

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

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая тетрадь
по выполнению лабораторных работ для студентов специальности
6-05-0772-05 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

Студента _____

Вариант _____

Витебск
2024

УДК 547 (075.8)

Составители:

Е. П. Попко, К. О. Бужинская

Одобрено кафедрой «Экология и химические технологии»
УО «ВГТУ», протокол № 4 от 08.11.2023.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским
советом УО «ВГТУ», протокол № 3 от 27.11.2023.

Органическая химия : рабочая тетрадь по выполнению лабораторных работ / сост. Е. П. Попко, К. О. Бужинская – Витебск : УО «ВГТУ», 2024. – 67 с.

Рабочая тетрадь содержит методику выполнения лабораторных работ по курсу «Органическая химия» для студентов специальности 6-05-0722-05 «Производство изделий на основе трехмерных технологий» в соответствии с учебной программой.

УДК 547 (075.8)

© УО «ВГТУ», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Основные понятия и законы химии».....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Алканы».....	8
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Алкены. Алкадиены»	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Алкины».....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Ароматические углеводороды».....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Спирты».....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Альдегиды и кетоны».....	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Карбоновые кислоты».....	23
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Гидроксикислоты».....	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Углеводы (моно-, ди- и полисахариды)»	29
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Амины. Ароматические амины»	38
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Фенолы».....	43
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Распознавание пластмасс».....	48
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Синтез ВМС методом полимеризации»	52
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Синтез ВМС методом поликонденсации»	55
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Деструкция полимеров. Влияние природы растворителей на скорость набухания и растворения полимеров»	58
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Определение вязкости и молекулярной массы ВМС»	62

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

В лабораторных работах используются едкие, агрессивные и ядовитые вещества. Поэтому работа в химической лаборатории безопасна лишь при строгом соблюдении общих правил и требований техники безопасности.

При выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие общие правила:

1. Содержать рабочее место в чистоте и порядке.
2. Приступать к выполнению опыта лишь тогда, когда уяснены его цель и задачи.
3. Опыты должны выполняться аккуратно, без торопливости, с соблюдением всех требований, содержащихся в лабораторном практикуме. Все опыты выполнять стоя.
4. В лаборатории необходимо соблюдать тишину, запрещается есть, пить и заниматься посторонними делами.
5. После использования реактива его необходимо сразу ставить на полку, чтобы не создавать беспорядка на рабочем месте.
6. Во избежание загрязнения взятое из склянки излишнее количество реактива (особенно жидкости) обратно не возвращать, не путать пробки со склянок. После пользования реактивом немедленно закрыть склянку пробкой.
7. Правильно пользуйтесь нагревательными приборами и строго соблюдайте правила безопасности при нагревании:
 - а) нельзя нагревать вещества в толстостенной посуде;
 - б) отверстие пробирки при нагревании направлять в сторону от себя и своих товарищей, не наклоняться над нагреваемой посудой;
 - в) в пробирке нагревать только небольшие количества вещества, жидкость должна занимать не более $1/3$ объема пробирки;
 - г) пробирку с веществом сначала слегка прогреть всю, затем нагревать в нужном месте, не вынимая из пламени горелки. Нагревать пробирку необходимо ниже уровня жидкости. Между держателем и пробиркой должен быть небольшой зазор;
 - д) после нагревания немедленно погасить пламя.
8. Определять запах вещества следует, не вдыхая пары полной грудью, а направляя их к себе лёгким движением руки.
9. После окончания работы обязательно вымыть руки. После выполнения опытов содержимое пробирок вылить в раковину и промыть большим количеством воды.
10. Необходимо соблюдать экономию при расходовании реактивов, электроэнергии, дистиллированной воды, бережно относиться к химической посуде, лабораторному оборудованию, учебно-методическим материалам.
11. Работы с кислотами и щелочами проводить так, чтобы реактивы не попадали на одежду, лицо, руки. Наливая раствор в пробирку, её надо держать на некотором расстоянии от себя.

12. При обращении с неизвестными веществами необходимо проявлять повышенную осторожность. Ни при каких обстоятельствах нельзя пробовать вещество на вкус!

13. Необходимо немедленно убрать все пролитое, разбитое и просыпанное на столах или на полу в лаборатории. Если кислота прольется на стол или на пол, её следует нейтрализовать щелочью или содой.

14. Набор едких жидкостей в пипетки производить только при помощи резиновой груши.

15. Нельзя употреблять для опытов вещества из капельниц, колб, склянок и упаковок без этикеток и с неразборчивыми надписями.

16. При приготовлении растворов серной кислоты нужно лить её в воду, а не наоборот, так как, вследствие сильного местного разогревания, возможно разбрызгивание концентрированной кислоты. При этом надо пользоваться тонкостенной склянкой или фарфоровой посудой.

17. Никаких веществ из лаборатории нельзя брать домой.

18. Металлическая ртуть и ее пары – сильный яд. Поэтому при поломке термометров необходимо сразу сообщить преподавателю.

19. При порезах стеклом рану нужно продезинфицировать раствором перманганата калия или спиртом, обработать йодом и перевязать бинтом.

20. При ожоге кожи кислотой делать примочки (повязки) раствором пищевой соды (1 чайная ложка соды на стакан воды).

21. При ожоге кожи щелочью делать примочки (повязки) раствором борной кислоты (1 чайная ложка кислоты на стакан воды).

22. После оказания первой помощи пострадавшего направить к врачу.

23. В целях противопожарной безопасности химическая лаборатория снабжена огнетушителями, ящиками с песком, асбестовыми одеялами. Необходимо знать, где находятся противопожарные средства и порядок срочной эвакуации из лаборатории при пожаре.

24. Обо всех случаях отклонения от нормального хода лабораторного занятия немедленно сообщить преподавателю.

Задание 3.

Ответьте на поставленные вопросы.

С помощью каких формул изображают строение органических соединений?

Углеродный скелет – это _____

Функциональная группа – это _____

Какие виды номенклатур применяются в органической химии? _____

Что называется углеводородным радикалом? _____

Какие виды радикалов вы знаете? _____

Напишите структурные формулы радикалов с четырьмя атомами углерода, назовите их.

Разместите функциональные группы в порядке старшинства.

Химическая реакция – это _____

Назовите типы связи в зависимости от способа перекрывания атомных орбиталей, дайте им определения.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Алканы»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Опыт 1. *Получение метана сплавлением ацетата натрия со щёлочью 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 1см^3 0,5 % раствора KMnO_4 , в другую 1см^3 раствора бромной воды (Br_2 (H_2O)).

Пробирку со смесью закрепите в пробиркодержателе в горизонтальном положении, прогрейте её на спиртовке, а затем нагревайте. Конец газоотводной трубки поместите поочерёдно 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.

Запись данных опыта.

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

Напишите уравнение горения метана.

Сделайте вывод о реакционной способности метана.

Опыт № 2. Бромирование и окисление гомологов метана

В 1 пробирку налейте 0,5 см³ раствора бромной воды, во 2 – столько же раствора KMnO₄, затем в каждую пробирку прибавьте по 2–3 капли гексана и встряхните.

Запись данных опыта.

Исчезает ли окраска, обусловленная бромом и KMnO₄.

Сделайте вывод о реакционной способности алканов.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Алкены. Алкадиены»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

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

В сухую пробирку налейте 3 см³ серновинной кислоты, состоящей из равных количеств этилового спирта (C₂H₅OH) и серной кислоты (H₂SO₄). Бросьте 2–3 кипяtilьных камешка (для равномерного кипения реакционной смеси), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 1 см³ раствора бромной воды, во вторую 1 см³ 0,5 % раствора KMnO₄ и 2 см³ H₂O (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 KMnO₄ и пропускайте этилен до изменения окраски раствора. Осушите конец газоотводной трубки фильтровальной бумагой и подожгите выделяющийся газ.

Запись данных опыта.

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

Напишите схему реакции бромирования этилена. Укажите тип реакции.

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

Напишите схему реакции окисления этилена раствором KMnO₄.

С учётом внешнего признака реакции окисления по Вагнеру (с раствором KMnO₄) в нейтральной среде укажите, как изменяется степень окисления марганца при восстановлении KMnO₄ до MnO₂.

Напишите схему реакции горения этилена.

Опыт № 2. Бромирование и окисление ненасыщенных соединений. Качественные реакции на кратную связь

В первую пробирку налейте 1 см³ раствора бромной воды, во вторую – 1 см³ 0,5 % раствора $KMnO_4$ и 2 см³ H_2O . Затем в каждую пробирку добавьте 3–4 капли скипидара, встряхните содержимое пробирок. Скипидар содержит ненасыщенный углеводород $C_{10}H_{20}$ – пинен.

Запись данных опыта.

Напишите схемы реакций бромирования и окисления по Вагнеру (раствором $KMnO_4$) ненасыщенного соединения общей формулой $R-CH=CH_2$.

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 ?

Укажите внешние признаки качественных реакций на кратную связь.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Алкины»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

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

В штативе подготовьте 2 пробирки: в одну налейте 2 см³ 0,5 % раствора $KMnO_4$, во вторую – 2 см³ 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).

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции получения ацетилена из карбида кальция.

Напишите схемы реакций бромирования ацетилена и его окисления по Вагнеру.

Напишите схему реакции горения ацетилена

Опыт 2. Получение ацетиленида меди

В пробирку налейте 1 см³ аммиачного раствора закиси меди ($[Cu(NH_3)_2]OH$); опустите конец газоотводной трубки от пробирки, в которой

получали ацетилен. Наблюдается появление красно-коричневого окрашивания вследствие образования ацетиленида меди.

Запись данных опыта.

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

Напишите схему реакции взаимодействия октина-1 с $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$.

Перечислите качественные реакции на тройную связь.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Ароматические углеводороды»**

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Опыт 1. Отношение бензола и толуола к бромной воде

В одну пробирку поместите 1 см³ бензола, а во вторую – 1 см³ толуола. Добавьте в каждую по 1 см³ раствора бромной воды Br₂(H₂O). Наблюдается ли обесцвечивание желтого раствора бромной воды?

Запись данных опыта.

Объясните, почему бензол и его гомологи не бродируются в этих условиях?

Назовите критерии ароматического строения аренов.

Опыт 2. Отношение бензола и толуола к окислителям (KMnO₄)

В одну пробирку налейте 1 см³ бензола, а во вторую – 1 см³ толуола. В каждую пробирку добавьте по 1 см³ 0,5 % раствора KMnO₄, встряхните. Обесцвечивание растворов не наблюдается.

Добавьте в каждую пробирку по 1 см³ 10 % раствора H₂SO₄ и осторожно нагрейте. В одной из пробирок наблюдается обесцвечивание розового раствора KMnO₄.

Запись данных опыта.

Объясните, почему бензол и толуол не окисляются в нейтральной среде раствором KMnO₄?

Напишите схему реакции окисления толуола раствором KMnO₄ в кислой среде. Назовите продукт реакции.

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 см³ концентрированной HNO₃ и 0,5 см³ концентрированной H₂SO₄. Приготовленную смесь охладите под струёй холодной воды, а затем добавьте в пробирку 1 см³ 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.

Запись данных опыта.

Дайте определение реакции нитрования.

Напишите схему реакции нитрования бензола. Какова роль H₂SO₄ в этой реакции?

Опыт 4. Сульфирование толуола

В сухую пробирку налейте 1,5 см³ концентрированной H₂SO₄ и 1,5 см³ 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.

Запись данных опыта.

Дайте определение реакции сульфирования.

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

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Спирты»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Опыт 1. *Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.*

В сухую пробирку поместите небольшой кусочек (с рисовое зёрнышко) металлического натрия. Добавьте 0,5 см³ 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 см³ дистиллированной воды, 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина, наблюдается появление малиновой окраски.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции взаимодействия натрия с этиловым спиртом.

Какое свойство спирта подтверждает эта реакция?

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

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 см³ 2 % раствора сульфата меди ($CuSO_4$) и 2 см³ 10 % раствора гидроксида натрия ($NaOH$). Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок $Cu(OH)_2$ разделите на 2 пробирки поровну. В первую пробирку добавьте 0,5 см³ этанола, а во вторую – 0,5 см³ разбавленного раствора глицерина (1:1). В какой из пробирок голубой осадок $Cu(OH)_2$ растворился с образованием синего раствора?

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции получения гидроксида меди.

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

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 см³ серновинной кислоты, состоящей из концентрированной H₂SO₄ и этанола (C₂H₅OH) 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.

Запись данных опыта.

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

Напишите схему реакции этанола с хлороводородом, укажите тип реакции.

Опыт 4. Межмолекулярная дегидратация этанола (получение диэтилового эфира)

В сухую пробирку поместите 1 см³ смеси концентрированной H₂SO₄ и этанола в соотношении 1:1, добавьте 1 кипяtilьный 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 см³ этанола. Образование диэтилового эфира ощущается по запаху.

Запись данных опыта.

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

Напишите схему реакции межмолекулярной дегидратации этанола.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Альдегиды и кетоны»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Опыт 1. Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта

В пробирку поместите 1 см^3 этанола, 1 см^3 10 % раствора H_2SO_4 и $0,5\text{ см}^3$ 0,5 % 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 см^3 раствора фуксинсернистой кислоты и при-

лейте $0,5 \text{ см}^3$ полученного раствора. Появляется розово-фиолетовое окрашивание – качественная реакция на альдегид.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции окисления этанола в уксусный альдегид.

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 см^3 2 % раствора CuSO_4 и 2 см^3 10 % раствора NaOH . Содержимое пробирки хорошо встряхните. Полученный голубой осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$ разделите поровну на 2 пробирки. В первую пробирку прибавьте $0,5 \text{ см}^3$ формалина, во вторую – $0,5 \text{ см}^3$ ацетона. Содержимое пробирок нагрейте осторожно до кипения. В первой пробирке осадок приобретает сначала жёлтую окраску (CuOH), а затем – красную (Cu_2O). Если пробирка была чистая, 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 $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции получения реактива $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Напишите схему реакции окисления формальдегида гидроксидом меди (II).

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

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

Какой реакцией можно отличить альдегид от кетона?

Опыт 3. Открытие ацетона посредством перевода его в иодоформ (CHI_3)

В пробирку поместите $0,5 \text{ см}^3$ раствора I_2 в KI 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 – CHI_3 .

Запись данных опыта.

Напишите схемы реакций.

Опыт 4. Взаимодействие ацетона с гидросульфитом натрия ($NaHSO_3$)

В пробирку поместите 1 см^3 насыщенного раствора $NaHSO_3$, добавьте $0,5 \text{ см}^3$ ацетона. Разогревшуюся смесь встряхните и охладите под струёй холодной воды. Если осадок не выпадает, то потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Наблюдается интенсивное образование кристаллического осадка.

Прилейте к осадку $1–2 \text{ см}^3$ 10 % HCl , наблюдается растворение осадка.

Запись данных опыта.

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

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

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Карбоновые кислоты»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

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

В сухую пробирку поместите обезвоженный ацетат натрия (CH_3COONa) слоем 1 см и прибавьте 2 см³ концентрированной H_2SO_4 . Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой поместите в пробирку, погружённую в стакан с ледяной водой.

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

Запись данных опыта.

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

Почему уксусная кислота называется ледяной?

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

В пробирке смешайте 2 см³ этилового спирта ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), 2 см³ концентрированной уксусной кислоты (CH_3COOH) и 0,5 см³ концентрированной серной кислоты (H_2SO_4). Смесь в пробирке хорошо перемешайте и нагрейте на водяной бане при температуре 70 °С 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.

Запись данных опыта.

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

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 см^3 10 % раствора CH_3COOH , во вторую 1 см^3 10 % раствора HCl . Осадок растворяется только в растворе соляной кислоты.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции образования оксалата кальция.

Напишите схему реакции, приводящей к растворению осадка оксалата кальция.

На каком свойстве основана реакция идентификации оксалата кальция?

Опыт 4. Декарбоксилирование щавелевой кислоты

В сухую пробирку поместите 2 лопаточки щавелевой кислоты. Добавьте $0,5 \text{ см}^3$ 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 см^3 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.

Запись данных опыта.

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

Напишите схемы реакций обнаружения выделяющихся газов.

Опыт 5. Окисление щавелевой кислоты

В пробирку поместите 1 см³ насыщенного раствора щавелевой кислоты, прибавьте 1 см³ 10 % раствора H₂SO₄ и 2 см³ 0,5 % раствора KMnO₄. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку с 2 см³ баритовой воды. Реакционную смесь нагрейте на спиртовке до обесцвечивания раствора. В пробирке с Ba(OH)₂ наблюдается помутнение раствора.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции окисления щавелевой кислоты раствором KMnO₄ в кислой среде.

Напишите схему качественной реакции на CO₂.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Гидроксикислоты»**

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

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 см^3 молочной кислоты и 1 см^3 концентрированной серной кислоты и нагрейте над пламенем спиртовки. Отметьте, что происходит с жидкостью? Подожгите выделяющийся газ, поднеся горящую спичку к отверстию пробирки.

Запись данных опыта.

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 .

Можно ли использовать эту реакцию для обнаружения α -гидроксикислот?

Опыт 2. Окисление молочной кислоты раствором KMnO_4

В пробирку налейте 2 см^3 молочной кислоты, нейтрализуйте (по лакмусу) 10 % раствором Na_2CO_3 и добавьте 1 см^3 5 % раствора KMnO_4 . Содержимое пробирки встряхните и нагрейте до кипения на спиртовке. Отметьте, что происходит с окраской раствора KMnO_4 , объясните наблюдаемые явления.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции взаимодействия молочной кислоты с Na_2CO_3 . Сравните кислотные свойства молочной и угольной кислот.

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 см^3 15 % раствора винной кислоты и 2 см^3 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.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции неполной нейтрализации винной кислоты раствором гидроксида калия.

Напишите схему реакции образования тартрата калия.

Наличием 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 см^3 2 % раствора сульфата меди (CuSO_4) и 1 см^3 10 % раствора гидроксида натрия (NaOH). К выпавшему голубому осадку

(Cu(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.

Запись данных опыта.

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

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

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Углеводы (моно-, ди- и полисахариды)»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

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

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 сахара меди добавьте 1 см³ 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.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции окисления глюкозы гидроксидом меди.

Чем объясняется наличие восстановительных свойств у глюкозы?

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 см³ 2 % раствора CuSO₄ и 2 см³ 10 % раствора NaOH. К образовавшемуся голубому осадку добавьте 1 см³ глицерина и перемешайте. Голубой осадок растворяется, образуется синий раствор глицерата меди (II) – это реактив Гайнеса.

К полученному раствору прилейте 1 см³ 0,5 % раствора глюкозы и 1 см³ 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.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции получения глицерата меди (II).

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

Опыт 4. Доказательство наличия гидроксильных групп у сахарозы и мальтозы

В первую пробирку налейте 1 см^3 1 % раствора сахарозы, а во вторую – 1 см^3 1 % раствора мальтозы. Затем в каждую пробирку добавьте по 3 см^3 10 % раствора NaOH и по $0,5\text{ см}^3$ 2 % раствора CuSO_4 . Вместо ожидаемого осадка гидроксида меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 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.

Запись данных опыта.

Приведите строение дисахаридов сахарозы и мальтозы.

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

Опыт 5. *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.

Запись данных опыта.

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

Почему сахароза не способна к цикло-оксо-таутомерии?

Объясните причину отсутствия восстановительных свойств у молекулы сахарозы. Будет ли мутаротировать свежеприготовленный раствор сахарозы?

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

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

Объясните причину наличия восстановительных свойств у молекулы мальтозы.

Опыт 6. Качественная реакция на крахмал

В пробирку налейте 1 см³ 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.

Запись данных опыта.

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

Какую конформацию имеет цепь амилозы?

Какова причина появления синей окраски раствора амилозы при добавлении йода?

Опыт 7. Отсутствие восстановительной способности у крахмала

Поместите в пробирку 1 см³ 0,5 % раствора крахмального клейстера, добавьте 2 см³ 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.

Запись данных опыта.

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

Напишите схемы реакций термического разложения Cu(OH)₂ и CuOH. Отметьте внешние признаки этих реакций.

Опыт 8. Кислотный гидролиз крахмала

В пробирку поместите 1 см³ 0,5 % раствора крахмального клейстера, добавьте 2 см³ 10 % раствора H₂SO₄ 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 I₂ в KI 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 см³ 10 % раствора NaOH для нейтрализации кислоты (H₂SO₄) и создания щелочной среды. Затем добавьте 1 см³ 2 % раствора CuSO₄. Нагрейте верхнюю часть раствора в пробирке, отметьте появление желто-красной окраски. Это положительная проба Троммера.

Запись данных опыта.

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

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

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

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Амины. Ароматические амины»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

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.

Запись данных опыта.

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

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 см³ 5 % раствора NaNO₂ (нитрит натрия). При встряхивании наблюдается выделение пузырьков газа азота, а также CO₂ и воды. Эта реакция используется для обнаружения аминогруппы.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции получения HNO₂ взаимодействием нитрита натрия с азотной кислотой.

Напишите схему реакции разложения мочевины при действии азотистой кислоты.

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

В пробирку поместите 1 см³ 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 рН 4,4–6,2.

Запись данных опыта.

Объясните отсутствие кислой реакции у глицина.

Приведите строение глицина в виде биполярного иона.

Опыт 4. Образование внутрикомплексной медной соли глицина

В две пробирки поместите по 1 см³ 2 % раствора CuSO₄. В одну пробирку добавьте 1 см³ 1 % раствора глицина, а другую оставьте для сравнения окраски. Затем в обе пробирки прилейте по 1 см³ 10 % раствора NaOH. Отметьте внешние признаки в каждой пробирке.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции образования комплексной соли глицина.

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

Опыт 5. Реакция глицина с азотистой кислотой

В пробирку поместите 1 см³ 1 % раствора глицина и 1 см³ 5 % раствора нитрита натрия (NaNO₂). Затем добавьте 0,5 см³ концентрированной уксусной кислоты и осторожно встряхните реакционную смесь. Наблюдается интенсивное выделение пузырьков газа азота.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции взаимодействия глицина с азотистой кислотой.

Какое практическое значение имеет реакция дезаминирования α -аминокислот.

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

В пробирку поместите 1 см³ 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.

Опыт 7. *Растворимость анилина в воде*

В пробирку налейте 1 см³ анилина C₆H₅NH₂, добавьте 3 см³ воды и встряхните. Образуется мутная жидкость – эмульсия анилина в воде. Сохраните эмульсию для следующего опыта.

Запись данных опыта.

Почему анилин плохо растворяется в воде?

Опыт 8. *Доказательство основных свойств анилина и растворение его солей в воде*

а) Опустите красную лакмусовую бумажку в пробирку с эмульсией анилина в воде.

Запись данных опыта.

Наблюдается ли посинение лакмусовой бумажки? _____

Охарактеризуйте основные свойства анилина, сравните их с основностью аммиака.

б) В две пробирки налейте по 1 см³ эмульсии анилина в воде. В первую пробирку добавьте 1 см³ 10 % раствора HCl, во вторую – 1 см³ 10 % раствора H₂SO₄ и встряхните.

В первой пробирке эмульсия растворилась, во второй образовался кристаллический осадок. Раствор первой пробирки сохраните для опыта 3.

Запись данных опыта.

Какие свойства анилина подтверждаем взаимодействием его с кислотами? _____

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

Опыт 9. *Взаимодействие анилина с бромной водой (качественная реакция)*

В пробирку налейте 1 см³ раствора бромной воды и добавьте несколько капель раствора фениламмоний хлорида (C₆H₅NH₃)Cl, полученного в опыте 8б. При этом медленно выпадает осадок.

Запись данных опыта.

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

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

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

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

Опыт 10. *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 8б. 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.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «Фенолы»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Задание 3.

Задание 4.

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 см³ воды и хорошо встряхните. При этом образуется мутная жидкость — эмульсия фенола.

б) К 1 см³ 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.

Запись данных опыта.

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

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

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 см³ воды и добавьте постепенно насыщенного водного раствора брома (1 см³ брома в 100 см³ воды). При этом желтая окраска брома исчезает и постепенно выделяется белый осадок 2,4,6-трибромфенола.

Запись данных опыта.

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

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 см³ 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 FeCl₃. Растворы фенолов приобретают различную окраску, соответственно: 1 – красно-фиолетовую,

2 – зелёную, 3 – фиолетовую, 4 – зелёную, переходящую в желтую, 5 – красную.

Запись данных опыта.

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

Какую реакцию можно использовать для обнаружения фенолов?

Опыт 4. Окисление фенола

К 1 см^3 5 % водного раствора фенола прилейте 1 см^3 10 % раствора Na_2CO_3 и по каплям добавьте 0,5 % раствор KMnO_4 , встряхните пробирку. Окраска розового раствора KMnO_4 изменяется.

Запись данных опыта.

Напишите схему реакции окисления фенола.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Распознавание пластмасс»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Задание 3.

Задание 4.

Задание 5.

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 представьте в виде таблицы 13.1.

Таблица 13.1 – Результаты наблюдений

Название полимера	Формула полимера	Размягчение	Плавление	Цвет пламени и степень горючести	Запах продуктов горения	Способность вытягиваться в нить

В. Распознайте неизвестный полимер по поведению его при нагревании и горении в сравнении с результатами, приведенными в таблице 13.2.

Таблица 13.2 – Поведение пластмасс при нагревании и горении

Вид пластмассы	Отношение к горению	Характер горения	Окраска пламени	Запах продуктов горения
1	2	3	4	5
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 60–700 С, выше 110–1200 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. Отношение полимера к действию кислот и щелочей

В пробирки поместите по кусочку полимера и прилейте: а) разбавленные (10%) растворы кислот (H₂SO₄, HNO₃) и щелочи NaOH; б) концентрированные кислоты (H₂SO₄, HNO₃) и щелочи NaOH.

Отметьте изменения, происходящие в пробирках при комнатной температуре и при нагревании.

а)

Полимер	H ₂ SO ₄ разбавленная	HNO ₃ разбавленная	NaOH разбавленная

б)

Полимер	H ₂ SO ₄ концентрированная	HNO ₃ концентрированная	NaOH концентрированная

Сделайте вывод о химической устойчивости полимера.

Опыт 3. Качественное определение растворимости полимера

В пробирку поместите 0,5 г образца полимера, добавьте 5 см³ 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 13.3, где растворимость указана буквой Р.

Таблица 13.3 – 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	-	-	-	-	-

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Синтез ВМС методом полимеризации»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Задание 3.

Опыт 1. *Получение полиметилметакрилата*

В сухую пробирку поместите 2–3 см³ метилметакрилата, добавьте лопаточку пероксида бензоила (или 0,5 см³ пероксида водорода), встряхивайте 2–3 мин до растворения пероксида, а затем нагревайте на водяной бане (нагре-

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.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Синтез ВМС методом поликонденсации»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Задание 3.

Задание 4.

Задание 5.

Опыт 1. Получение карбаминоформальдегидной смолы

В круглодонную колбу поместите 3 г карбамида (мочевины), 20 см³ формалина и 5–6 капель раствора аммиака. Колбу закройте пробкой с обратным холодильником и нагрейте на кипящей водяной бане 30 мин. Через полчаса колбу снимите, добавьте ещё 3 г карбамида и 4 см³ спирта и нагрейте на водяной бане ещё 30 мин. Затем содержимое колбы вылейте в фарфоровую чашку, поставьте на плитку и нагревайте, постоянно помешивая стеклянной палочкой, до образования сиропа.

В полученном сиропе пропитайте кусочек ткани, подсушите в сушильном шкафу, а затем замочите в растворе NH₄Cl, придайте форму и снова высушите. Пропитанную и высушенную ткань промойте под краном водой и снова высушите. Отметьте, будет ли промытая ткань размягчаться и изменять свою форму.

Напишите схемы протекающих реакций:

1. Получения карбаминоформальдегидной смолы;
-
-
-
-
-
-
-
-

2. Отверждение смолы под действием температуры.
-
-
-
-
-
-
-
-

Ответьте на опросы:

Почему реакция получения карбаминоформальдегидной смолы является необратимой?

Почему пропитанная сиропом ткань и высушенная в присутствии NH_4Cl не размягчается и сохраняет приданную ей форму?

Сделайте вывод, какая реакция называется поликонденсацией.

Опыт 2. Исследование свойств отверждённой и нетермоотверждённой смолы на растворимость и способность плавиться

А. В пробирки налейте растворители (дистиллированная вода, этиловый спирт, ацетон, бензол, хлороформ) и добавьте по 2–3 капли полученного сиропа. Отметьте, что наблюдаете.

Б. Оставшуюся в чашке смолу доведите до состояния густого сиропа и охладите. Смола становится твёрдой и хрупкой. Испытайте такую смолу на растворимость и сделайте вывод.

В. В пробирку поместите кусочек твёрдой смолы и нагрейте на пламени спиртовки. Отметьте, что наблюдаете.

Сделайте вывод о свойствах отверждённой и неотверждённой смолы.

Почему жидкая смола растворяется, а термоотвержденная – не растворяется в растворителях и не плавится при нагревании?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Деструкция полимеров. Влияние природы растворителей на скорость набухания и растворения полимеров»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Задание 3.

Задание 4.

Задание 5.

Задание 6.

Задание 7.

Опыт 1. Деполимеризация полиметилметакрилата

В пробирку поместите 5–6 г измельченного полиметилметакрилата, закройте её пробкой с газоотводной трубкой, которую соедините с холодильной трубкой длиной 25–30 см. Конец холодильной трубки опустите в сухую пробирку, поместив её в стакан со льдом. Пробирку с полимером укрепите в держателе и нагревайте на пламени спиртовки до полного разложения полимера. В пробирке, находящейся в охлаждающей смеси, образуется желтоватая жидкость.

Опыт 2. Испытание полученной жидкости на наличие двойной связи

В пробирку налейте 2–3 см³ бромной воды и добавьте 1–2 капли полученной жидкости. Наблюдается обесцвечивание бромной воды.

Ответьте на вопросы:

Почему бромная вода обесцвечивается?

Что образуется из полимера при его нагревании?

Напишите уравнение реакции термического разложения полиметилметакрилата и взаимодействие продукта реакции с бромной водой.

Сделайте вывод, какая реакция полимера называется деполимеризацией.

Опыт 3. Исследование влияния природы растворителя на скорость набухания полимера

Полученные навески разверните, запишите данные и закрепите кусочки 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 16.1.

Таблица 16.1 – 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.

Дата _____

Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
«Определение вязкости и молекулярной массы ВМС»

Задания предлабораторного контроля

Задание 1.

Задание 2.

Определение молекулярной массы по характеристической вязкости основано на применении уравнения, учитывающего влияние формы молекул на зависимость между вязкостью раствора и молекулярной массой полимера:

$$[\eta]_x = K_m * M^\alpha$$

и проводится следующим образом:

1. Приготовление растворов полимера концентрацией 0,05 %; 0,1 %; 0,2 %; 0,5 %; 0,8 %.

Приготовьте растворы указанных концентраций из 1%-ного раствора ПВС. Для этого смешайте указанные ниже количества ПВС и воды в колбочках и подпишите концентрацию полученного раствора.

ПВС 1 % см ³	0,5	1,0	2,0	5,0	8,0
H ₂ O см ³	9,5	9,0	8,0	5,0	2,0
C %	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8

2. Определение относительной вязкости ($\eta_{\text{отн}}$)

Относительную вязкость ($\eta_{\text{отн}}$) вычисляют по формуле:

$$\eta_{\text{отн}} = \frac{\eta_{\text{раствора}}}{\eta_{\text{растворитель}}} = \frac{\tau_{\text{раствора}}}{\tau_{\text{растворителя}}}$$

Время (τ) истечения раствора и растворителя определяют в вискозиметре. Сначала измерьте время истечения чистого растворителя. Для этого 5 см³ дистиллированной воды залейте в более широкое колено вискозиметра и с помощью резиновой груши засасывайте растворитель выше верхней метки над шарообразным расширением. Затем засасывание прекратите, и вода начинает переливаться в широкое колено вискозиметра. Как только уровень воды опустится до верхней метки, включите секундомер, а когда вода опустится до нижней метки, выключите секундомер и запишите время, в течение которого вода вытекает из капилляра. Измерения повторите 3–4 раза, после чего вычислите среднее время истечения воды (τ растворителя) из капилляра. Таким же обра-

зом определите время истечения приготовленных растворов полимера. Для всех концентраций берётся одинаковый объём – 5 см³, измерения проводить в последовательности, соответствующей возрастанию концентрации. После каждого измерения вискозиметр надо промыть раствором следующей концентрации.

3. Определение удельной вязкости ($\eta_{уд}$)

Удельной вязкостью раствора полимера называется относительное приращение вязкости растворителя при добавлении к нему полимера.

Удельную вязкость растворов рассчитывают по формуле:

$$\eta_{уд} = \frac{\eta_{p-ра} - \eta_{p-мель}}{\eta_{p-мель}} = \frac{\eta_{p-ра}}{\eta_{p-мель}} - 1 = \eta_{отн} - 1$$

4. Определение приведенной вязкости ($\eta_{прив}$)

Приведенная вязкость или отношение удельной вязкости к концентрации раствора данного полимера при бесконечно большом разбавлении.

Рассчитайте приведенную вязкость:

$$\eta_{прив} = \lim_{c \rightarrow 0} \left(\frac{\eta_{уд}}{C} \right)$$

5. Характеристическая вязкость ($\eta_{хар}$)

Характеристической вязкостью называется предельное значение приведенной вязкости $\eta_{уд}/C$.

Результаты определений вязкостей растворов поливинилового спирта представьте в таблице 17.1.

Таблица 17.1 – Определение вязкости растворов ПВС

С % раствора полимера	Время истечения (τ), среднее значение	$\eta_{отн}$	$\eta_{уд}$	$\eta_{уд}/C$
вода				
0,05				
0,10				
0,20				
0,50				
0,80				

На основании полученных данных постройте кривую зависимости $\eta_{уд}/C$ от C , продлите её до пересечения с осью ординат и по значению $\eta_{уд}/C$ в точке пересечения рассчитайте величину молекулярной массы по формуле:

$$[\eta]_x = K_m \cdot M^\alpha$$

$$\lg [\eta]_x = \lg K_m + \alpha \cdot \lg [M]$$

$$\lg M = \frac{\lg [\eta]_x - \lg K_m}{\alpha}$$



Ответьте на вопросы:

Как связана между собой характеристическая вязкость и молекулярная масса растворённого высокомолекулярного соединения?

В чём смысл экстраполяции $\eta_{уд}/C$ к нулевой концентрации?

Сделайте вывод по работе.

От чего зависят коэффициенты K и α в уравнении Марка – Хаувинка – Флори?

Дата _____

Подпись преподавателя _____

Учебное издание

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рабочая тетрадь
по выполнению лабораторных работ

Составители:
Попко Елена Павловна
Бужинская Карина Олеговна

Редактор *Р. А. Никифорова*
Компьютерная верстка *Л. А. Коваленко*

Подписано к печати 03.01.2024. Формат 60x90¹/₈. Усл. печ. листов 8,4.
Уч.-изд. листов 5,3. Тираж 35 экз. Заказ № 3.

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