

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»
Кафедра химии и естественнонаучного образования

Е.А. Шатова, О.М. Балаева-Тихомирова

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
ГОМОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ
ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ**

*Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ*

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2025*

УДК 547.022(076.5)
ББК 24.2я73
Ш28

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 2 от 30.12.2024.

Авторы: старший преподаватель кафедры химии и естественнонаучного образования ВГУ имени П.М. Машерова **Е.А. Шатова**; доцент кафедры химии и естественнонаучного образования ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат биологических наук, доцент **О.М. Балаева-Тихомирова**

Р е ц е н з е н т :
профессор кафедры химии и естественнонаучного образования
ВГУ имени П.М. Машерова,
доктор биологических наук, профессор *А.А. Чиркин*

Шатова, Е.А.

Ш28

Органическая химия: Гомофункциональные производные углеводов : методические рекомендации к выполнению лабораторных работ / Е.А. Шатова, О.М. Балаева-Тихомирова. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2025. – 36 с.

Методические рекомендации подготовлены в соответствии с типовой учебной программой по дисциплине «Органическая химия» для студентов факультета химико-биологических и географических наук дневной формы получения образования специальности 6-05-0113-02 Природоведческое образование (Биология и химия). Учебное издание предназначено для использования на лабораторных занятиях и самостоятельной работы.

Содержится справочная информация в виде QR-кодов.

УДК 547.022(076.5)
ББК 24.2я73

© Шатова Е.А., Балаева-Тихомирова О.М., 2025
© ВГУ имени П.М. Машерова, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Техника безопасности при выполнении лабораторных работ по органической химии	5
МОДУЛЬ 3 Гомофункциональные соединения углеводов	7
ТЕМА 3.1 Одноатомные спирты	7
ТЕМА 3.2 Многоатомные спирты	9
ТЕМА 3.3 Фенолы. Ароматические спирты	10
ТЕМА 3.4 Простые эфиры	13
ТЕМА 3.5 Карбонильные соединения. Химические свойства альдегидов и кетонов	16
ТЕМА 3.6 Ароматические альдегиды и кетоны	19
ТЕМА 3.7 Монокарбоновые кислоты	21
ТЕМА 3.8 Ароматические карбоновые кислоты	24
ТЕМА 3.9 Карбоновые кислоты и их производные	26
ТЕМА 3.10 Жиры как сложные эфиры	29
ТЕМА 3.11 Дикарбоновые кислоты	31
ТЕМА 3.12 Обобщение и систематизация знаний по модулю «Гомо-функциональные соединения углеводов»	34

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по органической химии составлены для студентов факультета химико-биологических и географических наук дневной формы получения образования специальности 6-05-0113-02 Природоведческое образование (Биология и химия).

В соответствии с положением о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов материал дисциплины «Органическая химия» разделен на четыре учебных модуля:

- 1) общие представления в органической химии;
- 2) углеводороды;
- 3) гомофункциональные соединения;
- 4) гетерофункциональные органические соединения.

В данном учебном издании представлены лабораторные занятия по модулю 3. Гомофункциональные производные углеводов.

В состав модуля входят темы в соответствии с планом лабораторных занятий и лекций. Лабораторные работы облегчают студентам изучение курса органической химии, создают возможность рассмотрения классов органических соединений в порядке усложнения структуры веществ, формируют представления о связи реакционной способности органических молекул с их строением.

При самоподготовке к занятию студенту необходимо изучить теоретический материал темы по рекомендуемой литературе, презентациям в sdo.vsu.by и конспекту лекции и выполнить теоретические задания самостоятельно. Экспериментальная часть выполняется на лабораторном занятии, студент должен отметить свои наблюдения, записать уравнения реакций, сделать вывод. Закреплению учебного материала способствуют приводимые после каждой темы расчетные задачи.

Также содержится справочная информация, которая представлена в виде QR-кодов. Справочная информация может иметь вид картинки, или видеофайла. Для того чтобы просмотреть информацию, содержащуюся в QR-коде, необходимо взять мобильный телефон, установить на него приложение для сканирования QR-кода (например, QR CodeReader или *Сканер QR & Штрих-кодов*), включить передачу данных, открыть приложение для сканирования, навести объектив камеры на QR-код и получить ссылку на информацию. Далее необходимо перейти по этой ссылке.

Данный практикум может оказать помощь преподавателям в организации управляемой самостоятельной работы студентов по дисциплине «Органическая химия», обеспечить активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и формировании профессиональных компетенций будущего специалиста.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Работа в химической лаборатории связана с некоторой опасностью, т.к. многие органические вещества в той или иной степени ядовиты, огне- и взрывоопасны.

Токсичность. Органические вещества могут оказывать токсическое действие при попадании в организм через органы пищеварения, повреждённую или не повреждённую кожу и при вдыхании их паров. Избежать отравления через органы пищеварения достаточно легко, для этого надо мыть руки после работы и не принимать пищу в лаборатории. Выполнять лабораторную работу следует в защитном халате. Необходимо следить за тем, чтобы вещества не попадали на кожу рук и лица, и особенно в глаза. Особо опасными в этом плане являются: бром и его растворы, фенол, нитросоединения, щелочи и концентрированные растворы кислот. Берегите глаза от щелочей! Для защиты кожи рук использовать личные резиновые перчатки. Особо опасным является отравление через органы дыхания. Это связано с большой летучестью органических соединений. Работать с органическими летучими веществами 1–4 класса опасности необходимо только при включенной тяге и ни в коем случае не выливать их в раковину, а только в специальные банки для слива отработанных реактивов. Опасность многих соединений увеличивается в связи с тем, что они обладают кумулятивным действием, т.е. способны накапливаться в организме. Работайте аккуратно! Не разливайте вещества!

Пожароопасность. Многие органические вещества являются легковоспламеняющимися (бензин, гексан, ацетон, бензол). Нагревать и перегонять такие вещества можно только на водяных банях.

Работа с легковоспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ).

Работы проводят только под тягой. Категорически запрещается работать с растворителями, в которых обнаружены пероксиды. Нагревают ЛВЖ только на песчаных, водяных банях в колбах с обратными холодильниками, но не в открытой посуде.

Правила безопасности при возникновении пожара.

В этом случае следует выключить вентиляцию, нагревательные приборы, удалить все горючие вещества. При загорании электрических проводов следует выключить ток и тушить провода песком или углекислотным огнетушителем. Применение воды и пенных огнетушителей – недопустимо!

Для тушения ЛВЖ используют противопожарные одеяла, песок, пенные и углекислотные огнетушители. При загорании одежды на человеке нужно немедленно закутать его в огнестойкую накидку.

Взрывоопасность. Взрывоопасными являются ацетилениды серебра и меди, гремучее серебро, которое может образовываться при длительном хранении аммиачного раствора оксида серебра, смеси ацетилена, метана, водорода с кислородом или водородом. В этих случаях работайте в очках или защитной маске из толстого органического стекла. Для предупреждения бурного вскипания и выбрасывания жидкости, которая нагревается до кипения, необходимо помещать в сосуд кусочки пористого фарфора – «кипяtilьники» – следует вносить только в холодную жидкость. Ни в коем случае нельзя бросать их в жидкость, нагретую до кипения. Категорически запрещается пробовать любые химические вещества на вкус!

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

- При термических ожогах обожженное место промыть спиртом, смочить 5% раствором танина в 40% спирте, наложить противоожоговую мазь.

- При ожогах концентрированными кислотами промыть обожженное место сильной струей воды, а затем 1%-м раствором гидрокарбоната натрия.
- При ожогах концентрированными щелочами пораженное место промыть большим количеством воды, а затем 1%-м раствором уксусной кислоты.
- При ожогах бромом его следует смыть спиртом и смазать пораженное место мазью от ожогов.
- При ожогах жидким фенолом побелевший участок кожи растереть глицерином, пока не восстановится нормальный цвет кожи.

Однако существуют общие правила техники безопасности, выполнение которых обязательно для каждого работающего в лаборатории, изложенными в юмористической форме, но достаточно серьёзными по содержанию.

1. Если у вас нет халата, в лабораторию не входите.
2. Прежде чем что-либо сделать, подумайте.
3. Если не можете думать, не работайте.
4. Если не знаете, как это делается – спросите у преподавателя.
5. Если вы взяли в руки посуду, обращайтесь с ней как с птичкой. Держите её так крепко, чтобы она не выскользнула, и так нежно, чтобы её не раздавить.
6. Если разбили – уберите и скажите преподавателю.
7. Если открыли что-либо – закройте.
8. Если включили – выключите.
9. Если разобрали – соберите.
10. Если не можете собрать – спросите у преподавателя.
11. Если не знаете, как это действует, ради бога не трогайте!
12. Если это вас не касается – не вмешивайтесь.
13. Если вы не разбирали – не вздумайте собирать.
14. Если у вас в руках жидкое – не разлейте, порошкообразное – не рассыпьте, газообразное – не выпустите наружу.
15. Если вы что-либо одолжили – верните.
16. Если пользуетесь чем-либо – держите в чистоте и порядке.
17. Если посуда грязная – опыт не проводите, возьмите чистую посуду.
18. Если сдвинули что-либо – верните на место.
19. С летучими, токсичными веществами – работайте только под тягой.
20. Если работаете с агрессивными веществами и взрывоопасными, наденьте очки.
21. Берегите глаза от щелочей, джинсы от кислот, шерсть от щелочей.
22. Постарайтесь не взорваться. Если взрыв произошёл, отпрыгните как можно дальше, проверьте, живы ли вы, если живы, ликвидируйте последствие взрыва.
23. Не выливайте продукты реакции в раковину, выливайте только в банку для слива отходов.
24. Помните, если вы вылили что-либо в раковину, то рано или поздно оно окажется у вас в лёгких.
25. Если не усвоили этих правил, не входите в лабораторию.

Модуль 3 Гомофункциональные производные углеводородов

ТЕМА 3.1 Одноатомные спирты



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



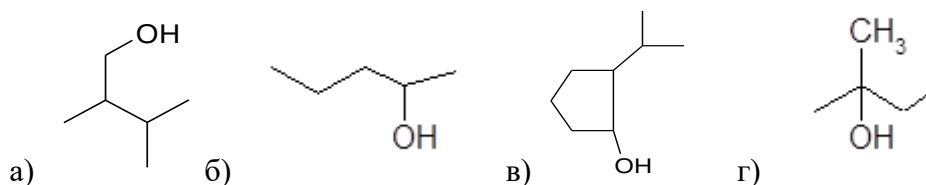
Химические свойства
одноатомных спиртов

Предельные одноатомные спирты (алканола) содержат одну гидроксильную группу – OH, соединённую с насыщенным углеводородным радикалом. Предельные одноатомные спирты имеют общую формулу $R-OH$. В зависимости от того, при каком углеводородном атоме находится гидроксил, различают первичные, вторичные и третичные спирты. Непредельные одноатомные спирты содержат одну гидроксильную группу – OH, соединённую с ненасыщенным углеводородным радикалом. Представителем непредельных одноатомных спиртов является виниловый, аллиловый спирт. Спирты обладают очень слабыми кислотными свойствами и поэтому реагируют только с наиболее активными металлами с образованием солей – алколюлятов. Первичные и вторичные, третичные спирты легко окисляются соответственно в альдегиды и кетоны. Непредельные спирты проявляют свойства спиртов и непредельных соединений.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения



2. Изобразите структурные формулы соединений: а) 1-пентанол; б) 2-метил-2-бутанол; в) аллиловый спирт; г) 2,2,4-триметил-3-гексанол; д) 2-изопропил-5-метилциклогексанол-1

3. Зарисуйте структурные формулы всех изомерных спиртов состава $C_4H_{10}O$. Назовите все соединения по номенклатуре ИЮПАК. Отметьте первичные, вторичные, третичные спирты, и наличие в молекуле ассиметричного центра.

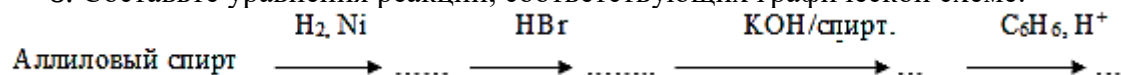
4. Постройте графическую модель *n*-бутилового спирта. Приведите структурные формулы и расположите следующие соединения в порядке увеличения кислотных свойств: а) *n*-бутиловый спирт; б) *втор*-бутиловый спирт; в) *трет*-бутиловый спирт

5. Укажите условия необходимые для протекания данной реакции, действующие реагенты, назовите все соединения: $C_2H_5Cl \rightarrow C_4H_{10} \rightarrow C_4H_9Cl \rightarrow C_4H_8 \rightarrow C_4H_9OH$.

6. Приведите схемы реакций внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации изопропилового спирта в присутствии концентрированной серной кислоты. Продукты реакции назовите.

7. Назовите и распишите механизм реакции пропанола-1 с хлороводородом.

8. Составьте уравнения реакций, соответствующих графической схеме:



9. Установите строение молекулы спирта, имеющего молекулярную формулу $C_4H_{10}O$, который при нагревании с H_2SO_4 образует углеводород состава C_4H_8 , который при озонировании даёт озонид и последующем гидролизе образует уксусный альдегид.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Растворимость спиртов, отношение их к индикаторам. В четыре пробирки налейте по 0,5 см³ спиртов: в первую – этиловый спирт, во вторую – пропиловый или изопропиловый, в третью – бутиловый или изобутиловый, в четвёртую –

амиловый или изоамиловый. В каждую пробирку добавьте по 1 см³ воды. Все смеси встряхните. Какие спирты растворяются лучше?

Что наблюдаете? _____

Из каждой пробирки нанесите стеклянной палочкой по капле растворов на синюю и красную лакмусовые бумажки. Во все пробирки добавьте по 1 капле фенолфталеина. Наблюдается ли изменение окраски индикатора? _____

Вывод: _____

Опыт 2. Получение алкоголята натрия и его гидролиз. К небольшому количеству безводного сульфата меди (II) добавьте примерно 0,5 см³ этанола и встряхните смесь. Если спирт содержал воду, то сульфат меди (II) окрашивается в голубой цвет вследствие образования кристаллогидрата. Дайте смеси отстояться и осторожно декантируйте обезвоженный спирт в чистую пробирку. В эту же пробирку добавьте небольшой кусочек натрия и закройте ее пробкой. По окончании реакции откройте пробку и быстро поднесите к отверстию лучинку.

Что наблюдаете? _____

Для разложения образовавшегося этилата натрия к содержимому пробирки добавьте несколько капель воды и 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина.

Что наблюдаете? _____

Объясните появление окраски индикатора, запишите уравнения проделанных реакций _____

Вывод: _____

Опыт 3. Окисление первичных и вторичных спиртов

а) окисление спиртов хромовой смесью. К 3 см³ хромовой смеси осторожно при встряхивании прилейте около 1 см³ этилового спирта. Происходит изменение окраски от _____ (цвет ионов Cr₂O₇²⁻) до _____ (цвет ионов Cr³⁺). Обратите внимание на цвет раствора и запах.

Что наблюдаете? _____

Проделайте аналогичную реакцию, взяв вместо этилового спирта изопропиловый спирт.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнения реакций _____

б) окисление спиртов перманганатом калия. К 1 см³ этилового спирта, осторожно при встряхивании прилейте 1 см³ щелочного раствора KMnO₄ и нагреваем. Обратите внимание на цвет раствора и запах.

Что наблюдаете? _____

Проделайте аналогичную реакцию, взяв вместо этилового спирта изопропиловый спирт.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнения реакций. _____

Вывод: _____

Расчетные задачи

1. При дегидратации насыщенного одноатомного спирта и последующей обработке образовавшего с соединения избытком бромоводорода получено 65,4 г бромида с выходом 75 % от теоретического. При взаимодействии того же количества спирта с натрием выделилось 8,96 дм³ газа (н.у.). Определите, какой был взят спирт.

2. Найти молекулярную формулу предельного одноатомного спирта, если известно, что из 37 г его натрий вытесняет 560 см³ водорода (н.у.).



Вопросы для самоподготовки

1. Одноатомные спирты. Номенклатура, изомерия. Электронное строение. Физические свойства спиртов, роль водородной связи.

2. Химические свойства спиртов: кислотно-основные свойства. Алкоголяты металлов, их основные и нуклеофильные свойства. Реакции нуклеофильного замещения с участием спиртов. Активация гидроксигруппы протонными кислотами и кислотами Льюиса, превращение в эфиры серной, фосфорной, ди- и трифосфорной кислот. Внутри- и межмолекулярная дегидратация спиртов (образование алкенов и простых эфиров). Окисление первичных и вторичных спиртов.

ТЕМА 3.2 Многоатомные спирты



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



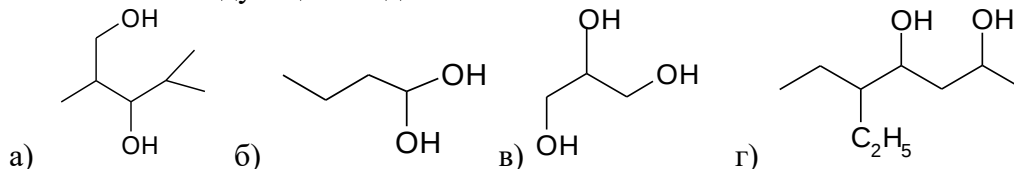
Химические свойства многоатомных спиртов

Многоатомные спирты (полиспирты, полиолы) — органические соединения класса спиртов, содержащие в своём составе более одной гидроксильной группы. Двухатомные спирты, называются диолами или гликолями, трехатомные — триолами или глицеринами.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



2. Изобразите структурные формулы соединений: а) этандиол-1,1; б) пропандиол-1,2; в) пропандиол-2,2; г) пропантриол-1,2,3; д) пропантриол-1,1,1. Укажите, какие из них неустойчивы и в свободном виде не существует.

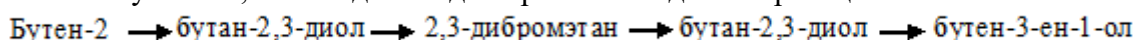
3. Зарисуйте структурную формулу простейшего двухатомного спирта, имеющего разветвленную углеродную цепь. Приведите для этого соединения формулы четырех изомеров и двух ближайших гомологов.

4. Постройте графическую модель этиленгликоля. Чем обусловлены кислотные свойства одноатомных и многоатомных спиртов.

5. Сравните, какой из спиртов: этандиол-1,2 или этанол является более сильной кислотой? Напишите, с помощью какой химической реакции их можно различить?

6. Напишите схему синтеза многоатомного спирта: пропилен → глицерин

7. Укажите условия, необходимые для протекания данной реакции:



8. Определите структурную формулу вещества состава C₈H₁₈O₂ со следующими свойствами: 1) реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, образуя соединение C₈H₁₆O₂Na₂; 2) при его окислении в жестких условиях получается только метилэтилкетон. Все реакции напишите.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Качественная реакция на многоатомные спирты. В трех пробирках смешайте 10 капель 2% раствора CuSO_4 добавьте 2-3 см³ 10% раствора NaOH . К полученным голубым осадкам $\text{Cu}(\text{OH})_2$ добавьте в одну пробирку 5 капель глицерина, в другую – 5 капель этиленгликоля, в третью – 5 капель этилового спирта. Встряхните.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнения реакций.

1. _____
2. _____

Вывод: _____

Опыт 2. Окисление глицерина перманганатом калия.

В фарфоровую чашку насыпьте горку твердого перманганата калия, сделайте в ней углубление. В углубление налейте немного глицерина.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Расчетные задачи

1. При обработке 10,5 г этиленового углеводорода водным раствором перманганата калия получили 15,2 г двухатомного спирта. При реакции этого спирта с избытком натрия выделилось 4,48 дм³ газа (н.у.). Определите строение спирта и рассчитайте его выход в первой реакции.

2. Сколько килограммов этиленгликоля можно получить из 108 м³ этилена, если известно, что выход его составляет в массовых долях 78 % по сравнению с теоретическим?



Вопросы для самоподготовки

Многоатомные спирты (диолы и полиолы). Этиленгликоль, глицерин, пентаэритрит, инозит. Химические свойства 1,2-диолов. Кислотность, образование хелатных комплексов, окислительное расщепление 1,2-диолов (йодной кислотой). Образование циклических простых эфиров. Эфиры многоатомных спиртов и азотной кислоты. Токсичность спиртов. Загрязнение окружающей среды.

ТЕМА 3.3 Фенолы. Ароматические спирты



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Фенолы

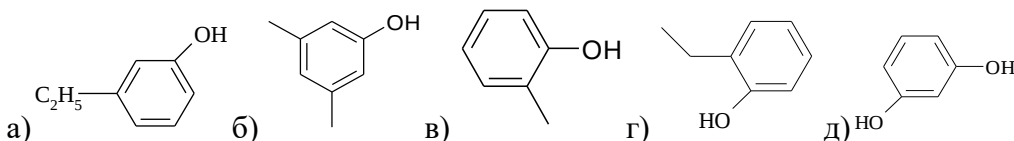
Фенолы – органические соединения ароматического ряда, в молекулах которых гидроксильные группы $-\text{OH}$ связаны с атомами углерода ароматического кольца. По числу ароматических ядер различают собственно фенолы, нафтолы (2 конденсированных ядра). По числу OH -групп различают:

- одноатомные фенолы (аренолы): фенол ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) и его гомологи;
- двухатомные фенолы (арендиолы): пирокатехин, резорцин, гидрохинон (соответственно 1,2-, 1,3- и 1,4-дигидроксибензолы);
- трёхатомные фенолы (арентриолы): пирогаллол, гидроксигидрохинон, флороглюцин (соответственно 1,2,3-, 1,2,4- и 1,3,5-тригидроксибензолы);
- многоатомные фенолы.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



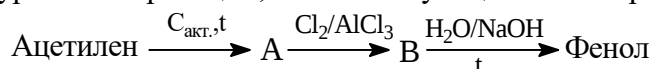
2. Изобразите структурные формулы: а) *м*-хлорфенол; б) 1-хлор-2-оксибензол; в) 1-нитро-4-оксибензол; г) *п*-бромбензиловый спирт; д) метилфенилкарбинол.

3. Зарисуйте формулы всех изомерных фенолов и ароматических спиртов C_7H_8O и назовите их по заместительной номенклатуре.

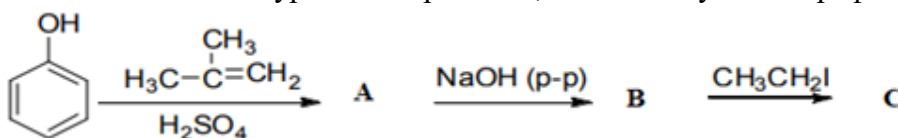
4. Постройте графическую модель фенола. Объясните, почему фенолы являются более сильными кислотами, чем спирты.

5. Расположите в ряд по убыванию кислотности соединения: фенол, 2-этилфенол, 2,4-динитрофенол, 2,4,6-тринитрофенол.

7. Составьте уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



8. Составьте уравнения реакций, соответствующих графической схеме:



9. Установите строение соединения А, которое растворяется в щелочи, алкилируется иодэтаном в соединение Б ($C_9H_{12}O$), а при взаимодействии с бромной водой образует тригалогенопроизводное. Напишите уравнения реакций.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Образование и разложение фенолятов. В пробирку наливают эмульсию фенола в воде. По каплям прибавляют 10% р-р гидроксида натрия.

Что наблюдаете? _____

Смесь нагревать до получения однородной жидкости. К охлажденному раствору прилить 10 % раствор серной кислоты.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Бромирование фенола. В пробирку с 3–4 каплями бромной воды добавьте 1 каплю раствора фенола. Встряхнуть.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 3. Окисление фенола. В пробирке растворить несколько кристаллов фенола (около 0,1 г) в 5% р-ра карбоната натрия, затем добавить при встряхивании по каплям 1% р-р перманганата калия.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 4. Реакции фенолов с хлоридом железа (III). Одноатомные и многоатомные фенолы реагируют с раствором хлорида железа (III) с образованием интенсивно окрашенных комплексных соединений. В каждую пробирку поместите по 3–4 капли 1 % растворов фенола, пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола и галловой кислоты. В каждую из пробирок добавьте по 1 капле 5 % раствора FeCl_3 .

Результаты опытов зафиксируйте в таблице:

Исследуемое соединение	Структурная формула	Цвет комплексного соединения
Фенол		
Пирокатехин		
Гидрохинон		
Пирогаллол		

Опыты с пирокатехином и пирогаллолом можно выполнить в другом варианте. На полоску фильтровальной бумаги (3x7 см) нанесите по капле 1%-х растворов пирокатехина и пирогаллола. Когда капли растекутся в центр каждого из пятен, добавьте по 1 капле 5% раствора FeCl_3 .

Вывод: _____

Опыт 5. Реакции с фенольными группами лекарственных препаратов. лекарственных растений. На предметное стекло поместить по 8–10 капель раствора парацетамола. Затем прибавляют несколько капель 5% раствора хлорида железа (III).

Что наблюдаете? _____

В пробирки наливают по 0,5–1 см³ отваров следующих лекарственных растений: толокнянки, чабреца, осинового коры. Затем прибавляют несколько капель 5% раствора хлорида железа (III).

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

Опыт 6. Свойства пикриновой кислоты

а) образование пикраминовой кислоты. К 0,5 см³ насыщенного водного раствора пикриновой кислоты прибавьте 3 см³ 5%-го раствора карбоната натрия. Затем добавьте немного глюкозы. Смесь кипятят несколько минут.

Что наблюдаете? _____

б) крашение пикриновой кислоты. Кусочек шерсти или шелка обвязывают ниткой, помещают в пробирку и заливают насыщенным водным раствором пикриновой

кислоты. Пробирку нагревают на водяной бане 15 минут, извлекают ткань и промывают сначала в стакане с водой, затем под краном. Материал окрашивается в ярко-желтый цвет, за счет взаимодействия с аминок группами белков.

Если Вы неаккуратно проводили опыты ба-б, то эта реакция пройдет у Вас на руках, оставив на них долго не смывающиеся желтые пятна.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

Расчетные задачи

1. Фенол массой 32,9 г обработали избытком раствора азотной кислоты. Масса образовавшейся пикриновой кислоты составила 70,0 г. Вычислите выход, с которым прошла реакция нитрования.

2. Сожгли 4,7 г фенола и получившийся оксид углерода (IV) пропустили через раствор гидроксида кальция, взятого в избытке. Сколько граммов карбоната кальция образовалось?



Вопросы для самоподготовки

Фенолы Номенклатура и изомерия. Простейшие представители: фенол, крезолы, пикратехин, резорцин, гидрохинон, флороглюцин, пирогаллол. Электронное строение фенола.

Кислотность фенолов. Образование простых и сложных эфиров фенолов. Реакции электрофильного замещения в ряду фенолов (галогенирование, сульфирование, нитрование, алкилирование). Пикриновая кислота. Карбоксилирование фенолятов щелочных металлов (реакция Кольбе). Окисление фенолов. Хиноны и их биологическая роль. Фенольные антиоксиданты и механизм их действия. Фенольные соединения в природе. Флавоноиды. Фенолокарбоновые кислоты. Салициловая кислота и ее производные. Ацетилсалициловая кислота.

ТЕМА 3.4 Простые эфиры



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Номенклатура Простых эфиров



Получение борноэтилового эфира

Простые эфир замещение водорода гидроксильной группы в спиртах или фенолах на углеводородный остаток общей формулой: $R - O - R'$

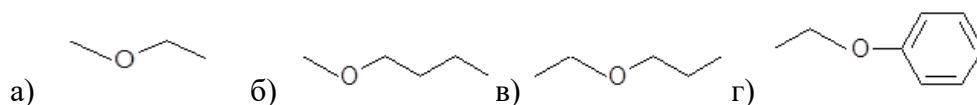
В молекуле простого эфира два углеводородных остатка соединены через кислород (эфирный кислород), которые могут быть либо одинаковыми, либо различными;

Эфир, оба радикала которого представляют собой остатки алифатических углеводородов, называют *алифатическим*. Эфир, содержащий два ароматических радикала, называют *ароматическим*. Простые эфиры подразделяются также на симметричные и несимметричные в зависимости от того, одинаковые или различные радикалы входят в их молекулу. Простые эфиры – мало реакционноспособные соединения. В отличие от сложных эфиров они не гидролизуются и не разлагаются водой на исходные спирты. Безводные (абсолютные) эфиры в отличие от спиртов при обычных температурах не реагируют с металлическим натрием, т.к. в их молекулах нет активного водорода. Простые эфиры проявляют свойства оснований за счет наличия в молекуле атома кислорода, имеющего неподеленную пару электронов. Основные свойства у алифатических простых эфиров выражены сильнее, чем у спиртов, так как в молекуле простого эфира содержатся два алкильных радикала, обладающих +J-эффектом.



Теоретические задания

1. Укажите, какие соединения называются простыми эфирами? Назовите следующие соединения:



2. Изобразите структурные формулы соединений: а) дипропилового эфира; б) этилбутилового эфира; в) этил-*трет*-изобутилового эфира; г) этилвинилового эфира; д) пропилаллилового эфира. Укажите смешанные простые эфиры.

3. Зарисуйте формулы всех простых эфиров и изомерных им спиртов $C_4H_{10}O$. Назовите соединения.

4. Постройте графическую модель пропоксипропана. Укажите чем обусловлены основные свойства простых эфиров. Определите какое из соединений – пропанол-1 или пропоксипропан – является более сильным основанием.

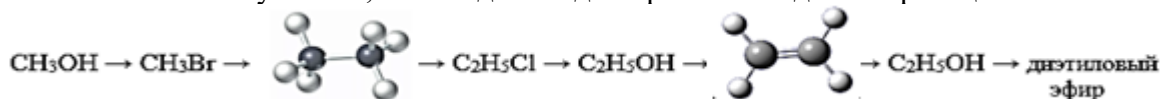
5. Объясните, могут ли простые эфиры образовывать ассоциаты.

6. При взаимодействии 2-бром-2-метилбутана с этоксидом натрия вместо ожидаемого простого эфира получилось вещество состава C_5H_{10} , обесцвечивающее бромную воду и перманганат калия. Объясните этот факт, предложите оптимальный путь синтеза требуемого простого эфира, напишите схемы упомянутых реакций.

7. Напишите схему реакции взаимодействия бутилметилового эфира с избытком иодоводородной кислоты. Запишите механизм реакции.

8. Предложите схему синтеза бензилфенилового эфира из бензола и необходимых органических и неорганических реагентов. Напишите уравнения последовательно протекающих реакций, и укажите условия их осуществления.

9. Укажите условия, необходимые для протекания данной реакции:



10. Установите строение соединения А ($C_{10}H_{14}O_2$), которое при взаимодействии с азотной кислотой дает только одно мононитропроизводное. При обработке соединения А избытком концентрированной иодоводородной кислоты образуется соединение Б, которое окисляется дихроматом калия в кислой среде в вещество В ($C_6H_4O_2$).



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение диэтилового эфира ($C_2H_5-O-C_2H_5$). Кроме внутримолекулярной дегидратации спиртов до алкенов может наблюдаться межмолекулярная дегидратация до простых эфиров. Соотношение продуктов данных конкурирующих процессов зависит от условий их проведения. Для получения максимального выхода простого эфира необходимо использовать избыток спирта по отношению к серной кислоте и не допускать сильного нагревания смеси.

К 0,5 мл этилового спирта добавьте 2-3 капли концентрированной серной кислоты, двнесите центры кипения и **ОСТОРОЖНО** нагрейте смесь до ее потемнения. К горячей смеси добавляют ещё 0,5 мл этилового спирта, перемешивают и слегка нагревают. Образуется этиловый эфир с характерным запахом.

Необходимо помнить, что пары спирта, и особенно эфира, легко воспламеняются.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнение реакции получения и горения эфира _____

Вывод: _____

Опыт 2. Взаимодействие диэтилового эфира с минеральными кислотами (образование солей аксония). В сухую пробирку налейте 2 см³ концентрированной соляной кислоты, охладите её в стакане с ледяной водой. Затем осторожно по каплям при встряхивании добавьте 1 см³ охлаждённого диэтилового эфира. Обратите внимание на отсутствие запаха диэтилового эфира.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Полученный раствор необходимо осторожно вылить при встряхивании и охлаждении в пробирку с 5 см³ ледяной воды. Всплывает слой эфира. При добавлении нескольких капель 10 % раствора гидроксида натрия он увеличивается, т.к. в щелочной среде протекает гидролиз соли оксония.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 3. Обнаружение пероксидов в простых эфирах. При хранении простых эфиров на воздухе, особенно на свету, они окисляются, образуя взрывчатые пероксиды. В пробирку налейте 1 см³ 5 % раствора KI (раствор должен быть бесцветным) и 1 см³ 10% раствора серной кислоты. Затем в пробирку налейте 1 см³ окисленного эфира. Встряхните пробирку. Если окраска иода трудноразличима, добавьте по 2–3 капли 1 % раствора крахмального клейстера.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

При работе с эфиром и диоксаном не забывайте о возможности образования пероксидов. Используйте для их обнаружения вышеприведённую реакцию. Если эфир будет храниться длительное время, добавляйте в сосуд с эфиром гранулы КОН.



Расчетные задачи

1. При межмолекулярной дегидратации двух соседних по гомологическому ряду алканолов выделилось 10,8 г воды и образовалось 36 г смеси простых эфиров. Назовите спирты.

2. При внутримолекулярной дегидратации образуется алкен, который может присоединить 4, 48 дм³ (н.у.) хлора, а при межмолекулярной дегидратации алканолола образуется 7,4 г простого эфира. Установите формулу спирта.



Вопросы для самоподготовки

1. Простые эфиры. Строение. Номенклатура, классификация. Физические свойства.
2. Химические свойства. Расщепление простых эфиров. Основность, комплексы с электрофилами. Реакции нуклеофильного замещения алкокси-группы, активация нуклеофила. Расщепление кислотами. Образование гидропероксидов, их обнаружение и разложение.

3. Циклические простые эфиры. Тетрагидрофуран. 1,4-Диоксан. Оксираны: получение, взаимодействие с водой, аммиаком и аминами, магнийорганическими соединениями. Краун-эфиры: комплексообразование с ионами металлов, применение.

ТЕМА 3.5 Карбонильные соединения.

Химические свойства альдегидов и кетонов



Химические свойства



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

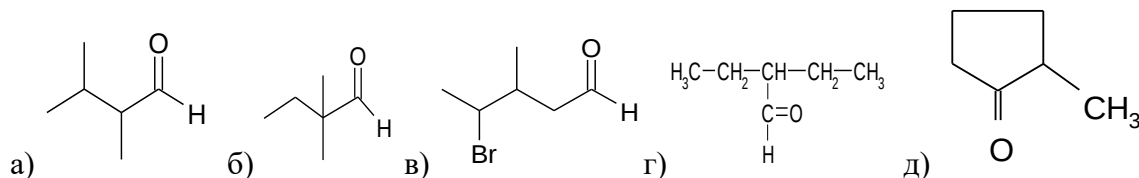
Альдегиды и кетоны – производные углеводородов, содержащие карбонильную, или оксо-группу: в альдегидах она связана с углеводородным радикалом и водородом (за исключением формальдегида), в кетонах – с двумя углеводородными радикалами. Эти соединения, являющиеся изомерами с общей формулой $C_nH_{2n}O$. Они сильно полярны, так как в карбонильной группе более электроотрицательный атом кислорода оттягивает к себе электроны, образуя двойную связь. При этом на атоме кислорода появляется частичный отрицательный заряд (δ^-), а на карбонильном атоме углерода – частичный положительный заряд (δ^+):

Кетоны менее реакционноспособны, чем альдегиды, так как алкильные радикалы, проявляя положительный индуктивный эффект (+I), компенсируют в некоторой степени частичный положительный заряд (δ^+) на карбонильном атоме углерода. Для альдегидов и кетонов характерны реакции нуклеофильного присоединения A_N по карбонильной группе.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



2. Изобразите структурные формулы соединений: а) 2-бутанон; б) 3-метил-2-пентанон; в) 2-этилпентаналь; г) 2-бром-3-метилбутаналь.

3. Изобразите формулы изомерных альдегидов и кетонов состава $C_5H_{10}O$. Дайте название по заместительной номенклатуре.

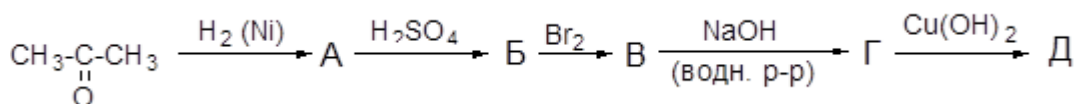
4. Постройте графическую модель формальдегида. Расположите в ряд по уменьшению реакционной способности в реакциях A_N соединения: уксусный альдегид, муравьиный альдегид, ацетон.

5. Сравните реакции окисления альдегидов и кетонов. Какие продукты образуются при окислении: а) бутаналь; б) 2-пентанон? Напишите уравнения реакций и назовите полученные вещества.

6. Приведите схему реакций Канниццаро: 1) для триметилуксусного альдегида; 2) для муравьиного альдегида. Составьте схемы реакций конденсации (реакции Тищенко): 1) пропинового альдегида; 2) масляного альдегида.

7. Рассмотрите механизм альдольно - кротоновой конденсации: 1) муравьиного альдегида и ацетона; 2) муравьиного альдегида и метилэтилкетона.

8. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



9. Приведите структурную формулу соединения состава $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$, если известно, что оно реагирует с NaHSO_3 , фенилгидразином и при нагревании с Cu(OH)_2 . Гидрирование исходного соединения приводит к образованию спирта, межмолекулярная дегидратация которого приводит к образованию диизобутилового эфира. Запишите схемы всех реакций.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Реакция альдегидов с фуксинсернистой кислотой. В две пробирки налейте по 1-2 см³ раствора фуксинсернистой кислоты. В первую добавьте 0,5 см³ 10 %-го раствора формальдегида, во вторую – несколько капель ацетона. Через 5 минут сравните окраску пробирок на белом фоне.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

Опыт 2. Получение альдегидов и кетонов окислением спиртов

а) окисление этанола оксидом меди (II). В сухую пробирку налейте несколько капель этилового спирта. Вращая пробирку, смочите спиртов стенки всей пробирки. Избыток спирта вылейте. Раскалите медную спираль в пламени спиртовки и внесите её в пробирку с парами спирта. Обратите внимание на запах.

Что наблюдаете? _____

Извлеките медную спираль из пробирки, добавьте в пробирку 1-2 см³ фуксинсернистой кислоты. Закройте пробирку и хорошо встряхните, чтобы продукты реакции поглотились раствором фуксинсернистой кислоты. Через 5 минут отметьте окраску раствора на белом фоне.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

б) окисление изопропилового спирта оксидом меди (II). В сухую пробирку налейте несколько капель изопропилового спирта. Вращая пробирку, добейтесь, того, чтобы спирт смочил стенки всей пробирки. Избыток спирта вылейте. Раскалите медную спираль в пламени спиртовки и внесите её в пробирку с парами спирта. Обратите внимание на запах.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Извлеките медную спираль из пробирки, добавьте в пробирку 1-2 см³ раствора 2,4-динитрофенилгидразина. Закройте пробирку и хорошо встряхните.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

в) каталитическое окисление этанола кислородом воздуха (демонстрационный опыт «блуждающие огоньки»). В фарфоровую чашку горкой насыпьте оксид хрома (III), полученный в результате разложения дихромата аммония. Смочите оксид хрома (III) несколькими каплями спирта. Подожгите спирт, а затем погасите пламя, например, накрыв его большим стаканом. Оксид хрома начинает раскаляться, по поверхности «горки» бегают огоньки. Если провести рукой над поверхностью катализатора, то мерцание огоньков усиливается. Особенно эффектно опыт выглядит в темной комнате. Обратите внимание на запах.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 3. Образование 2,4-динитрофенилгидразонов. На предметное стекло поместите 1 каплю формальдегида и рядом 1 каплю ацетона. Добавьте к ним по одной капле раствора 2,4-динитрофенилгидразина.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

Опыт 4. Окисление формальдегида. Образование серебряного зеркала. В пробирку, вымытую со щелочью (5 %) и ополоснутую дистиллированной водой, наливают 2–4 см³ аммиачного раствора оксида серебра, а затем 1 см³ 5 %-го раствора формальдегида. Смесь перемешайте и содержимое пробирки нагрейте на водяной бане.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции _____

Вывод: _____

Опыт 5. Окисление гидроксидом меди (II)

а) окисление формальдегида. Поместите в пробирку 2 см³ 5 % раствора гидроксида натрия и прибавьте по каплям 2 % раствор сульфата меди (II). К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 1 см³ 5 % раствора формальдегида. Нагрейте на спиртовке верхнюю часть раствора так, чтобы нижняя часть осталась для контроля холодной.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

б) отношение кетонов к гидроксиду меди (II). Прodelайте эту реакцию, заменив альдегид ацетоном. Происходят ли какие изменения?

Что наблюдаете? _____

в) окисление альдегидов реактивом Фелинга. В пробирку налейте 2 см³ реактива Фелинга (свежеприготовленный) и прибавьте к нему 1 см³ 5 % раствора формальдегида. Нагрейте смесь до кипения.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Ацетальдегид массой 100 г подвергли реакции «серебряного зеркала». При этом образовалось уксусной кислоты массой 120 г. Вычислите выход кислоты в % от теоретически возможного выхода.

2. Сколько по объёму воздуха потребуется для окисления метанола, если нужно получить 1 т раствора, содержащего в массовых долях 40 % метаноля.



Вопросы для самоподготовки

1. Функциональная карбонильная группа. Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Изомерия, номенклатура. Физические свойства.

2. Электронное строение карбонильной группы (-I, -M-эффекты), ее влияние на углеводородный радикал. Полярность и поляризуемость карбонильной группы.

3. Способы получения: окисление и дегидрирование спиртов. Пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот. Оксосинтез — гидроформилирование алкенов. Гидролиз геминальных диалогеналканов. Гидратация ацетиленовых углеводородов.

4. Химические свойства альдегидов и кетонов. Реакции. Нуклеофильное присоединение к карбонильной группе. Механизм (A_N). Реакции с участием α -водородного атома. Альдольно-кетоновая конденсация. Окислительно-восстановительные реакции. Реакции С. Канницаро и В. Е. Тищенко. Полимеризация альдегидов. Циклические тримеры (триоксан, паральдегид), линейные полимеры (параформ, полиформальдегид). Важнейшие представители.

ТЕМА 3.6 Ароматические альдегиды и кетоны



Химические свойства



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ароматические альдегиды — органические соединения, в молекулах которых альдегидная группа связана с бензольным ядром или с атомом углерода боковой цепи. Названия ароматических альдегидов первого типа обычно производят от названий соответствующих им ароматических кислот, в которые они превращаются при окислении. Ароматические альдегиды с функциональной группой в боковой цепи — к названию соответствующего альдегида алифатического ряда добавляют название цикла. Ароматические кетоны обычно называют по рациональной номенклатуре, исходя из названий, соответствующих ароматических или алифатических радикалов в порядке возрастания сложности (или в алфавитном порядке) с добавлением слова *кетон*. Ароматические кетоны делятся на две группы: Ароматические альдегиды и кетоны вступают в ряд химических реакций, характерных для альдегидов и кетонов алифатического ряда: кроме того, они проявляют и некоторые специфические реакции.

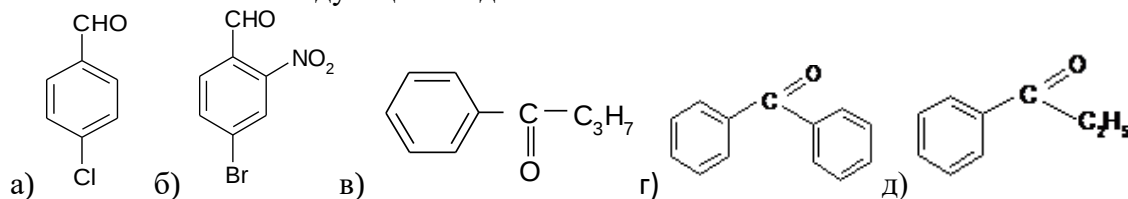
1. Чисто ароматические — соединения, содержащие карбонильную группу, связанную с двумя ароматическими радикалами.

2. Жирно-ароматические — соединения, содержащие карбонильную группу, связанную с ароматическим и алифатическим радикалами.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



2. Изобразите структурные формулы соединений: а) *o*-нитробензальдегида, б) 2,6-дихлорбензальдегида, в) *n*-толуилового альдегида, г) фенил-*o*-толилкетона, д) бензофенона.

3. Зарисуйте структурные формулы изомерных соединений ванилина (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид). Назовите их.

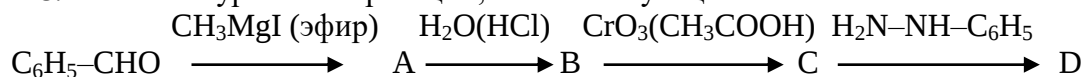
4. Постройте графическую модель бензальдегида. Укажите, какое из соединений – бензальдегид или *m*-нитробензальдегид – будет легче вступать в реакции нуклеофильного присоединения.

5. Напишите уравнение реакции и механизм альдольно-кратоновой конденсации бензойного альдегида.

6. Приведите уравнение по реакциям Канницаро-Тищенко бензойного альдегида. Укажите условия протекания реакций.

7. Получите *p*-толуилловый альдегид тремя способами: а) синтезом Гаттермана-Коха; б) окислением; в) синтезом магний органических соединений; г) по реакции Фриделя-Крафтса получите ацетофенон и для него напишите реакции с фенилгидразином, гидросульфитом натрия.

8. Составьте уравнения реакций, соответствующих схеме:



9. Приведите структурную формулу соединения состава $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$, если известно, что оно дает реакцию серебряного зеркала, а при окислении хромовой смесью – бензойную кислоту.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Окисление бензальдегида

а) **автоокисление.** На одно часовое стекло помещают 1–2 капли бензальдегида, на другое – 1–2 капли ацетофенона и оставляют стоять на воздухе. В конце занятия сравнивают два часовых стекла. Окисление бензальдегида можно ускорить при помощи ультрафиолета.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

б) **окисление оксидом серебра.** В две пробирки помещают по 1 см³ аммиачного раствора оксида серебра. В первую пробирку прибавляют 1–2 капли бензальдегида, в другую – столько же ацетофенона. Содержимое пробирок нагревают на водяной бане. Сравните различное поведение бензальдегида и ацетофенона.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Образование 2,4-динитрофенилгидразонов. На стеклянную пластинку или часовое стекло поместите 1 каплю бензальдегида и рядом 1 каплю ацетофенона. Добавьте к ним по одной капле раствора 2,4-динитрофенилгидразина.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____

Опыт 3. Конденсация бензальдегида с анилином. В пробирке смешивают 1 см³ анилина и 1 см³ бензальдегида. Пробирку закрывают пробкой и сильно встряхивают. Через 10 минут охлаждают.

Что наблюдаете? _____

Тип реакции _____

Уравнение реакции _____

Вывод: _____

Опыт 4. Получение бензойной кислоты окислением бензальдегида. В пробирку помещают 3 см³ раствора перманганата калия и 3–4 капли бензальдегида и нагревают на водяной бане. Добавляют несколько крупинок щавелевой кислоты до обесцвечивания раствора. Осторожно сливают раствор с бурого осадка, фильтруют и подкисляют 20 % раствором серной кислотой. При охлаждении выделяются кристаллы очищенной бензойной кислоты.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакций: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. При сжигании 7,5 г органического вещества образуется 4,5 г водяных паров и 11 г оксида углерода (IV). Найдите молекулярную формулу вещества и назовите его, если известно, что плотность его паров по водороду равна 15.

2. На некоторое количество бензальдегида действовали избытком Ag₂O/NH₃. Масса полученного при этом серебра в 2 раза больше, чем при такой же реакции уксусного альдегида массой 2,2 г. Найдите массу использованного бензальдегида.



Вопросы для самоподготовки

1. Функциональная карбонильная группа. Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Изомерия, номенклатура. Физические свойства.

2. Способы получения. Электронное строение, взаимное влияние, реакционная способность в реакциях A_N, сравнения с алифатическими оксоединениями.

3. Ориентация и реакционная способность в реакциях S_{E2}. Особые свойства, радикально-цепное окисление бензальдегида, бензоиновая конденсация, реакции Тищенко. Нахождение и биологическая роль в природе.

ТЕМА 3.7 Монокарбоновые кислоты



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Классификация
и номенклатура



Химические
свойства

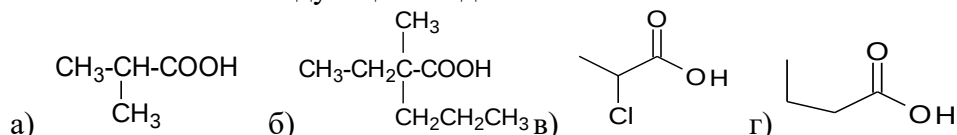
Карбоновые кислоты – гомофункциональные органические соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп. По числу карбоксильных групп различают: монокарбоновые (одноосновные), дикарбоновые (двухосновные), трикарбоновые (трехосновные) и т.д. В зависимости от строения радикала выделяют предельные (алифатические), непредельные, ароматические карбоновые кислоты. Атом углерода карбоксильной группы находится в состоянии sp²-гибридизации, как и в карбонильной группе.

Однако карбоксильная группа имеет особое электронное строение и поэтому реакции нуклеофильного присоединения для них нехарактерны, а характерны реакции нуклеофильного замещения. Гидроксигруппа в карбоксильной группе может замещаться с образованием производных карбоновых кислот. Карбоновые кислоты обладают общими свойствами кислот – изменяют окраску индикаторов, образуют соли в реакциях с металлами, гидроксидами, выделяют углекислый газ из растворов карбонатов. Однако их кислотные свойства гораздо слабее, чем у сильных неорганических кислот. Карбоновые кислоты известны с давних времён. Поэтому для многих соединений этого класса прочно утвердились тривиальные названия



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



2. Напишите структурные формулы изомерных кислот, имеющих состав: 1) $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ (четыре изомера); 2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ (восемь изомеров)? Назовите их.

3. Рассмотрите электронное строение карбоксильной группы. Объясните взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп.

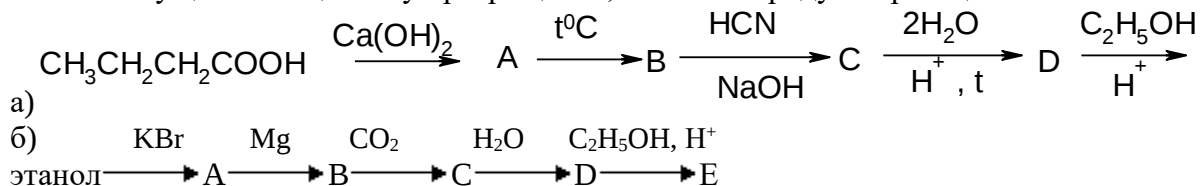
4. Расположите следующие вещества в ряду по уменьшению кислотных свойств: уксусную кислоту, метиловый спирт, муравьиную кислоту, триметилуксусную кислоту – в соответствии со значением их констант кислотности ($K_a \cdot 10^{-5}$), приведенных в произвольном порядке: 3,77; 15,5; 5,03; 4,75). Дайте объяснения, пользуясь представлениями об электронных эффектах (I и M).

5. Приведите уравнения реакций, которые характеризуют специфические свойства муравьиной кислоты, отличающие ее от других карбоновых кислот.

6. Распишите механизм реакции этерификации уксусной кислоты с метиловым спиртом в кислой среде. Укажите механизм данной реакции.

7. Запишите уравнения реакций и условия взаимодействия 2-метилпропановой кислоты с веществами: 1) хлором; 2) аммиаком; в) карбонатом натрия, г) P_2O_5 ; д) PBr_5 ; е) этиловым спиртом.

8. Осуществите цепочку превращения, назовите продукты реакций:



9. Установите строение соединения, если соединение состава $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$ взаимодействует с гидроксидом натрия с образованием вещества $\text{C}_5\text{H}_9\text{O}_2\text{Na}$, которое при нагревании с натронной известью дает углеводород нормального строения C_4H_{10} . Исследуемое соединение является оптически активным.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение муравьиной кислоты. В пробирку налейте $0,5 \text{ см}^3$ хлороформа и 2 см^3 10% раствора гидроксида натрия. Смесь нагрейте на водяной бане с обратным холодильником (3–4 мин).

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

К аммиачному раствору гидроксида серебра (1–2 см³) прилейте 0,5–1 см³ полученного раствора формиата натрия. Смесь нагрейте на водяной бане.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Разложение муравьиной кислоты концентрированной серной кислотой. В пробирку поместите примерно 1 см³ муравьиной кислоты или 1 г формиата натрия, прилейте 1 см³ концентрированной серной кислоты. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом и нагрейте смесь. Выделяющийся газ подожгите. Обратите внимание на цвет пламени. Для прекращения реакции смесь охладите, добавьте воду **ОСТОРОЖНО!** Пробирку мойте водой под тягой.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакций: $\text{HCOOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

$\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow$

Вывод: _____

Опыт 3. Окисление муравьиной кислоты перманганатом калия. В пробирку поместите около 0,5 г муравьиной кислоты или её соли, прилейте 1 см³ 10% раствора серной кислоты и 1 см³ 5% перманганата калия. Пробирку закройте пробкой с Г-образной трубкой, конец которой опустите в пробирку с известковой водой. Смесь нагрейте.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 4. Получение уксусной кислоты из её солей. В пробирку поместите около 0,5 г ацетата кальция или натрия добавьте 2–3 см³ концентрированной серной кислоты. Смесь нагрейте. Обратите внимание на запах.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Опыт 5. Образование и гидролиз ацетата железа (III). К 2–3 см³ мл 10% раствора ацетата натрия прибавьте 3–4 капли 3% раствора хлорида железа (III). Нагрейте раствор до кипения и кипятите 1–2 минуты.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Определить формулу предельной одноосновной карбоновой кислоты, если известно, что на её нейтрализацию массой 11 г затратили 15,75 см³ раствора с массовой долей гидроксида натрия 25% ($\rho = 1,27 \text{ г/см}^3$). Сколько изомерных кислот соответствует этой формуле?

2. Найти массовые доли муравьиной и масляной кислот в исходной смеси, если при действии аммиачного раствора оксида серебра на образец этой смеси получили 4,32 г осадка. Такой же образец смеси прореагировал с избытком карбоната натрия, в результате чего выделилось 0,336 дм³ (н.у.) газа.

Вопросы для самоподготовки:

1. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура.
2. Методы синтеза. Окисление спиртов и альдегидов. Реакции гидролиза. Синтезы кислот из алкилгалогенидов с увеличением углеродного скелета: металлоорганический синтез, гидролиз нитрилов.
3. Физические свойства карбоновых кислот. Структура и температура кипения, межмолекулярные водородные связи, димеры.
4. Электронное строение карбоксильной группы: -I-эффект, +M-эффект, предельные структуры и мезоформула. Взаимное влияние гидроксильной и карбонильной групп.
5. Химические свойства. Кислотные свойства. Сравнение кислотных свойств, органических кислот, воды и спиртов. Влияние строения радикала и заместителей в цепи на кислотные свойства карбоновых кислот. Реакции карбоновых кислот с нуклеофильными и электрофильными реагентами. Влияние карбоксильной группы на подвижность α -водородного атома. Галогенирование кислот: реакция Геля-Фольгарда-Зелинского. Нуклеофильное замещение гидроксильной группы (получение хлорангидридов, сложных эфиров, амидов). Механизм этерификации в кислой среде. Отдельные представители. Муравьиная кислота, ее получение, основные свойства. Уксусная кислота, получение, свойства.

ТЕМА 3.8 Ароматические карбоновые кислоты



Классификация и номенклатура



Химические свойства



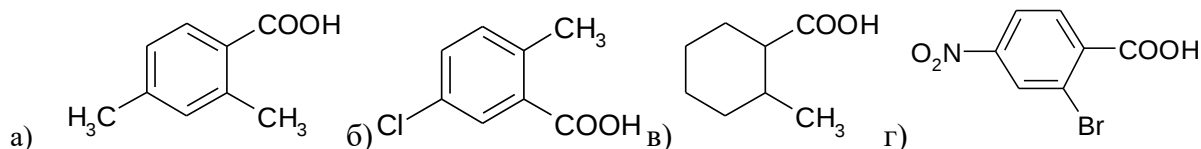
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Ароматические карбоновые кислоты – гомофункциональные органические соединения, производные бензола, содержащие карбоксильную группу, непосредственно связанную с ароматическим ядром. Кислоты, содержащие карбоксильные группы в боковой цепи, рассматриваются как жирноароматические. По количеству карбоксильных групп ароматические кислоты делятся на моно-, дикарбоновые и т.д. Ароматические карбоновые кислоты могут образовывать ацильные производные (ангидриды, галогенангидриды, сложные эфиры, амиды, соли) и нитрилы. В водных растворах ароматические монокарбоновые кислоты обнаруживают большую степень диссоциации, чем алифатические кислоты и имеют более сильные кислотные свойства.



Теоретические задания

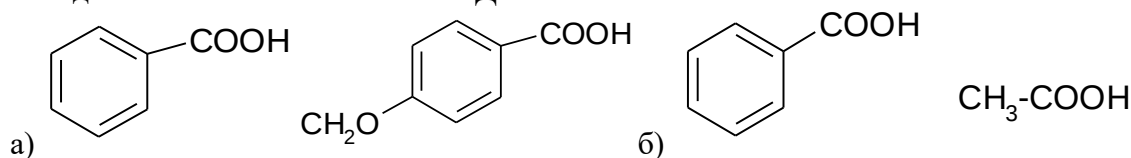
1. Назовите следующие соединения:



2. Напишите структурные формулы всех возможных веществ, имеющих состав: $C_8H_8O_2$. Укажите класс соединений.

3. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) *n*-нитробензойная кислота; б) *m*-толуиловая кислота; в) *n*-хлорбензойная кислота; г) фенилуксусная кислота.

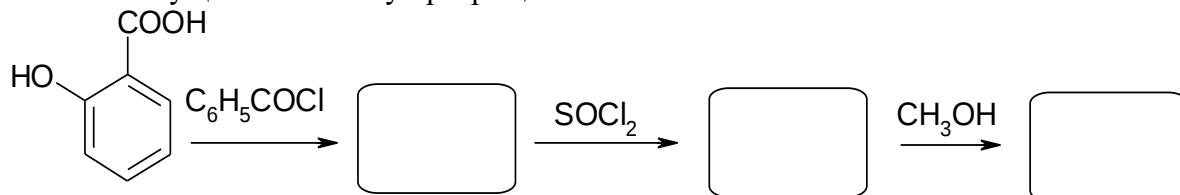
4. В нижеприведенных парах соединений знаками (<или>) укажите то, которое обладает большей кислотностью. Дайте объяснение.



5. Напишите механизм реакции щелочного гидролиза метилбензоата.

6. Напишите схемы реакций нуклеофильного замещения – получения из бензойной кислоты ее производных: натриевой соли; кальциевой соли; хлорангидрида; амида; этилового эфира.

7. Осуществите схему превращения:



7. Получите из бензойной кислоты соединения: бензамид, бензол, *n*-пропилбензоат, бензоилхлорид, *n*-толилбензоат.

8. Осуществите схему превращения: карбид кальция → ацетилен → бензол → толуол → бензойная кислота → 3,5-динитробензойная кислота.

9. Установите строение вещества состава $C_8H_8O_2$ при хлорировании которого избытком хлора при нагревании без катализатора на свету образуется вещество состава $C_8H_5O_2Cl_3$ при гидролизе водой во фталевую кислоту. Напишите все превращения.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение бензойной кислоты окислением бензальдегида

В пробирку помещают 3 см³ раствора перманганата калия и 3–4 капли бензальдегида и нагревают на водяной бане. Добавляют несколько крупинок щавелевой кислоты до обесцвечивания раствора. Осторожно сливают раствор с бурого осадка, фильтруют и подкисляют серной кислотой. При охлаждении выделяются кристаллы очищенной бензойной кислоты.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакций: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Очистка бензойной кислоты возгонкой

а) лабораторный опыт. 1 г бензойной кислоты помещают в пробирку и нагревают в пламени спиртовки. На холодных стенках пробирки появляются кристаллы очищенной бензойной кислоты.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

б) демонстрационный опыт. В большой стакан емкостью 0,5–1 дм³ помещают 5–10 г бензойной кислоты. Стакан накрывают картонной или пластмассовой крышкой, к которой прикреплена еловая веточка. Стакан ставят на нагретую электрическую плитку и осторожно нагревают.

Что наблюдаете? _____

Опыт 3. Взаимодействие салициловой и бензойной кислоты с хлоридом железа (III). В две разные пробирки помещают по 1 см³ насыщенных растворов бензойной кислоты и салициловой кислоты. К растворам кислот добавляют по несколько капель раствора хлорида железа (III).

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____

Опыт 4. Получение бензоата натрия. Бензойная кислота на холоде слабо растворяется в воде, но хорошо растворяется в щелочах. При этом образуются соли – бензоаты, некоторые из них широко используются в качестве консервантов в пищевой промышленности.

Насыпьте в пробирку небольшое количество (1 мм по высоте) твердой бензойной кислоты. Добавьте 0,5 мл воды, взболтайте. К полученной взвеси добавляйте 0,2М раствор NaOH до растворения осадка.

Что наблюдаете? _____

Напишите уравнение реакции нейтрализации бензойной кислоты: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Рассчитайте массу, бензойной кислоты, которая может быть получена при окислении толуола массой 7,36 г, если массовая доля выхода кислоты равна 55%.

2. При окислении смеси бензола и толуола, подкисленным раствором перманганата калия при нагревании получено 8,54 г одноосновной органической кислоты. При взаимодействии этой кислоты с избытком водного раствора гидрокарбоната натрия выделился газ, объем которого в 19 раз меньше объема такого же газа, полученного при полном сгорании исходной смеси углеводородов. Определите массы веществ в исходной смеси.

Вопросы для самоподготовки:

1. Гомологический ряд, изомерия, номенклатура.
2. Способы получения.
3. Электронное строение. Кислотность. Химические свойства.
4. Ориентация и реакционная способность в реакциях Se_2 .
5. Нахождение и биологическая роль в природе. Фенолокислоты.

ТЕМА 3.9 Карбоновые кислоты и их производные



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Классификация
и номенклатура



Химические
свойства

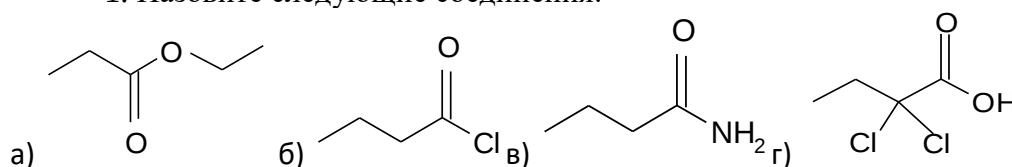
Функциональные производные карбоновых кислот – это соединения в которых гидроксильная группа карбоновой кислоты замещена другой функциональной группой.

К ним относятся галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды и др. Функциональные производные, как и сами кислоты способны вступать в реакции нуклеофильного замещения с образованием других функциональных производных. Общим свойством всех функциональных производных карбоновых кислот является их способность гидролизаться в соответствующие карбоновые кислоты.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



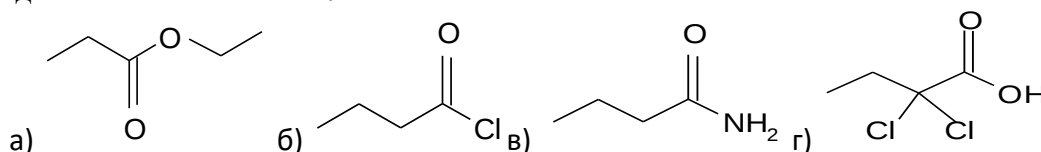
2. Составьте и запишите структурные формулы соединений: а) этилового эфира муравьиной кислоты, б) метилацетата, в) метилформиата, г) пропионилхлорида, д) ангидрида пропионовой кислоты, е) формамида, ж) уксусного эфира пропионовой кислоты.

3. Сложные эфиры и карбоновые кислоты являются межклассовыми структурными изомерами. Напишите формулы кислот и эфиров состава $C_4H_8O_2$ и назовите их.

4. Расположите нижеприведенные функциональные группы в порядке увеличения реакционной способности к нуклеофильному присоединению:

$-CHO$; $-C(CH_3)O$; $-COCl$; $-COO-$; $-COOCH_3$; $(-CO)_2O$

5. Напишите продукты, которые образуются при гидролизе нижеприведенных соединений и назовите их.



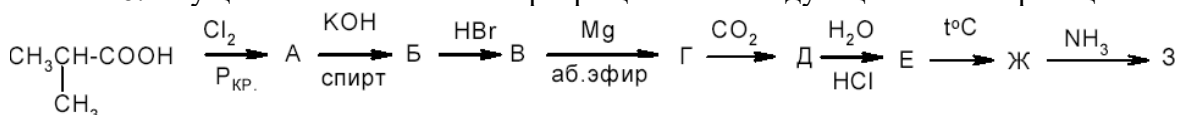
6. Напишите схему и опишите механизм реакции гидролиза а) этилацетата в щелочной среде; б) метилбензоата в кислой среде.

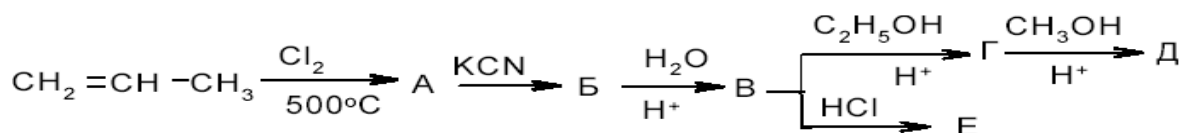
7. Приведите реакции, которые необходимо провести для осуществления следующей цепочки превращений (одному переходу может соответствовать несколько реакций): этилацетат $\rightarrow$ уксусная кислота $\rightarrow$ хлоруксусная кислота.

8. Запишите формулы веществ, которые можно получить при взаимодействии этилбутирата со следующими веществами: 1) водным раствором серной кислоты; 2) водным раствором гидроксида натрия; 3) пропилмагнийиодидом; 4) водным раствором аммиака; 5) изопропиловым спиртом.

9. Установите строение вещества состава $C_{11}H_{14}O_2$, которое после щелочного гидролиза образует два соединения. Одно $C_7H_5O_2Na$ с твёрдой щелочью привело к бензолу, а другое вещество $C_4H_{10}O$ при нагревании с серной кислотой образовало смесь бутена-1 и бутена-2. Напишите и назовите все вещества и реакции.

10. Осуществите химические превращения по следующим схемам реакций:





ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Получение сложных эфиров реакцией этерификации. Для выполнения этой работы разбейтесь на 3-4 группы. Каждая группа может получить сложный эфир, используя различные спирты.

а) получение этилацетата. В пробирке смешайте 2 см³ этанола и 2 см³ ледяной уксусной кислоты. Добавьте по 2 капли концентрированной серной кислоты. Закройте пробирки пробками с обратными холодильниками и нагревайте на водяной бане 5–10 мин. Для сравнения приготовьте контрольную смесь, состоящую из спирта и уксусной кислоты без катализатора – серной кислоты. После охлаждения пробирок добавьте к их содержимому 4–5 см³ насыщенного раствора хлорида натрия.

Что наблюдаете? _____

Стеклянной палочкой нанесите на полоску фильтровальной бумаги одну-две капли содержимого пробирки. Обратите внимание на запах.

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

б) получение изоамилацетата (грушевой эссенции). В пробирке смешайте 1 см³ изоамилового спирта и 2 см³ ледяной уксусной кислоты. Добавьте по 2 капли концентрированной серной кислоты. Закройте пробирку пробкой с обратным холодильником и нагревайте на водяной бане 5–10 мин. После охлаждения пробирки добавьте 4–5 см³ насыщенного раствора хлорида натрия.

Что наблюдаете? _____

Стеклянной палочкой нанесите на полоску фильтровальной бумаги одну-две капли содержимого пробирки. Обратите внимание на запах.

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

в) получение бензилацетата. Бензилацетат имеет запах жасмина. Для его синтеза смешайте 1 см³ бензилового спирта и 2 см³ ледяной уксусной кислоты. Добавьте по 2 капли концентрированной серной кислоты. Закройте пробирку пробкой с обратным холодильником и нагревайте на водяной бане 5–10 мин. После охлаждения пробирки добавьте 4–5 см³ насыщенного раствора хлорида натрия.

Что наблюдаете? _____

Стеклянной палочкой нанесите на полоску фильтровальной бумаги одну-две капли содержимого пробирки. Обратите внимание на запах.

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Аналогичным образом можно синтезировать бутилбутаноат (запах ананаса), пентилбутаноат (запах абрикосов), бензилформиат (запах хризантем) и другие сложные эфиры.

Опыт 2. Гидролиз сложных эфиров. В две пробирки налейте по 2 см³ этилацетата. В одну добавьте 1 см³ воды и каплю концентрированной серной кислоты, в другую – 1 см³ 20 % гидроксида натрия. Пробирки встряхните и поставьте на водяную баню на 10 мин. После окончания опыта сравните, насколько меньше стал объём этилацетата в каждой пробирке. В какой среде скорость гидролиза сложного эфира больше?

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакций гидролиза:

1. В кислой среде: _____

2. В щелочной среде: _____

3. Механизм гидролиза этилацетата в кислой среде: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Определите массу этилацетата, который можно получить в реакции этерификации этанола массой 1,61 г и уксусной кислоты массой 1,80 г, если выход продукта составляет 75 %.

2. Определите массовые доли веществ в исходной смеси, если при нагревании смеси этанола и пропионовой кислоты получили 15,3 г эфира. На нейтрализацию такого же количества смеси нужно 32,8 см³ раствора NaOH ($\omega = 20\%$, $\rho = 1,22\text{ г/см}^3$).

Вопросы для самоподготовки:

1. Функциональные производные карбоновых кислот. Нуклеофильное замещение в ацильной группе. Общий механизм нуклеофильного замещения (гидролиз, алкоголиз, ацидолиз, аммонолиз).

2. Хлорангидриды. Получение. Влияние галогена на подвижность α -водородного атома и реакционную способность карбонильной группы. Хлорангидриды как ацилирующие средства

3. Ангидриды кислот. Получение. Использование ангидридов в качестве ацилирующих средств.

4. Сложные эфиры карбоновых кислот. Получение. Гидролиз сложных эфиров (кислотный и щелочной катализ). Реакции переэтерификации и аммонолиза. Сложные эфиры в природе, их значение в промышленности.

5. Понятие об амидах карбоновых кислот. Гидролиз амидов, взаимодействие с азотистой кислотой.

ТЕМА 3.10 Жиры как сложные эфиры



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Классификация и
номенклатура



Химические
свойства

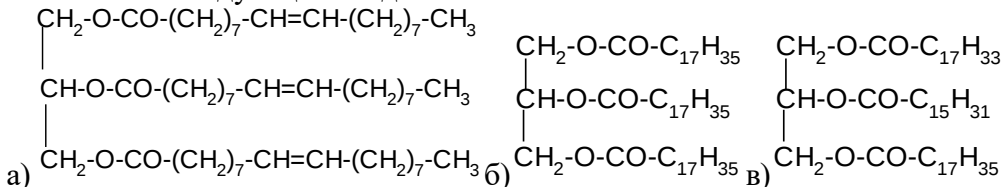
Среди сложных эфиров особое место занимают природные эфиры – жиры, которые образованы трехатомным спиртом *глицерином* и *высшими жирными кислотами*. Их называют *глицеридами* (ацилглицеринами). Глицериды, содержащие кислотные остатки (ацилы) одинаковых кислот, называют *простыми*, а включающие ацилы разных кислот – *смешанными*. Важнейшие кислоты, входящие в состав жиров: *пальмитиновая* $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, *стеариновая* $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$, *олеиновая* $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, *линолевая* $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$ и *линоленовая* $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$.



Теоретические задания

1. Напишите молекулярную и структурную формулы важнейших жирных кислот, входящих в состав липидов: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая.

2. Назовите следующие соединения:



а) б) в)

3. Напишите структурную формулу триацилглицеринов, образованных глицерином и следующими кислотами: бутановой, олеиновой и стеариновой.

4. В состав пчелиного воска входит сложный эфир пальмитиновой кислоты и мирицилового спирта $\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$. Запишите структурную формулу этого эфира.

5. Укажите отличия между кислотным и щелочным гидролизом? Объясните, почему щелочной гидролиз жиров называют омылением.

6. Напишите схему кислотного гидролиза дипальмитостеарата.

7. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений: триглицерид олеиновой кислоты $\rightarrow$ олеиновая кислота $\rightarrow$ триглицерид стеариновой кислоты $\rightarrow$ глицерин $\rightarrow$ тринитроглицерин

8. Напишите две возможные формулы жира, имеющего в молекуле 57 атомов углерода и вступающего в реакцию с йодом в соотношении 1:2. В составе жира имеются остатки кислот с четным числом атомов углерода.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Выделение жирных высших кислот из мыла. К 2 см³ мл водного раствора мыла прилейте такой же объём 10% раствора серной кислоты.

Что наблюдаете? _____

Уравнение реакции: _____

Вывод: _____

Нагрейте содержимое пробирок.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____

Опыт 2. Образование нерастворимых солей высших жирных кислот

В три пробирки налейте по 1–3 см³ водного раствора мыла. В первую добавьте равный объём 0,5% раствора хлорида кальция, во вторую – 0,5 % раствора ацетата свинца, в третью – 0,5% сульфата меди.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций:

1)

2)

3)

Вывод: _____

Опыт 3. Гидролиз натриевых солей высших жирных кислот (гидролиз мыла).

В сухую пробирку налейте 1-2 см³ спиртового раствора стеарата калия или натрия или спиртового раствора мыла. Добавьте к раствору 5–10 капель спиртового раствора фенолфталеина. В другую пробирку налейте 5–10 см³ дистиллированной воды и осторожно по стенке прилейте содержимое первой пробирки во вторую пробирку. Рассмотрите пробирку на белом фоне.

Что наблюдаете на границе раздела фаз? _____

Уравнение реакций _____

Вывод: _____

Опыт 4. Растворимость жиров. В четыре пробирки налейте по 4 капли растительного масла. В первую петролейного эфира, во вторую 2 см³ диэтилового эфира, 2 см³ этилового спирта, 2 см³ хлороформа. Содержимое пробирок встряхните.

Расположите растворители в ряд по увеличению их растворяющей способности: _____

Вывод: _____

Опыт 5. Эмульгирование жиров. В четыре пробирки налейте по 4 капли растительного масла. В первую налейте 3 см³ дистиллированной воды, во вторую 2–3 см³ 5% раствора гидроксида натрия, в третью 5% раствор карбоната натрия, в четвертую водный раствор мыла. Содержимое всех пробирок хорошо встряхните и поставьте в штатив на 5 минут. Определите степень устойчивости образовавшейся эмульсии в каждой пробирке.

Что наблюдаете? _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Определите строение триглицерида насыщенной монокарбоновой кислоты, если на омыление 26 г триглицерида пошло 49,2 см³ раствора NaOH ($\omega = 20\%$, $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$).

2. Установите массу жира, содержащего 81 % тристеарата глицерина по массе, необходимого для двухстадийного синтеза 45,4 г нитроглицерина, если выход равен 100 % на всех стадиях.

Вопросы для самоподготовки:

1. Определение и классификация липидов, их биологическое значение.
2. Высшие жирные кислоты (ВЖК), входящие в состав липидов, строение, свойства.
3. Химические свойства жиров: гидролиз, гидрогенизация, присоединение галогенов, воды, пероксидное окисление.
4. Аналитические константы жиров: йодное число, кислотное число и число омыления.

ТЕМА 3.11 Дикарбоновые кислоты



ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ



Классификация
и номенклатура



Химические
свойства

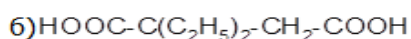
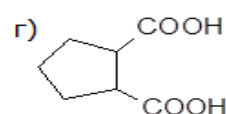
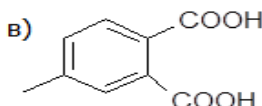
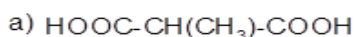
Дикарбоновые кислоты – двухосновные карбоновые кислоты содержат в молекуле две карбоксильные группы. Различают предельные и непредельные двухосновные кислоты; первые являются производными предельных углеводов, вторые – непредельных и со-

держат в молекулах двойные или тройные связи. Названия двухосновных кислот, так же, как и одноосновных, производят от названий природных продуктов, в которых кислота была впервые обнаружена. По международной заместительной номенклатуре названия двухосновных кислот производят от названий углеводородов, имеющих такое же число углеродных атомов, как и цепь в молекуле кислоты, включая углеродные атомы обоих карбоксильных групп; к названию углеводорода добавляют окончание *-диовая* и слово *кислота*. Свойства дикарбоновых кислот похожи на свойства монокрбоновых кислот, за некоторыми исключениями, которые особенно проявляются для первых членов гомологического ряда. Начиная с адипиновой кислоты никаких особенных аномалий уже не наблюдается.



Теоретические задания

1. Назовите следующие соединения:



2. Укажите для первые пять представителей гомологического ряда двухосновных предельных кислот: формулу, название кислоты по систематической IUPAC, тривиальное название кислоты и соли.

3. Сравните кислотные свойства щавелевой и уксусной кислоты. Объясните с учетом электронных эффектов.

4. Расположите в ряд в порядке понижения кислотности щавелевую, малоновую, янтарную. Объяснить изменение их кислотных свойств с учетом электронных эффектов.

5. Напишите реакции взаимодействия малоновой кислоты: с гидроксидом натрия, с аммиаком, с хлоридом фосфора(V), с этиловым спиртом.

6. Напишите уравнение реакции поликонденсации адипиновой кислоты и гексаметилендиамина.

7. Напишите уравнения реакций, характеризующие отношения дикарбоновых кислот к нагреванию.

8. Напишите уравнения реакций и укажите условия протекания для бутен-2-диовой кислоты с веществами: t^0 , Br_2 , H_2O , SOCl_2 , $\text{KMnO}_4/\text{OH}^-$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, O_2 .

9. Вещество состава $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2$ растворяется в водном растворе гидрокарбоната натрия с выделением газа, а при окислении перманганатом калия в воде с последующим подкислением HCl превращается в дикарбоновую кислоту, которая при нагревании до 230°C отщепляет воду и превращается в циклический ангидрид. Напишите структурную формулу исходного соединения и уравнения указанных реакций.

10. Установите строение вещества состава $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$, обладающего кислыми свойствами, образующего при взаимодействии с эталоном в присутствии H_2SO_4 соединение состава $\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O}_4$. При нагревании исходное соединение выделяет CO_2 и образует вещество состава $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, водный раствор которого даёт кислую реакцию.



ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Опыт 1. Разложение щавелевой кислоты при нагревании. В сухую пробирку вносят примерно 1 г кристаллической щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и укрепляют в лапке штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой водой. При нагревании щавелевая кислота разлагается с выделением оксида углерода (IV), который обнаруживают по помутнению известковой воды.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____

Опыт 2. Получение оксалата натрия из формиата натрия. Поместите в сухую пробирку несколько крупинок формиата натрия и нагрейте над пламенем спиртовки. Сначала соль плавится, затем разлагается с выделением водорода. Попробуйте поджечь его у отверстия пробирки. Нагревать соль следует осторожно, чтобы не допустить ее обугливания.

Что наблюдаете? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____

Полученный оксалат натрия растворите в 5–7 каплях воды, и этот раствор используйте для следующего опыта.

Опыт 3. Качественная реакция на щавелевую кислоту. К одной капле раствора, полученного в предыдущем опыте, нанесенной на предметное стекло, добавьте 1 каплю 0,5 М CaCl_2 . Рассмотрите под микроскопом образующиеся кристаллы. Добавьте к взвеси сначала 1 каплю 2М уксусной кислоты, затем 1–2 капли 2М соляной кислоты.

В каком случае происходит растворение осадка? _____

Уравнения реакций: _____

Вывод: _____



Расчетные задачи

1. Установите формулу двухосновной насыщенной карбоновой кислоты, если массовая доля атомов кислорода в ней равна 54,23 %. Какая масса данной кислоты нужна для полной нейтрализации 2 г NaOH с образованием средней соли?

2. В результате реакции между 2,08 г некоторой органической кислоты и 1,56 г щелочного металла, полученного 448 см³ водорода; M_r кислоты 104 г/моль. Определите формулу кислоты и металла.

Вопросы для самоподготовки:

1. Дикарбоновые кислоты. Гомологический ряд. Способы получения.
2. Химические свойства. Сравнение с предельными монокарбоновыми кислотами.
3. Малоновый эфир. Электронное строение. Синтез на основе малонового эфира.
4. Химические свойства непредельных карбоновых кислот.
5. Непредельные дикарбоновые кислоты (малоновая и фумаровая). Отношение к нагреванию.

**ТЕМА 3.12 Обобщение и систематизация знаний по модулю
«Гомофункциональные соединения углеводов»
Заполните таблицу «Обобщение сведений о классах кислородсодержащих соединений»**

Признаки сравнения	Спирты			Карбонильные соединения	
	одноатомные	многоатомные	фенолы	алифатические	ароматические
Общая формула					
Номенклатура					
Виды изомерии					
Особенности строения (вид и тип связи)					
Важнейшие химические свойства					
Реакция с активными металлами					

Реакция с гидрок- сидом натрия					
Реакция с оксидом меди (ii)					
Реакция с гидрок- сидом меди (ii) при обычных условиях					
Реакция с гидрок- сидом меди (ii) при нагревании					
Гидролиз					
Окисление					
Другие химиче- ские свойства					
Способы получения					

Учебное издание

ШАТОВА Елена Алексеевна
БАЛАЕВА-ТИХОМИРОВА Ольга Михайловна

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ:
ГОМОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Методические рекомендации
к выполнению лабораторных работ

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Компьютерный дизайн

Е.А. Барышева

Подписано в печать 03.03.2025. Формат 60x84 ¹/₈. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 4,19. Уч.-изд. л. 1,77. Тираж 35 экз. Заказ 24.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».
210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.