Шерсть и н. шелк	Белок	У	Разруш.	Сильно набухает и окрашив. в желтый цвет	Р	Р
Вискоза	Целлюлоза	Потеря прочности	Р	Р	У	Р
Ацетатное	Диацетилцеллюлоза	Потеря прочности при нагревании	Р	Р	У	Р
Капрон	Полиамид	У	Р	Р	У	У
Анид (наylon)	Полиамид	У	Р	Р	У	У
Энант	Полиамид	У	У	У	У	У
Лавсан	Полиэфир	У	Р	У (при недлит. действии)	У	У
Нитрон	Полинитрил акриловой кислоты	У	Р	У (при недлит. действии)	У	р

Обозначения в таблице: У – устойчиво; Р – растворяется; Н – набухает.

Лабораторная работа 16. Синтез полимеров методом полимеризации (полимеризация в массе или блоке)

Цель: получение полиметилметакрилата путём инициированной свободнорадикальной полимеризации и ознакомление с его свойствами.

Материалы и реактивы:

– метилметакрилат (мономер), пероксид бензоила или пероксид водорода (инициатор);

- растворители: этиловый спирт, ацетон, бензол, этилацетат, дистиллированная вода;
- оборудование: водяная баня, пробирки, спиртовка, тигельные щипцы.

Опыт 1. Получение полиметилметакрилата.

В сухую пробирку поместите 2–3 мл метилметакрилата, добавьте лопаточку пероксида бензоила (или 0,5 мл пероксида водорода), встряхивайте 2–3 мин до растворения пероксида, а затем нагревайте на водяной бане (нагретой до 80–90 °С) в течение 40–50 мин, периодически встряхивая содержимое пробирки.

По мере течения реакции наблюдается увеличение вязкости в пробирке. Когда жидкость в пробирке станет густой и мало текучей, выньте пробирку из водяной бани и дайте ей остыть. При постепенном охлаждении вся масса в пробирке отвердевает и превращается в твёрдый прозрачный полимер, который можно извлечь, разбив пробирку.

Напишите уравнения реакций всех стадий полимеризации:

1) инициирование (зарождение цепи);

2) рост цепи (образование макрорадикала);

3) обрыв цепи (превращение макрорадикала в макромолекулу). Кинетический обрыв покажите на примере реакций (рекомбинация, диспропорционирование, на остатках инициатора). Ограничение роста цепи – на примере передачи цепи на мономер и на молекулу полимера;

4) сделайте вывод, какая реакция называется полимеризацией.

Опыт 2. Исследование свойств полиметилметакрилата.

А. Ознакомьтесь с внешними признаками полимера (твёрдый, хрупкий, прозрачный) и испытайте его на горение. Для этого закрепите кусочек полимера в тигельные щипцы и внесите в пламя спиртовки. Отметьте горение в пламени и вне пламени, размягчение и плавление, запах продуктов горения, способность вытягиваться в нить.

Б. Испытайте полимер на растворимость в органических растворителях: дистиллированная вода, этиловый спирт, ацетон, этилацетат, бензол, дихлорэтан.

В. Испытайте полимер на способность образовывать плёнку. Для этого вязкий раствор полимера (в любом растворителе) нанесите на стекло и оставьте на некоторое время. После испарения растворителя на стекле образуется прочно приклеенная пленка, которую можно удалить острым предметом.

Сделайте вывод о свойствах полиметилметакрилата.

Техника безопасности

1. Опыт 1 проводить в вытяжном шкафу и соблюдать осторожность при встряхивании пробирки.

2. Растворители держать в вытяжном шкафу и закрытыми пробкой, т. к. некоторые из них летучи.

Лабораторная работа 17. Влияние природы растворителя на скорость набухания полимера

Цель: определение степени набухания резины в толуоле и этилацетате.

Материалы и реактивы:

- навески резины с медной проволочкой;
- растворители: толуол, этилацетат;
- оборудование: пробирки, штативы для пробирок, фильтровальная бумага, секундомеры, аналитические весы.

Методика выполнения

Полученную навеску разверните, запишите данные и закрепите кусочек резины на конце медной проволочки. На другом конце проволочки сделайте петлю и подвесьте кусочек резины в пробирку. Затем налейте в пробирку толуол, чтобы кусочек резины был полностью погружен в растворитель. С другой навеской поступите таким же образом, только в пробирку с кусочком резины налейте этилацетат.

Через 15 мин достаньте образец набухшей резины из растворителя, осторожно промокните избыток растворителя фильтровальной бумагой и взвесьте на аналитических весах.

После взвешивания образец вновь поместите в тот же растворитель и взвешивание производите через каждые 15 мин (3–4 раза).

После каждого взвешивания рассчитайте степень набухания по формуле:

$$\alpha_{\tau} = \frac{m_{\tau} - m}{m_0} \cdot 100,$$

где m_0 – первоначальная масса резины до набухания; m – масса резины с проволочкой до набухания; m_{τ} – масса резины с проволочкой после пребывания в растворителе t мин; τ – время набухания от начала опыта.

Исходные и полученные данные внесите в таблицу.

Таблица 6 – Степень набухания резины в толуоле и этилацетате в зависимости от времени выдержки

Растворитель	m_0	m	Время (мин) выдержки и степень набухания							
			15		30		45		60	
			m_{15}	α_{15}	m_{30}	α_{30}	m_{45}	α_{45}	m_{60}	α_{60}
Толуол										
Этилацетат										

На основании полученных данных постройте график зависимости степени набухания резины от времени выдержки в толуоле и этилацетате.

На графике укажите, какая кривая показывает степень набухания резины в толуоле, а какая – в этилацетате.

Сделайте вывод о набухании резины в различных растворителях и дайте этому заключению свое объяснение.

Техника безопасности

1. Слянки с растворителями должны быть закрыты пробками и находиться в вытяжном шкафу.
2. Отработанные растворители слить в склянки с надписью «отработанный».

Учебное издание

**ХИМИЯ (РАЗДЕЛ «ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ХИМИЯ
ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ»)**

Рабочая тетрадь

Составители:

Сергеев Вячеслав Юрьевич
Ясинская Наталья Николаевна

Редактор *Т.А. Осипова*
Корректор *Т.А. Осипова*
Компьютерная верстка *В.Ю. Сергеев*

Подписано к печати 31.01.2020. Формат 60x90^{1/16}. Усл. печ. листов 3,0.
Уч.-изд. листов 3,8. Тираж 123 экз. Заказ № 29.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.