

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет леса»

А.Н. Веревкин, Г.Н. Кононов, А.Н. Иванкин, А.Н. Зарубина

**ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Учебное пособие для выполнения лабораторных работ

Для студентов направления подготовки бакалавров 35.03.01 «Лесное дело»

Москва
Издательство Московского государственного университета леса
2016

УДК 547.057

В 31

Разработано в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом ВО 2015 г. для направления подготовки бакалавров 35.03.01, профиль – «Лесное дело».

Авторы: А.Н. Веревкин, Г.Н. Кононов, А.Н. Иванкин, А.Н. Зарубина

Работа подготовлена на кафедре «Химия»

Веревкин А.Н.

Способы получения и свойства органических соединений. Учебное пособие для выполнения лабораторных работ. Для студентов направления подготовки бакалавров 35.03.01. – М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016. – 60 с.

В учебном пособии приведены подробные методики получения и характерных реакций веществ, принадлежащих различным классам органических соединений. К каждому опыту приводятся химические реакции. Лабораторные опыты проводятся с малыми количествами веществ. В каждом разделе приведены вопросы по наблюдениям и выводам по проделанным опытам. Ответы, на эти вопросы могут быть полезны при подготовке к отчету по лабораторной работе, а также в курсовом и дипломном проектировании.

УДК 547.057

© Веревкин А.Н., Кононов Г.Н., Иванкин А.Н., Зарубина А.Н. 2016

© ФГБОУ ВО МГУЛ, 2016

Предисловие

Учебное пособие «Способы получения и свойства органических веществ» предназначено для студентов направления подготовки бакалавров 35.03.01.

Пособие соответствует учебному плану и программе по дисциплине «Химия», часть 2 «Органическая химия» для направления подготовки бакалавров 35.03.01.

Изучение органической химии всегда включает в себя выполнение лабораторных работ. Данное пособие представляет собой малый лабораторный практикум по органической химии. Его выполняют параллельно лекционному курсу, так как лабораторные работы непосредственно связаны с основными положениями, излагаемыми в лекциях, а это в свою очередь способствует лучшему усвоению учебного материала.

Задачей данного пособия является ознакомление студентов на опыте со способами получения, свойствами и характерными реакциями различных классов органических соединений и с индивидуальными особенностями их важнейших представителей.

Характерной особенностью большинства опытов малого практикума является проведение их с малыми количествами веществ – граммами и (или) миллилитрами. Это позволяет существенно экономить реактивы и упростить применяемую аппаратуру и в свою очередь время выполнения лабораторной работы. Показательная и методическая ценность результатов опыта при этом не снижаются.

В то же время использование небольших количеств веществ требует от студентов дополнительной аккуратности, тщательности и точности в проведении экспериментов. Это в свою очередь вырабатывает у студентов полезные практические навыки, необходимые для их последующей работы в качестве дипломированного инженера.

Методики лабораторных работ проверены, для их осуществления необходимы несложная аппаратура и доступные реактивы.

Правильно самостоятельно подготовленная и выполненная лабораторная работа обеспечивает наиболее полное усвоение и закрепление теоретического материала по дисциплине «Химия», часть 2 «Органическая химия»

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Схема оформления лабораторных работ

В процессе самостоятельной подготовки, проведения лабораторной работы и обсуждения результатов каждого опыта студент ведет рабочий лабораторный журнал. В нем ведут протоколы опыта: записывают необходимые уравнения реакций и условия проведения опыта; отмечают наблюдения за ходом эксперимента; делают выводы из лабораторных опытов; выполняют промежуточные расчеты (по приготовлению необходимых растворов, навески веществ, расчет выхода продукта реакции и т.п.).

Рекомендуется вести лабораторный журнал в виде таблицы на двух развернутых страницах тетради, например:

Номер и название темы лабораторной работы _____

Дата проведения лабораторной работы _____

Т а б л и ц а

Название опыта	Уравнения всех реакций опыта	Условия проведения опыта	Наблюдения опыта	Выводы
1	2	3	4	5
<i>Графы 1, 2, 3 заполняются самостоятельно при подготовке к практическому занятию</i>			<i>Графы 4, 5 заполняются после проведения опытов</i>	
		<i>Указывают: нагревание, добавление катализатора, перемешивание, растирание и т.п. Отмечают агрегатное состояние исходных веществ</i>	<i>Записывают: появление осадка, изменение окраски раствора, выделение газа, цвет пламени и т.п.</i>	<i>Подтверждается или нет определенное свойство данного класса веществ. Отмечается реакционная способность вещества</i>

Перед началом занятий преподаватель проверяет у студентов самостоятельно оформленную часть лабораторной работы в лабораторном журнале (см. образец на стр.6), вносит соответствующие замечания и после их исправления студент допускается к выполнению лабораторной работы.

Студент, **не оформивший** в ходе самоподготовки **лабораторную работу, не допускается** к ее выполнению, так как он не сможет правильно и точно провести эксперимент. Это может привести к **нарушению правил безопасной работы в лаборатории органической химии.**

Отчетом студента о выполнении лабораторных работ служит рабочий лабораторный журнал, оформленный в соответствии с задачами и требованиями лабораторного практикума по органической химии.

Лабораторную работу считают принятой после устного отчета студента преподавателю по проведенному эксперименту.

Лабораторная работа 1 Образец оформления лабораторного журнала
АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Дата проведения лабораторной работы: _____

Название опыта	Уравнения всех реакций опыта	Условия проведения опыта	Наблюдения опыта	Выводы
1	2	3	4	5
<i>Графы 1, 2, 3 заполняются самостоятельно при подготовке к выполнению лабораторной работы</i>				
Опыт 1. Получение и свойства метана 1.1. Получение метана	$\text{CH}_3\text{-COONa} + \text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_4 \uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$	2 г ацетата натрия растворяют с 4 г натронной извести (NaOH+CaO); смесь помещают в пробирку, закрывают пробкой и газотводной трубкой и нагревают на горелке	При нагревании, смесь в пробирке темнеет, а затем чернеет. Из пробирки выделяется бесцветный газ. Этот газ, при поджигании, загорается на выходе из газотводной трубки и горит слабо-светящимся пламенем.	1. Метан может быть получен по реакции декарбоксилирования, проходящей при щелочном плавлении натриевой соли карбоновой кислоты. 2. Выделяющийся газ, метан без цвета и запаха. 3. Метан горит слабо-светящимся пламенем. 4. Метан окисляется при нагревании – горит в кислороде воздуха.
1.2. Горение метана	$\text{CH}_4 + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	Не прекращая нагревания пробирки, поджигают конец газотводной трубки. Затем тушат пламя.	Бромная вода – жидкость светло-бурого цвета, дымящая парами бурого цвета – брома. Выделяющийся газ – метан нерастворим в воде; слегка изменяет цвет бромной воды от светло-бурого до светло-желтого	5. Метан не бромруется (не галогенируется) без нагревания или освещения. 6. Изменение окраски бромной воды связано с наличием незначительных примесей непрелых углеводородов в выделяющемся метане.
1.3. Бромирование метана	$\text{CH}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{нет реакции без нагревания}$	Не прекращая нагревания пробирки, опускают конец газотводной трубки в пробирку с бромной водой (2 % раствор Br ₂ в воде)	1 % раствор перманганата калия - жидкость фиолетового цвета. Выделяющийся газ – метан – изменяет цвет раствора перманганата калия от фиолетового до серо-коричневого.	7. Метан не окисляется без нагревания. 8. Изменение окраски раствора перманганата калия связано с наличием незначительных примесей непрелых углеводородов в выделяющемся метане. 9. Метан, по изученным свойствам, является предельным углеводородом, алканом.
1.4. Окисление метана	$\text{CH}_4 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{нет реакции без нагревания}$	Не прекращая нагревания пробирки, опускают конец газотводной трубки в пробирку с 1 % раствором перманганата калия.		

2. Проведение опыта

Перед началом работы в лаборатории органической химии, студенту следует получить и подготовить все необходимое оборудование, реактивы и материалы. Во время проведения опыта на рабочем месте не должно быть ничего лишнего; необходимо поддерживать на нем чистоту и порядок.

Начатый эксперимент нужно вести, не торопясь, предварительно обдумывая каждую операцию. Ничего не делать механически.

Все опыты следует выполнять в вытяжном шкафу!

При всех работах следует соблюдать осторожность, помня, что неаккуратность, невнимательность и недостаточное знание свойств веществ, с которыми ведется работа, могут повлечь за собой несчастный случай.

После выполнения опыта студент должен показать преподавателю результаты опыта, сделать соответствующие записи в лабораторном журнале, и только после этого приступать к выполнению следующего опыта. Лабораторный журнал должен являться точным протоколом ведущейся работы, включающим все его детали.

Заполненный и оформленный лабораторный журнал – основной отчетный документ студента при сдаче им зачета по выполненным лабораторным работам по дисциплине «Органическая химия».

Основные правила безопасной работы в лабораториях органической химии подробно изложены в многочисленных лабораторных практикумах, учебниках и учебных пособиях по органической химии, а также в инструкциях по технике безопасности при работе в химических лабораториях кафедры химической технологии древесины и полимеров.

Лабораторная работа 1

АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Соединения, состоящие из двух элементов – углерода и водорода – носят название **углеводородов**. Существует несколько типов такого рода соединений в зависимости от того, как соединены между собой атомы углерода. Углеводороды с открытой цепью углеродных атомов называют **алифатическими углеводородами**. Они могут содержать простые или ординарные углерод-углеродные связи. Их называют **насыщенными** или предельными углеводородами. Кроме того, в молекулах алифатических углеводородов могут присутствовать двойные и тройные связи. Такие соединения называют **ненасыщенными** углеводородами. При замещении атомов водорода в молекулах алифатических углеводородов на другие атомы или группы атомов получают соединения, относящиеся к различным классам органических соединений. Такие органические вещества называют **производными алифатических углеводородов**.

ОПЫТ 1. Получение и свойства метана

Материалы: ацетат натрия (обезвоженный), натронная известь – смесь гидроксида натрия и оксида кальция (прокаленная), бромная вода (раствор бурого цвета), 1 %-ный раствор перманганата калия.

Перед началом проведения опыта следует **заранее** подготовить 2 пробирки и поместить в одну 4–5 мл бромной воды, а в другую 4–5 мл 1 %-ного раствора перманганата калия. Также, необходимо убедиться в том, что выход газоотводной трубки может быть легко погружен в каждый раствор и достает почти до дна пробирки.

1.1. ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАНА. В сухую пробирку помещают несколько граммов тщательно растертой в фарфоровой ступке смеси состоящей приблизительно из 2 г ацетата натрия и 4 г натронной извести. Укрепляют пробирку горизонтально и вставляют пробку с газоотводной трубкой. Прогревают всю пробирку в пламене горелки, а затем нагревают реакционную смесь сначала осторожно, а затем сильно.

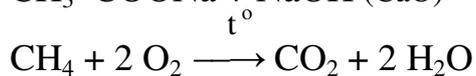
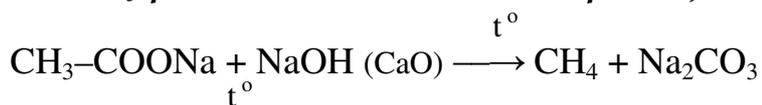
1.2. ГОРЕНИЕ МЕТАНА. Начало выделения метана отмечают по тому, что выходящий из газоотводной трубки газ загорается. Не прекращая нагревания пробирки, вносят в пламя метана фарфоровую пластинку.

1.3. БРОМИРОВАНИЕ МЕТАНА. Погасив пламя у конца газоотводной трубки, опускают выход газоотводной трубки в бромную воду, находящуюся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками метана.

1.4. ОКИСЛЕНИЕ МЕТАНА. Затем выход газоотводной трубки опускают в разбавленный раствор перманганата калия, находящийся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками метана

Следует следить за тем, чтобы **нагревание реакционной смеси не прекращалось**, так как в противном случае холодные растворы из пробирок может перебросить в раскаленную пробирку. Это приведет к разрушению прибора. Прекращать нагревание реакционной смеси можно только когда конец газоотводной трубки вынут из растворов.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Указать на изменение цвета реакционной смеси.
2. Сделать вывод о возможности получения алканов по реакции щелочного плавления солей карбоновых кислот.

3. Отметить характер пламени метана – слабосветящееся, светящееся или коптящее.
4. Описать изменение цвета фарфоровой пластинки.
5. Описать происходит ли изменение окраски растворов бромной воды и перманганата калия выделяющимися пузырьками газообразного углеводорода, т.е. происходит ли бромирование и окисление метана.
6. Сделать вывод об отношении метана и алканов в условиях опыта (нет нагревания и освещения) к окислителю и галогену.
7. На основании проделанного эксперимента описать основные химические свойства метана.

ОПЫТ 2. Реакции насыщенных углеводородов

Материалы: один из жидких насыщенных углеводородов (петролейный эфир, пентан, гексан, гептан, октан), концентрированная серная кислота ($\rho = 1,84$ г/мл), 5 % раствор брома в четыреххлористом углероде, универсальная индикаторная бумага, пробирки, фарфоровая чашка, водяная баня, электроплитка.

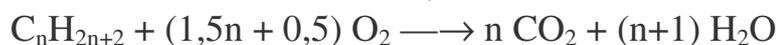
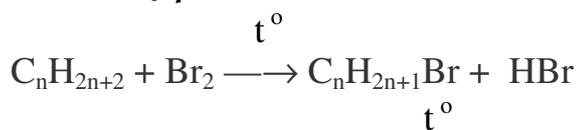
2.1. СУЛЬФИРОВАНИЕ ЖИДКИХ АЛКАНОВ. В сухую пробирку наливают ~ 2 мл какого-либо жидкого насыщенного углеводорода и по ~ 2 мл серной кислоты. Содержимое пробирки взбалтывают в течение 3–5 мин и наблюдают, изменение вида реакционной смеси.

2.2. НИТРОВАНИЕ ЖИДКИХ АЛКАНОВ. В другую сухую пробирку наливают ~ 2 мл какого-либо жидкого насыщенного углеводорода и по ~ 2 мл азотной кислоты. Содержимое пробирки взбалтывают в течение 3–5 мин и наблюдают, за происходящими явлениями.

2.3. БРОМИРОВАНИЕ ЖИДКИХ АЛКАНОВ. В сухую пробирку наливают ~ 2 мл жидкого насыщенного углеводорода и добавляют несколько капель 5 % раствора брома в четыреххлористом углероде. Содержимое пробирки перемешивают при комнатной температуре и отмечают происходящие изменения. Затем реакционную смесь в пробирке нагревают на водяной бане и вносят в верхнюю часть пробирки влажную индикаторную бумагу и фиксируют в рабочем журнале происходящие изменения.

2.4. ГОРЕНИЕ ЖИДКИХ АЛКАНОВ. В фарфоровую чашку наливают ~ 1 мл жидкого алкана и его поджигают. Отмечают характер пламени жидкого алкана.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. *Описать внешний вид насыщенных углеводородов.*
2. *Указать на изменение вида реакционной смеси жидкого алкана с концентрированной серной и азотной кислотами.*
3. *Сделать вывод об отношении жидких алканов в условиях опыта к минеральным кислотам.*
4. *Описать происходит ли изменение вида реакционной смеси, состоящей из жидкого углеводорода и раствора брома без нагревания.*
5. *Отметить изменение окраски раствора брома под действием жидкого углеводорода при нагревании, т.е. происходит ли бромирование жидкого алкана при нагревании.*
6. *Указать на изменение цвета влажной индикаторной бумаги, под действием выделяющегося бромоводорода.*
7. *Сделать вывод об отношении жидких алканов в условиях опыта (в отсутствие и при нагревании) к галогену.*
8. *Отметить характер пламени жидкого алкана – слабосветящееся, светящееся или коптящее.*

ОПЫТ 3. Получение и свойства этилена

Материалы: *этиловый спирт, концентрированная серная кислота ($\rho = 1,84$ г/мл), бромная вода (раствор бурого цвета), 1 %-ный раствор перманганата калия, кипятильные камешки.*

Перед началом проведения опыта следует **заранее** подготовить 2 пробирки и поместить в одну 4–5 мл бромной воды, а в другую 4–5 мл разбавленного раствора перманганата калия. Также, необходимо убедиться в том, что выход газоотводной трубки может быть легко погружен в каждый раствор и достает почти до дна пробирки.

3.1. ПОЛУЧЕНИЕ ЭТИЛЕНА. В сухую пробирку помещают кипятильный камешек, затем 1 мл этилового спирта и осторожно, при взбалтывании, приливают 4 мл концентрированной серной кислоты. Пробирку с разогретой смесью, закрывают газоотводной трубкой и начинают медленно и осторожно нагревать содержимое пробирки пламенем горелки.

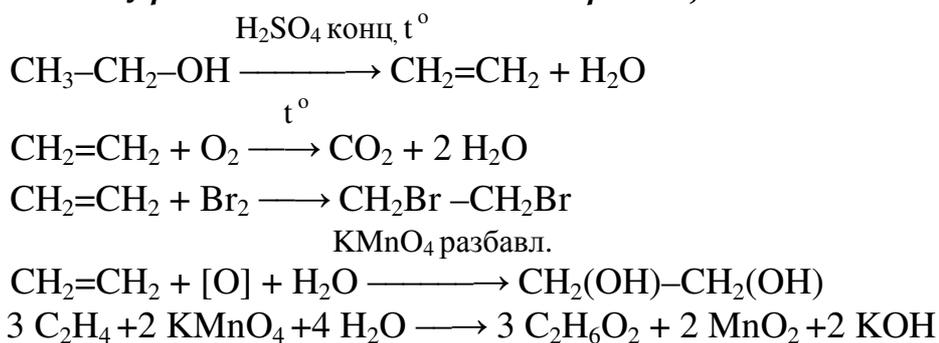
3.2. ГОРЕНИЕ ЭТИЛЕНА. Не прекращая нагревания реакционной смеси, поджигают этилен у конца газоотводной трубки и вносят в пламя этилена фарфоровую пластинку.

3.3. БРОМИРОВАНИЕ ЭТИЛЕНА. Погасив пламя у конца газоотводной трубки, опускают выход газоотводной трубки в бромную воду, находящуюся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками этилена.

3.4. ОКИСЛЕНИЕ ЭТИЛЕНА. Затем выход газоотводной трубки опускают в разбавленный раствор перманганата калия, находящийся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками этилена.

Следует внимательно следить за тем, чтобы **нагревание реакционной смеси было равномерным**, так как в противном случае при бурном вскипании реакционная смесь может быть переброшена через газоотводную трубку в пробирки с растворами или на лабораторный стол.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Указать на изменение цвета реакционной смеси.
2. Сделать вывод о возможности получения алкенов по реакции дегидратации спиртов. Отметить условия проведения этой реакции.
3. Описать характер пламени выделяющегося этилена.
4. Отметить изменение цвета фарфоровой пластинки.
5. Описать происходит ли изменение окраски растворов бромной воды и перманганата калия выделяющимися пузырьками газообразного углеводорода, т.е. происходит ли бромирование и окисление этилена.
6. Сделать вывод об отношении этилена и алкенов в условиях опыта к окислителю и галогену.
7. Дать характеристику основным химическим свойствам алкенов.
8. Сравнить реакционную способность алкенов с алканами.

ОПЫТ 4. Получение и свойства ацетилена

Материалы: карбид кальция (в кусочках), дистиллированная вода, бромная вода (раствор бурого цвета), 1 %-ный раствор перманганата калия.

Перед началом проведения опыта следует **заранее** подготовить 2 пробирки и поместить в одну 4–5 мл бромной воды, а в другую 4–5 мл разбавленного раствора перманганата калия. Также, необходимо убедиться в том, что выход газоотводной трубки может быть легко погружен в каждый раствор и достает почти до дна пробирки.

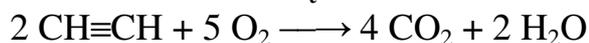
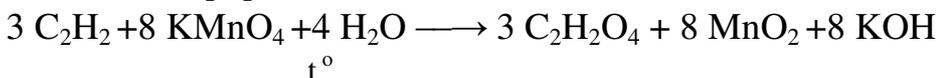
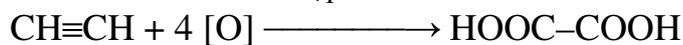
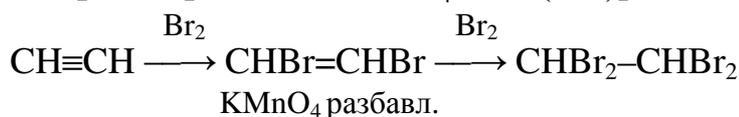
4.1. ПОЛУЧЕНИЕ АЦЕТИЛЕНА. На дно стеклянной сухой пробирки помещают 3–4 кусочка карбида кальция, приливают в нее 3–5 мл воды, закрывают газоотводной трубкой (**не нагревать!**).

4.2. ГОРЕНИЕ АЦЕТИЛЕНА. Поджигают выделяющийся ацетилен у конца газоотводной трубки и вносят в пламя этилена фарфоровую пластинку.

4.3. БРОМИРОВАНИЕ АЦЕТИЛЕНА. Погасив пламя у конца газоотводной трубки, опускают выход газоотводной трубки в бромную воду, находящуюся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками ацетилена.

4.4. ОКИСЛЕНИЕ АЦЕТИЛЕНА. Затем выход газоотводной трубки опускают в разбавленный раствор перманганата калия, находящийся в отдельной заранее подготовленной пробирке (почти до дна пробирки). Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками ацетилена.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Указать на изменение вида реакционной смеси.
2. Отметить условия проведения реакции гидролиза карбида кальция.
3. Сравнить способы получения ацетилена со способами получения его гомологов.
4. Отметить происходит ли изменение окраски растворов бромной воды и перманганата калия выделяющимися пузырьками газообразного углеводорода, т.е. происходит ли бромирование и окисление ацетилена.
5. Сделать вывод об отношении ацетилена и алкинов в условиях опыта к окислителю и галогену.
6. Описать характер пламени выделяющегося ацетилена.
7. Отметить изменение цвета фарфоровой пластинки.
8. Как связаны массовые доли углерода в молекулах метана, этилена и ацетилена с количеством кислорода необходимым для сжигания перечисленных углеводородов (по уравнениям реакций)?

9. Сравнить характер пламени метана, этилена и ацетилена. В каком случае горение углеводорода будет не полным (с выделением углерода).

10. В чем сходство и отличие в свойствах ненасыщенных углеводородов алкинов и алкенов?

ОПЫТ 5. Образование металлических производных ацетилена

Материалы: карбид кальция (в кусочках), дистиллированная вода, 1 %-ный раствор нитрата серебра, хлорид меди (I), концентрированный раствор гидроксида аммония ($\rho=0,91$ г/мл), медная проволока, этиловый спирт, концентрированная соляная кислота ($\rho=1,18$ г/мл), концентрированная азотная кислота ($\rho=1,4$ г/мл).

5.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВОДНОГО РАСТВОРА ГИДРОКСИДА ДИАМИНСЕРЕБРА (I). В пробирку наливают 2–3 мл раствора нитрата серебра и к нему добавляют по каплям концентрированный раствор гидроксида аммония до растворения первоначально выделяющегося осадка.

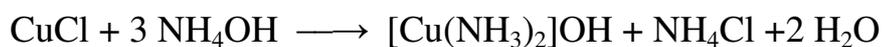
5.2. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВОДНОГО РАСТВОРА ГИДРОКСИДА ДИАМИНМЕДИ (I). В пробирку помещают 1 г хлорида меди (I) добавляют 1–2 мл концентрированного раствора гидроксида аммония и 10 мл воды. Смесь сильно встряхивают и дают отстояться. Раствор сливают и сохраняют над кусочками металлической меди (в виде стружки или проволоки).

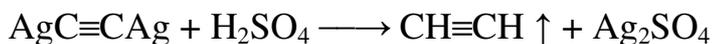
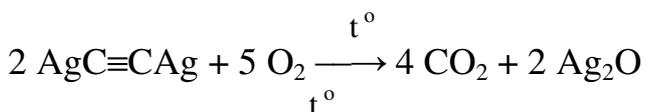
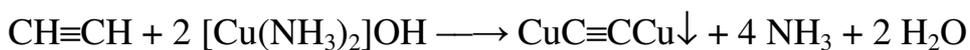
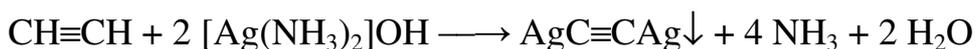
5.3. ПОЛУЧЕНИЕ АЦЕТИЛЕНИДОВ СЕРЕБРА И МЕДИ. В две пробирки помещают по 1–2 мл аммиачных растворов солей серебра и меди и пропускают через эти растворы ток газообразного ацетилена (см. опыт 4). Отмечают вид осадка, образующихся ацетиленидов. Ацетилениды серебра и меди отфильтровывают на воронке со складчатым фильтром. **Ацетиленид серебра более опасен** в обращении и поэтому отфильтровывают **очень небольшое его количество**.

5.4. ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ АЦЕТИЛЕНИДОВ СЕРЕБРА И МЕДИ. Промывают осадки несколькими каплями спирта, переносят влажные фильтры с осадками на другой, больший листок фильтровальной бумаги и осторожно подсушивают в воздушном термостате ($t \sim 80$ °С). Берут щипцами сухой фильтр с ацетиленидом меди, а затем с ацетиленидом серебра и вносят в пламя горелки. Наблюдают явление термического разложения ацетиленидов меди и серебра.

5.5. РАЗЛОЖЕНИЕ АЦЕТИЛЕНИДОВ СЕРЕБРА И МЕДИ. После опытов немедленно уничтожают остатки ацетиленидов, для чего их (вместе с фильтрами) помещают в стаканчик с водой и добавляют концентрированную серную или азотную кислоты (1/4 – 1/5 от объема воды).

Уравнения химических реакций опыта





Наблюдения и выводы

1. Отметить процессы, происходящие при приготовлении растворов гидроксидов диаминсеребра(I) и диаминмеди(I).
2. Указать агрегатное состояние и цвет ацетиленидов серебра и меди.
3. Сделать вывод о подвижности атомов водорода при концевой тройной связи алкинов. О каких свойствах алкинов свидетельствуют такие реакции?
4. Описать явления, происходящие при внесении пропитанных ацетиленидами фильтровальных бумажек в пламя горелок. Сравнить интенсивность процессов термического разложения ацетиленидов.
5. Привести реакции, происходящие при уничтожении ацетиленидов кислотами.

Лабораторная работа 2

КАРБОЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Углеводороды, молекулы которых содержат углеродные цепи, образующие циклы называют **карбоциклическими**. Карбоциклические соединения включают два ряда: алициклический и ароматический, которые делятся на алициклические и ароматические углеводороды.

Алициклическими соединениями (т.е. алифатическими циклическими углеводородами) называют органические вещества с насыщенными циклами. Простейшие соединения этого ряда – **циклоалканы**.

К алициклическим углеводородам также относят природные вещества, называемые **терпеновыми углеводородами** или **терпенами**, соединениями к которым применимо «**изопреновое правило**», их состав описывается общей формулой $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$, где $n = 2 \div 8$

Ароматическими углеводородами называют **циклические** соединения с ароматической системой чередующихся двойных и обычных связей, в которой электронная плотность двойных связей выравнена между атомами цикла. **Бензол** является первым представителем ароматических углеводородов. Он обладает рядом своеобразных свойств, отли-

чающих его от изученных ранее предельных и непредельных алифатических углеводородов.

ОПЫТ 6. Свойства терпеновых углеводородов

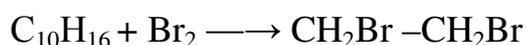
Материалы: скипидар, представляющий собой сложную смесь терпеновых углеводородов формулы $C_{10}H_{16}$, и состоящий на 60–70 % из α -пинена (используют свежеперегнанный продукт), 1 %-ный раствор перманганата калия, бромная вода (раствор бурого цвета), 5 %-ный раствор карбоната натрия, 1 %-ные растворы йодида калия и крахмала (свежеприготовленный), пробирки, штатив.

6.1. РЕАКЦИЯ α -ПИНЕНА (СКИПИДАРА) С БРОМНОЙ ВОДОЙ. В пробирку наливают 1–2 мл скипидара и добавляют равное количество бромной воды. Смесь встряхивают и фиксируют наблюдения в лабораторном журнале.

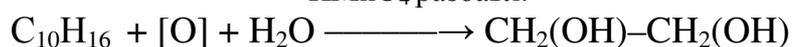
6.2. ОКИСЛЕНИЕ α -ПИНЕНА (СКИПИДАРА) ВОДНЫМ РАСТВОРОМ ПЕРМАНГАНАТА КАЛИЯ. В пробирку наливают 1 мл 1 %-ного раствора $KMnO_4$, добавляют 1 мл 5 %-ного раствора Na_2CO_3

6.3. ОКИСЛЕНИЕ α -ПИНЕНА (СКИПИДАРА) КИСЛОРОДОМ ВОЗДУХА. В пробирку наливают 1 мл 1 %-ного раствора KI , 1–2 капли раствора крахмала и 0,5 мл скипидара. Содержимое пробирки встряхивают и ставят её в штатив. Отметьте время до начала появления синего окрашивания реакционной смеси.

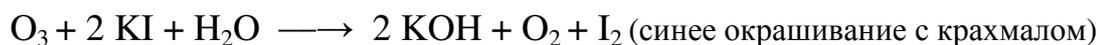
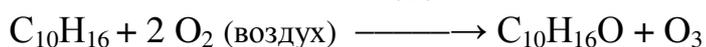
Уравнение химической реакции опыта



$KMnO_4$ разбавл.



свет



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид скипидара.
2. Указать на изменение вида реакционной смеси скипидара с бромной водой.
3. Указать на изменение вида реакционной смеси скипидара с разбавленным раствором перманганата калия.
4. Сделать вывод наличия двойной связи в молекуле α -пинена.
5. Указать на изменение вида реакционной смеси скипидара с раствором йодида калия и крахмала. Зафиксировать время появления окраски.
6. Сделать вывод об окисляемости α -пинена кислородом воздуха.

ОПЫТ 7. Получение бензола из бензоата натрия

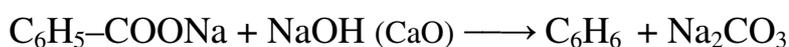
Материалы: бензоат натрия (кристаллический), натронная известь – смесь гидроксида натрия и оксида кальция (прокаленная), дистиллированная вода.

Тщательно растирают в ступке 2,5 г бензоата натрия с 5 г натронной извести и пересыпают смесь в пробирку, которую затем закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Нижний конец трубки опускают в пробирку-приемник с 2 мл воды и охлаждаемую на ледяной бане.

Пробирку с сухой смесью закрепляют в лапке штатива и нагревают пламенем горелки сначала осторожно, а затем сильно. Когда исчезнут белые участки на поверхности реакционной смеси, нагревание прекращают.

Полученный бензол конденсируется в приемнике.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

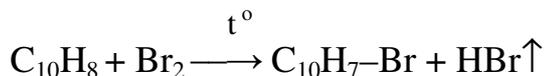
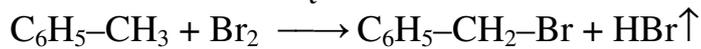
1. Наблюдать за явлениями, происходящими с реакционной смесью при нагревании пробирки.
2. Описать некоторые физические свойства бензола в пробирке-приемнике: цвет, характерный запах, относительную плотность и растворимость в воде.
3. В каком агрегатном состоянии находится полученный бензол?
4. Сделать вывод о возможности получения аренов по реакции декарбокислирования солей ароматических кислот.

ОПЫТ 8. Бромирование ароматических углеводородов

Материалы: бензол, толуол, нафталин 2 %-ный раствор брома в четыреххлористом углероде.

В три сухие пробирки помещают 1 мл бензола, 1 мл толуола и 0,5–1 г нафталина. В каждую пробирку добавляют по 1 мл раствора брома и встряхивают. Затем делят каждую смесь на две части, отливая половину ее объема в чистую сухую пробирку. Одну часть каждой смеси с раствором брома оставляют стоять в штативе, а другую часть осторожно нагревают до кипения на водяной бане. После чего так же ставят пробирку в штатив.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Наблюдать за явлениями, происходящими с реакционной смесью на холоду (без нагревания).

2. Записать, в каких пробирках происходит процесс бромирования на холодѹ.

3. Наблюдать за процессом бромирования ароматических углеводов при нагревании.

4. Сделать заключение о том, что признаками реакции бромирования является исчезновение окраски брома и выделение дымящего на воздухе бромоводорода.

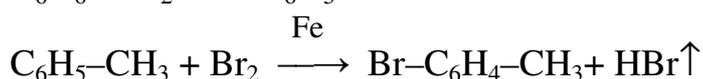
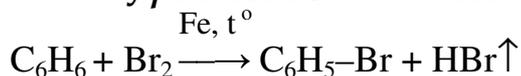
5. Сделать вывод о том, что углеводороды с «активированным» ароматическим ядром бромуются даже на холодѹ и без катализатора; реакция бромирования бензола требует помимо нагревания еще и присутствия катализатора.

ОПЫТ 9. Каталитическое бромирование ароматических углеводов

Материалы: бензол, толуол, 2 %-ный раствор брома в четыреххлористом углероде, железные опилки.

В сухой пробирке смешивают 2–3 мл исследуемого углеводорода с равным объемом раствора брома и делят на две одинаковые части. В первую порцию добавляют маленькую щепотку железных опилок, а в другую порцию катализатор не добавляют. Смеси, содержащие толуол, оставляют в штативе при комнатной температуре, часто взбалтывая. Смеси содержащие бензол нагревают до начала кипения на водяной бане, затем также пробирки ставят в штатив.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Наблюдать различие в скорости бромирования бензола и толуола по интенсивности выделения бромистого водорода.

2. Отметить, как влияет добавление катализатора на скорость бромирования различных углеводов.

3. Сделать вывод, какой углеводород бромуются быстрее.

4. Сделать заключение о том, как влияет присутствие катализатора на бромирование ароматических углеводов.

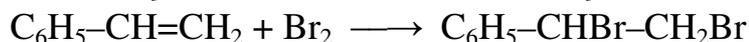
ОПЫТ 10. Бромирование стирола

Материалы: стирол, 2–3 %-ный раствор брома в ледяной уксусной кислоте, дистиллированная вода.

В пробирку вносят 5–6 капель стирола и понемногу добавляют при встряхивании раствор брома до прекращения его обесцвечивания. Полу-

ченную светло-желтую жидкость разбавляют двойным объемом холодной дистиллированной воды. Через 5–10 минут отфильтровывают образовавшийся осадок через складчатый фильтр.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

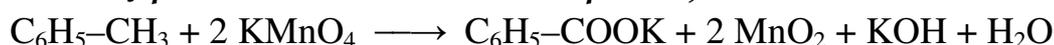
1. Наблюдать за явлениями, происходящими с реакционной смесью при добавлении раствора брома.
2. Отметить, происходит ли выделение бромоводорода из реакционной смеси.
3. Записать изменения, происходящие с реакционной смесью при добавлении воды.
4. Описывать внешний вид полученного [1,2-дибромэтил]-бензола.
5. Сделать вывод о том, что бромирование протекает по двойной связи в боковой цепи молекулы стирола.
6. Сделать заключение о том, что в условиях опыта замещения атомов водорода бензольного кольца бромом не наблюдалось (сравнить с опытами 46, 47).

ОПЫТ 11. Окисляемость ароматических углеводородов

Материалы: бензол, толуол, 1 %-ный раствор перманганата калия, 15 %-ный раствор серной кислоты.

Помещают в две пробирки по 1 мл раствора перманганата калия и по 1 мл раствора серной кислоты и затем добавляют в одну пробирку ~ 0,5 мл бензола, а в другую – такое же количество толуола. Сильно встряхивают обе пробирки в течение нескольких минут. Наблюдают за изменениями реакционной смеси.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить явления, происходящие в процессе приготовления окислительной смеси.
2. Описать вид реакционной смеси после добавления углеводородов: окраску раствора перманганата калия, наличие поверхности раздела между углеводородом и водным слоем.
3. Наблюдать за изменениями, происходящими с реакционной смесью при встряхивании. В пробирке, с каким углеводородом происходит быстрое изменение окраски?
4. Сделать вывод об относительной устойчивости бензола по отношению к окислителю (в условиях опыта).

5. Сделать заключение о том, что гомологи бензола окисляются сравнительно легко.

Лабораторная работа 3

ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Галогенопроизводными называют производные алифатических углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода заменены атомами галогенов Hlg (F, Cl, Br, I).

Классификация галогенопроизводных углеводородов:

1. По числу атомов Hlg, содержащихся в молекуле: *моно-* и *полигалогенопроизводные* углеводородов.
2. По строению углеводородного радикала: *насыщенные*, *ненасыщенные* и *ароматические* галогенопроизводные углеводородов.
3. В зависимости от того, при каком углеродном атоме находится галоген, различают *первичные* ($\text{RCH}_2\text{-Hlg}$), *вторичные* ($\text{R}_2\text{CH-Hlg}$) и *третичные* ($\text{R}_3\text{C-Hlg}$) галогенопроизводные.

ОПЫТ 12. Получение бромистого этила

Материалы: *этиловый спирт, бромид калия (растертый в ступке в порошок), концентрированная серная кислота ($\rho = 1,84$ г/мл), дистиллированная вода.*

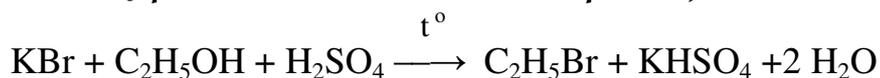
Реакцию проводят в широкой пробирке с пробкой, снабженной газоотводной трубкой.

В пробирку вливают 3 мл этилового спирта и затем добавляют при встряхивании 3 мл концентрированной серной кислоты. Охладив сильно разогревшуюся смесь на ледяной бане, добавляют 2 мл дистиллированной воды, смесь снова охлаждают и при легком встряхивании всыпают 3 г бромида калия. Затем присоединяют газоотводную трубку и укрепляют пробирку наклонно в лапке штатива. Конец отводной трубки погружают в другую пробирку–приемник, содержащую 1 мл воды с кусочком льда и помещенную на ледяную баню. Осторожно нагревают до кипения реакцию смесь пламенем горелки. Смесь кипит спокойно и равномерно. Перегонку ведут в течение 10–12 минут и прекращают ее, когда исчезнут кристаллы бромида калия, а в приемник перестанут поступать тяжелые капли бромистого этила.

Сливают из приемника большую часть верхнего водного слоя. К остатку добавляют холодной дистиллированной воды и, плотно закрыв пробирку пробкой, взбалтывают ее, после чего дают отстояться тяжелому нижнему слою бромистого этила.

Полученный бромистый этил отбирают пипеткой и переносят в сухую пробирку. Затем вносят каплю бромистого этила на палочке в пламя горелки. Пламя приобретает окраску, характерную для акликбромидов.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить явления, происходящие при образовании этилсерной кислоты.
2. Указать на выделение газообразного галогеноводорода из реакционной смеси при добавлении бромида калия.
3. Сделать вывод о том, что бромистый этил образуется по реакции галогенирования этанола или этилсерной кислоты бромоводородом.
4. Описать физические свойства бромистого этила; отметить окраску пламени, характерную для алкилбромидов.

ОПЫТ 13. Получение йодоформа

Материалы: этиловый спирт, йод (кристаллический), 7 %-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

В стаканчик или колбочку емкостью 50 мл помещают 1 г йода, 1 мл спирта и встряхивают смесь, после чего добавляют 10 мл дистиллированной воды. Затем приливают по каплям раствор гидроксида натрия, взбалтывая смесь и слегка нагревая ее до 60–70 °С. Щелочь прибавляют до исчезновения кристаллов йода. Этот момент наступает очень быстро. Одновременно из жидкости начинает выделяться осадок йодоформа.

Оставляют теплую смесь отстаиваться в течение 5–10 мин, после чего охлаждают ее, отфильтровывают осадок на воронке Бюхнера и высушивают полученный йодоформ, отжимая его на фильтровальной бумаге.

Очистку йодоформа проводят перекристаллизацией его из ацетона или этанола.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Сравнить растворимость йода в этиловом спирте и воде.
2. Отметить цвет и характерный запах кристаллического йодоформа.
3. Объяснить, почему для йодоформа возможно высушивание на воздухе при комнатной температуре между листами фильтровальной бумаги?
4. На основании проведенных наблюдений описать физические свойства полученного йодоформа.
5. Привести стадии реакции образования йодоформа из этанола.
6. Сделать вывод о возможности получения йодоформа из этанола.

ОПЫТ 14. Взаимодействие хлороформа со щелочью

Материалы: хлороформ, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 14 %-ный раствор азотной кислоты, 1 %-ный раствор нитрата серебра, 1 %-ный раствор перманганата калия, концентрированный раствор гидроксида аммония ($\rho=0,91$ г/мл).

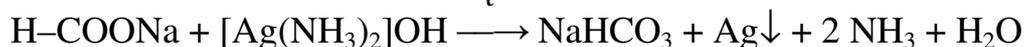
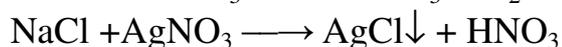
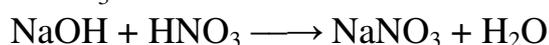
Помещают в пробирку несколько капель хлороформа и 2–3 мл раствора гидроксида натрия, осторожно нагревают смесь 1–2 минуты до начала кипения хлороформа при частом взбалтывании. После этого охлаждают пробирку в воде. Полученный щелочной раствор сливают с остатка хлороформа, если он имеется, и делят на три части.

I. К первой порции гидролизата прибавляют разбавленную азотную кислоту до кислой реакции и несколько капель раствора нитрата серебра.

II. К 1 мл раствора нитрата серебра (в отдельной пробирке) добавляют по каплям водный раствор гидроксида аммония до растворения первоначально образующегося осадка оксида серебра. Полученный раствор приливают ко второй порции гидролизата и нагревают.

III. К третьей порции гидролизата добавляют несколько капель раствора перманганата калия.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить специфический запах исходного хлороформа и сравнить с запахом образующегося гидролизата.

2. Сделать вывод о том, какие органические вещества образуются при гидролизе геминальных тригалогенопроизводных углеводов.

3. Описать явления, происходящие при взаимодействии щелочного гидролизата с растворами нитрата серебра, гидроксида диаминсеребра (I) и перманганата калия.

4. На основании проведенных реакций, сделать вывод о присутствии определенных ионов и функциональных групп в щелочном гидролизате.

Лабораторная работа 4

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОДНО- И МНОГОАТОМНЫЕ СПИРТЫ

Спиртами называют органические соединения, содержащие в молекуле одну или несколько гидроксильных групп –ОН у насыщенного атома углерода.

Классификация:

1. В зависимости от числа гидроксильных групп спирты подразделяют на *одно-* и *многоатомные*.
2. По строению углеводородного радикала спирты подразделяют на *алифатические* и *ароматические*.
3. В зависимости от того, при каком углеродном атоме находится гидроксильная группа, различают спирты *первичные* ($\text{RCH}_2\text{-OH}$), *вторичные* ($\text{R}_2\text{CH-OH}$) и *третичные* ($\text{R}_3\text{C-OH}$).

ОПЫТ 15. Растворимость спиртов в воде

Материалы: *этиловый, пропиловый, бутиловый и изоамиловый спирты, дистиллированная вода.*

В отдельные пробирки поместить по 1мл этилового, пропилового, бутилового и изоамилового спиртов и по 3мл воды. Полученные смеси взболтать.

Наблюдения и выводы

1. *Отметить, какие из спиртов хорошо смешиваются с водой, какие ограниченно смешиваются, а какие не смешиваются с водой.*
2. *Сделать вывод о взаимосвязи между молекулярной массой спирта и его растворимостью.*

ОПЫТ 16. Отношение спиртов к индикаторам

Материалы: *этиловый, пропиловый, бутиловый и изоамиловый спирты, дистиллированная вода, универсальная индикаторная бумага, спиртовой раствор фенолфталеина.*

Полученные растворы этилового, пропилового, бутилового и изоамилового спиртов (опыт 15) разделить на 2 части. Одну часть каждого раствора спирта использовать для определения рН с помощью универсального индикатора. Другую часть полученных растворов – испытать с помощью индикатора фенолфталеина.

Наблюдения и выводы

1. *Отметить изменение окраски индикаторов в растворах спиртов.*
2. *Какое значение рН имеют растворы спиртов?*
3. *На основании эксперимента сделать вывод о способности спиртов к диссоциации.*
4. *К какому классу веществ можно отнести спирты – кислоты, основания или амфотерные соединения?*

ОПЫТ 17. Образование и гидролиз алкоголята

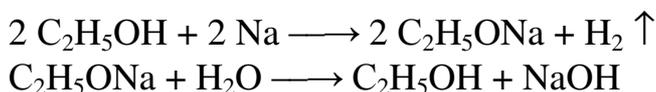
Материалы: *этиловый спирт (обезвоженный), натрий металлический, спиртовой раствор фенолфталеина, дистиллированная вода.*

Берут склянку с металлическим натрием, хранящимся под керосином, и пинцетом вынимают небольшой кусочек. Этот кусочек кладут на фильтровальную бумагу, очищают от оксидных корочек и отжимают от керосина в фильтровальной бумаге. В сухую пробирку приливают 2 мл обезвоженного этилового спирта. Подготовленный кусочек металлического натрия погружают в пробирку с этиловым спиртом. Для охлаждения помещают пробирку в стакан с водой. Когда газ станет выделяться спокойно, подносят к отверстию пробирки зажженную спичку и отмечают наблюдаемое явление.

Реакция постепенно замедляется и для ее ускорения требуется слегка нагревать пробирку.

Когда **натрий весь прореагирует**, израсходуется, полученный концентрированный раствор алкоголята охлаждают и наблюдают за происходящим явлением. В пробирку с раствором алкоголята добавляют 5–6 мл воды и определяют характер среды полученного раствора фенолфталеином.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

- 1. Отметить внешний вид и физические свойства металлического натрия.*
- 2. Описать явления, происходящие со спиртом при добавлении в него металлического натрия.*
- 3. Указать, насколько энергично вспыхивает выделяющийся из пробирки газ – равномерное горение или вспышка с характерным резким звуком.*
- 4. Как изменяется внешний вид реакционной смеси с течением времени?*
- 5. Проследите за изменениями, происходящими с раствором алкоголята при охлаждении.*
- 6. Отметьте явления, происходящие при добавлении воды к спиртовому раствору алкоголята натрия.*
- 7. Проследить за изменением цвета раствора при добавлении фенолфталеина.*
- 8. Сделать вывод о кислотных свойствах спиртов и сравнить их с кислотными свойствами воды.*

ОПЫТ 18. Окисление этилового спирта оксидом меди

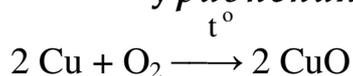
Материалы: *этиловый спирт (обезвоженный), медь металлическая в виде проволоки свернутой в спираль высотой 2–2,5 см, дистиллированная вода.*

В сухую пробирку помещают 1,5 мл этилового спирта и 1 мл воды. Затем сильно нагревают медную спираль, держа её тигельными щипцами

в пламени горелки. Быстро вносят горячую спираль в пробирку со спиртом и тотчас же **неплотно** закрывают пробирку корковой пробкой.

После того как реакция прекратится, вставляют пробку плотнее и охлаждают пробирку в стакане с холодной водой. Затем вынимают пробку, переливают жидкость в другую пробирку и добавляют к ней примерно равный объем воды. Получают водноспиртовой раствор ацетальдегида, который дает все характерные для альдегидов реакции.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить изменения, происходящие с медной спиралью при внесении ее в пламя горелки.

2. Опишите явления, происходящие со спиртом при внесении в него раскаленной медной спирали. Как при этом изменяется внешний вид медной спирали?

3. Как изменяется запах у реакционной смеси после завершения реакции?

4. Какое вещество является окислителем в данной реакции? Как изменяется его внешний вид в процессе восстановления?

5. Сделать вывод об окисляемости спиртов. Какие спирты легче окисляются первичные, вторичные или третичные?

6. Укажите, что происходит с содержимым пробирки после её охлаждения и добавления в нее воды?

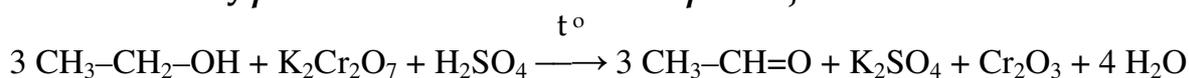
7. Сделать вывод о том, какие вещества могут образоваться при окислении первичных спиртов в мягких условиях.

ОПЫТ 19. Окисление этилового спирта хромовой смесью

Материалы: этиловый спирт, 5 %-ный раствор дихромата калия, 15 %-ный раствор серной кислоты.

Смешивают в пробирке 2 мл раствора дихромата калия, 1 мл разбавленной серной кислоты и 0,5 мл этилового спирта и осторожно нагревают.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать исходный внешний вид (цвет) хромовой смеси.

2. Проследить за изменением окраски нагреваемой смеси. Какое вещество является продуктом восстановления?

3. Отметить появившийся запах в пробирке. Какое вещество является продуктом окисления?

4. Сделать вывод об окисляемости спиртов.

5. Объяснить какое вещество в данной реакции является окислителем и восстанавливается, а какое является восстановителем и окисляется?

ОПЫТ 20. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди

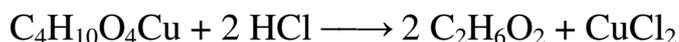
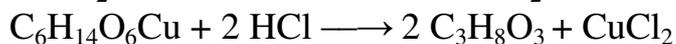
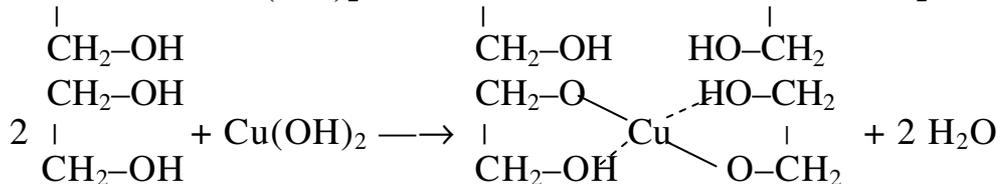
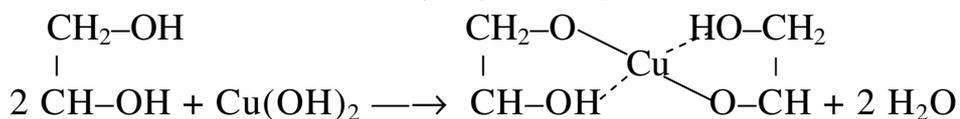
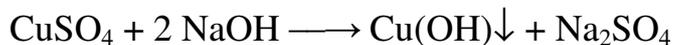
Материалы: глицерин, этиленгликоль, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 5 %-ный раствор сульфата меди, 7 %-ный раствор соляной серной кислоты, дистиллированная вода.

В пробирке получают гидроксид меди, для чего смешивают 1 мл раствора сульфата меди с 1,2 мл раствора гидроксида натрия.

Отфильтровав большую часть жидкости через маленький бумажный фильтр, вносят стеклянной лопаточкой небольшое количество осадка с фильтра в 3 пробирки. Затем добавляют по 0,5–1 мл воды в каждую пробирку. Далее в одну пробирку помещают 3–5 капель глицерина, в другую – 3–5 капель этиленгликоля.

Встряхнув все три пробирки, дают их содержимому отстояться и отмечают появление характерной окраски смеси. Затем добавляют к этим растворам избыток разбавленной соляной кислоты и наблюдают изменение окраски.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид образовавшегося гидроксида меди.
2. Сравнить внешний вид этиленгликоля и глицерина с этиловым спиртом. Почему многоатомные спирты представляют собой вязкие жидкости?
3. Отметить проявление окраски характерной для глицератов и гликолятов меди.

4. Сделать вывод о кислотных свойствах многоатомных спиртов и сравнить их с одноатомными спиртами. Реагируют ли одноатомные спирты с основаниями?

5. Сделать заключение о качественном характере данной реакции на многоатомные спирты? Присутствие, каких функциональных групп показывает данная реакция?

6. Отметить изменение окраски реакционной смеси при добавлении в нее соляной кислоты.

7. Сравнить кислотные свойства многоатомных спиртов с минеральными кислотами.

Лабораторная работа 5

ФЕНОЛЫ И АРОМАТИЧЕСКИЕ СПИРТЫ

Фенолами называют гидроксильные производные ароматических углеводородов, в которых гидроксильная группа –ОН непосредственно связана с атомом углерода бензольного кольца.

В **ароматических спиртах** гидроксильная группа –ОН находится в боковой цепи бензольного кольца.

ОПЫТ 21. Растворимость и кислотный характер фенолов

Материалы: фенол, пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол, дистиллированная вода, универсальные индикаторные бумажки.

К 0,3–0,5 г исследуемого фенола добавляют 4–5 мл дистиллированной воды. Если полного растворения не происходит, нагревают смесь до кипения, а затем охлаждают. Отмечают наблюдаемые изменения.

Испытывают реакцию полученных растворов универсальной индикаторной бумажкой.

Наблюдения и выводы

1. Отметить, какие фенолы растворяются в воде без нагревания.
2. Пронаблюдать за явлениями, происходящими в процессе нагревания и затем охлаждения растворов фенолов.
3. Записать значения рН растворов фенолов.
4. Сделать вывод о том, что растворимость фенолов в воде меняется в зависимости от числа и взаимного расположения гидроксильных групп в молекуле.
5. Сделать заключение о том, что растворы фенолов в отличие от спиртов обнаруживают явную кислую реакцию.

ОПЫТ 22. Образование и разложение фенолята

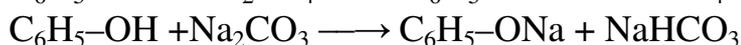
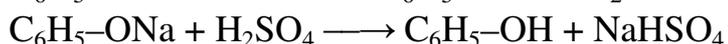
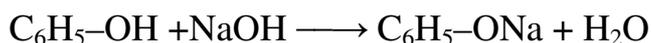
Материалы: фенол (кристаллический), 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 15 %-ный раствор серной кислоты, 5 %-ный раствор карбоната

натрия, 5 %-ный раствор гидрокарбоната натрия, дистиллированная вода.

А. В пробирку помещают 0,3–0,5 г фенола и добавляют 1 мл воды. Затем раствор щелочи до полного растворения. К полученному раствору добавляют раствор серной кислоты и отмечают наблюдаемые изменения.

Б. Помещают в две пробирки по 0,2–0,3 г фенола, добавляют при встряхивании в одну из них 1–2 мл раствора карбоната натрия, а в другую – такой же объем раствора гидрокарбоната натрия.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Наблюдать за явлениями, происходящими с фенолом сначала при добавлении воды, а затем при добавлении щелочи.

2. Отметить, что происходит при добавлении к феноляту натрия раствора серной кислоты.

3. Записать, в растворе какой соли – карбоната или гидрокарбоната – происходит полное растворение фенола.

4. Сделать вывод о том, что фенолы обладая кислотным характером, в отличие от спиртов, образуют феноляты с растворами щелочей.

5. Сделать вывод о том, что феноляты образуются также при взаимодействии фенола с раствором карбоната натрия, т.к. при гидролизе последнего образуется достаточно много ионов гидроксила.

6. Сделать заключение о том, что феноляты хорошо растворимы в воде и, в отличие от алкоголятов, не разлагаются ею.

ОПЫТ 23. Взаимодействие фенола с бромной водой

Материалы: фенол, пирокатехин, резорцин, пирогаллол и нафтол, бромная вода, дистиллированная вода.

Для проведения опыта необходимо приготовить растворы различных фенолов и нафтолов (см. опыт 21). К 1 мл раствора каждого из исследуемых веществ добавляют 2 мл бромной воды и отмечают наблюдаемые изменения.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить, какие фенолы в присутствии бромной воды изменяют окраску. Записывают цвета полученных растворов.

2. Указать, какие фенолы и нафтолы, в присутствии бромной воды образуют осадки. Записывают цвета полученных осадков.

3. Сделать вывод о том, что фенолы по разному реагируют с бромом: фенол легко и количественно образует малорастворимый осадок трибромиды; нафтолы образуют дибромзамещенные продукты, выпадающие в осадок; гидрохинон легко окисляется бромом до хинона; пирогаллол и резорцин образуют растворимые продукты реакции.

4. Сделать заключение о качественном характере реакции фенола с бромной водой.

ОПЫТ 24. Реакция фенолов и нафтолов с хлоридом железа (III)

Материалы: различные фенолы (фенол, пирокатехин, резорцин, пирогаллол и нафтол), этиловый спирт, 1,6 %-ный раствор хлорида железа (III), дистиллированная вода.

Опыт проводят одновременно с растворами различных фенолов и нафтолов. Для проведения опыта необходимо приготовить растворы различных фенолов и нафтолов (см. опыт 50).

К 5–6 каплям каждого из исследуемых растворов добавляют 1–1,5 мл воды и затем 3–5 капель раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление интенсивной различной окраски растворов фенолов и нафтола.

Наблюдения и выводы

1. Записать цвета растворов полученных при добавлении хлорида железа (III) к растворам фенолов и нафтола.

2. Отметить появление осадка в некоторых растворах; описать его вид и цвет.

3. Сделать вывод об образовании интенсивно окрашенных продуктов взаимодействия фенолов и нафтола с хлоридом железа (III).

4. Сделать заключение о качественном характере реакции различных фенолов и нафтола с хлоридом железа (III).

Лабораторная работа 6

АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Альдегиды и кетоны относятся к карбонильным соединениям: содержат в своем составе карбонильную группу $>C=O$. В альдегидах атом углерода карбонильной группы обязательно связан с одним атомом водорода. В кетонах атом углерода карбонильной группы связан с двумя одинаковыми или разными углеводородными радикалами.

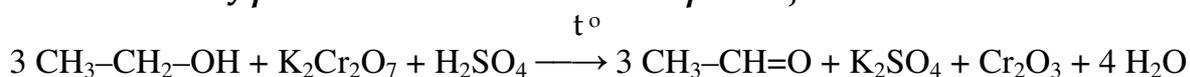
ОПЫТ 25. Образование ацетальдегида при окислении этилового спирта

Материалы: этиловый спирт, дихромат калия (в порошке); 15 %-ный раствор серной кислоты, дистиллированная вода.

В пробирку с газоотводной трубкой помещают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл раствора серной кислоты и 2 мл спирта. Смесь встряхивают и наблюдают за изменениями в пробирке.

Закрепляют пробирку наклонно в лапке штатива, погружают конец газоотводной трубки почти до дна пробирки-приемника, содержащей 2 мл холодной дистиллированной воды. Осторожно нагревают реакционную смесь пламенем горелки. Следует внимательно следить за тем, чтобы **нагревание реакционной смеси было равномерным**, т.к. в противном случае смесь может быть переброшена через газоотводную трубку в пробирку-приемник. В течение 2–3 мин объем жидкости в приемнике увеличивается. По окончании опыта вынимают газоотводную трубку из пробирки-приемника, прекращают нагревание и разбирают прибор.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить, как изменяется вид реакционной смеси при взаимодействии этанола с дихроматом калия.
2. Является ли данная реакция экзотермической? Ответ поясните наблюдениями за ходом опыта.
3. Оценить во сколько раз увеличивается содержимое пробирки-приемника при перегонке уксусного альдегида?
4. Сделать вывод о возможности получения альдегидов по реакции окисления первичных спиртов.
5. Отметить запах ацетальдегида в отгоне, собранном в пробирке-приемнике.
6. Смешивается ли с водой полученный ацетальдегид?

ОПЫТ 26. Окисление альдегидов соединениями серебра – реакция «серебряного зеркала»

Материалы: формалин – 40 %-ный раствор формальдегида ($\rho = 1,09$ г/мл), ацетальдегид, 1 %-ный раствор нитрата серебра, 5 %-ный раствор гидроксида аммония, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

Для проведения реакции «серебряного зеркала» следует использовать полностью обезжиренные пробирки: в 4 чистые пробирки добавить по 5 мл раствора гидроксида натрия и прокипятить в течение 30 секунд. Затем, вылив щелочь промыть эти пробирки водой и, наконец, ополоснуть дистиллированной водой.

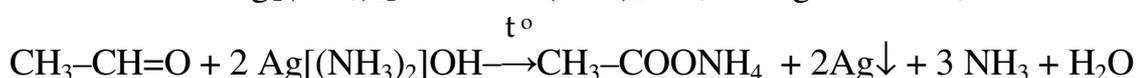
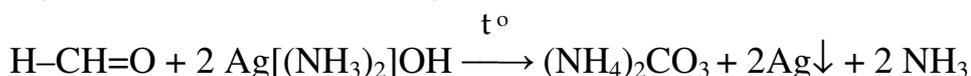
26.1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕАКТИВА ТОЛЛЕНСА. В пробирку помещают 4–5 мл раствора нитрата серебра и затем **по каплям** добавляют раствор

гидроксида аммония до растворения первоначально образовавшегося осадка. **Следует избегать избытка аммиака.**

26.2. ОКИСЛЕНИЕ АЛЬДЕГИДОВ РЕАКТИВОМ ТОЛЛЕНСА (РЕАКЦИЯ СЕРЕБРЯНОГО ЗЕРКАЛА). В две заранее приготовленные чистые пробирки добавляют по 1 мл формалина. Затем добавляют по 1 мл свежеприготовленного водного аммиачного раствора гидроксида диаминсеребра (I). В одну из пробирок добавляют 2-3 капли раствора гидроксида натрия. Встряхнув пробирки, ставят их в штатив. Наблюдают за изменениями в реакционной смеси. Если реакция не идет, то нагревают пробирки несколько минут на водяной бане до 50–60 °С.

Повторяют эксперимент, используя вместо формалина ацетальдегид.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить какие явления происходят при приготовлении раствора гидроксида диаминсеребра (I).
2. Описать цвет осадка в реакционной смеси и вид осадка выделяющегося, на стенках пробирок.
3. Указать, в какой пробирке изменение наблюдается раньше в присутствии щелочи или нет.
4. Что происходит с реакционной смесью в пробирках при нагревании?
5. Сравнить реакционную способность альдегидов в процессе окисления.
6. Сделать вывод об отношении альдегидов к окислению соединениями серебра.
7. Сделать заключение о качественном характере реакции «серебряного зеркала». Вступают ли кетоны в данную реакцию?

ОПЫТ 27. Окисление альдегидов соединениями двухвалентной меди

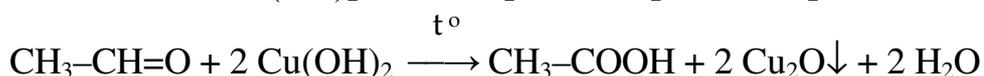
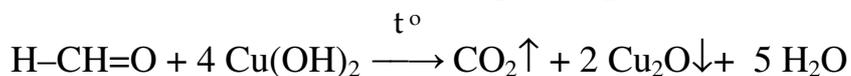
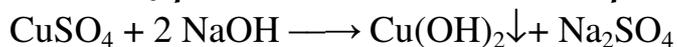
Материалы: формалин – 40 %-ный раствор формальдегида ($\rho = 1,09$ г/мл), ацетальдегид, 5 %-ный раствор сульфата меди, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

К 1 мл формалина добавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия и затем по каплям раствор сульфата меди до образования осадка. Получен-

ную смесь нагревают до начала кипения, при этом осадок изменяет свою окраску.

Повторяют эксперимент, используя вместо формалина ацетальдегид.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать вид и цвет осадка гидроксида меди (II).
2. Отметить явления, происходящие при нагревании в реакционной смеси.
3. Сравнить реакционную способность альдегидов в процессе окисления.
4. Сделать вывод об отношении альдегидов к окислению.

ОПЫТ 28. Получение и свойства акролеина

Материалы: глицерин, гидросульфит натрия или калия (в порошке), бромная вода (раствор бурого цвета), 1 %-ный раствор перманганата калия, дистиллированная вода.

Перед началом проведения опыта следует **заранее** подготовить 2 пробирки и поместить в одну 4–5 мл бромной воды, а в другую 4–5 мл 1 %-ного раствора перманганата калия. Также, необходимо убедиться в том, что выход газоотводной трубки может быть легко погружен в каждый раствор и достает почти до дна пробирки.

28.1. ПОЛУЧЕНИЕ АКРОЛЕИНА. К нескольким каплям глицерина в сухой пробирке добавляют около 1 г гидросульфита натрия, встряхивают смесь и закрывают газоотводной трубкой. Реакционную смесь нагревают пламенем горелки.

28.2. БРОМИРОВАНИЕ АКРОЛЕИНА. Образующиеся пары акролеина пропускают в отдельную пробирку с заранее подготовленным раствором бромной воды. Устанавливают, изменяется ли окраска реакционной смеси выделяющимися пузырьками акролеина.

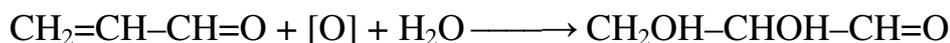
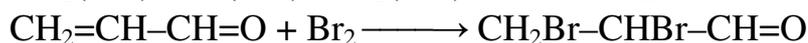
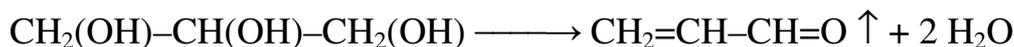
28.3. ОКИСЛЕНИЕ АКРОЛЕИНА. Образующиеся пары акролеина пропускают в отдельную пробирку с заранее подготовленным раствором перманганата калия (сильно разбавленный, ярко-розовый водный раствор). Фиксируют изменения, происходящие в реакционной смеси.

Затем, не прекращая нагревания реакционной смеси, опускают конец газоотводной трубки в пробирку-приемник с 1 мл холодной воды, охлаждаемую в стакане с водой. Нагревание реакционной смеси ведут до прекращения заметного образования паров. После чего вынимают газоот-

водную трубку из пробирки-приемника и разбирают прибор, а реакционную пробирку оставляют в вытяжном шкафу и заполняют ее щелочным раствором перманганата калия для уничтожения остатков акролеина.

Отгон в пробирке-приемнике имеет резкий запах. Для обнаружения его свойств за счет альдегидной группы провести соответствующие качественные реакции.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать изменения, происходящие с реакционной смесью при нагревании.

2. Отметить внешний вид паров акролеина выходящего из газоотводной трубки?

3. Описать происходит ли изменение окраски растворов бромной воды и перманганата калия выделяющимися пузырьками акролеина, т.е. происходит ли бромирование и окисление пропеналя.

4. Какие функциональные группы присутствуют в данном альдегиде, и какие реагируют с галогеном, а какие с окислителем.

5. Оценить во сколько раз увеличивается содержимое пробирки-приемника при перегонке акролеина?

6. Описать запах акролеина находящегося в пробирке-приемнике. Смешивается ли он с водой?

7. Какие качественные реакции на альдегидную группу будут характерны для акролеина?

8. Сделать вывод о бифункциональном характере акролеина.

ОПЫТ 29. Получение ацетона

Материалы: ацетат кальция (обезвоженный, в порошке), дистиллированная вода, 1 %-ный водный раствор йода (содержащий 5 % йодида калия), 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 15 %-ный раствор соляной кислоты.

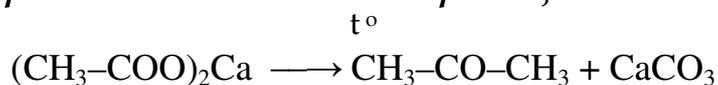
В сухую пробирку помещают 4–5 г сухого ацетата кальция, присоединяют газоотводную трубки и укрепляют пробирку в лапке штатива **почти горизонтально**, так чтобы дно пробирки было несколько выше, чем её отверстие. Легким постукиванием достигают образования канала над слоем соли в пробирке. Отводную трубку погружают почти до дна в пробирку-приемник с 2 мл холодной дистиллированной воды, помещенную в стаканчик с холодной водой.

Пробирку с ацетатом кальция нагревают пламенем горелки сначала осторожно, затем сильнее и, наконец, до красного каления. Летучие продукты разложения соли переходят в приемник в течение 5–7 мин, при этом первоначальный объем жидкости в нем увеличивается. После чего вынимают газоотводную трубку из приемника, прекращают нагревание и после того как прибор несколько остынет, разбирают его.

Наличие ацетона в отгоне определяют по характерной йодоформной реакции (см. опыт 30).

После полного остывания реакционной пробирки добавляют к ее содержимому 2–3 мл раствора соляной кислоты. Для сравнения добавляют раствор соляной кислоты к исходному ацетату кальция. Наблюдают за происходящими явлениями.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать изменения, происходящие с реакционной смесью при нагревании.
2. Оценить во сколько раз увеличивается содержимое пробирки-приемника при перегонке ацетона?
3. Отметить наличие специфического запаха и цвета отгона в пробирке-приемнике.
4. Сделать вывод о возможности получения ацетона и кетонов по реакции пиролиза кальциевых солей карбоновых кислот.
5. Описать явления, происходящие при добавлении соляной кислоты к реакционной смеси после реакции. Почему эта же реакция не идет при добавлении соляной кислоты к исходному ацетату кальция?
6. Сделать вывод об образовании побочного неорганического продукта реакции в процессе синтеза ацетона.

ОПЫТ 30. Образование йодоформа из ацетона

Материалы: водный раствор ацетона (или отгон из опыта 18), 1 %-ный водный раствор йода (содержащий 5 % йодида калия), 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 15 %-ный раствор соляной кислоты.

К 1 мл отгона из опыта 18 (или водного раствора ацетона) добавляют 1 мл раствора йода и затем несколько капель раствора гидроксида натрия до исчезновения окраски. Присутствие ацетона в отгоне подтверждается немедленным образованием йодоформа с характерным запахом.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Проследить за изменением окраски раствора йода при добавлении щелочи.
2. Указать на появление осадка и описать внешний вид йодоформа.
3. Сравнить условия получения йодоформа из этанола (опыт 6) и из ацетона. Почему в последнем случае нагревания не требуется?
4. На основании положительной йодоформной реакции отгона сделать вывод об образовании ацетона в данном опыте.

ОПЫТ 31. Взаимодействие ацетона с бисульфитом натрия

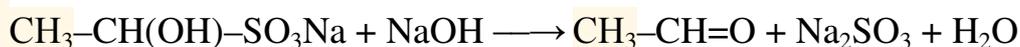
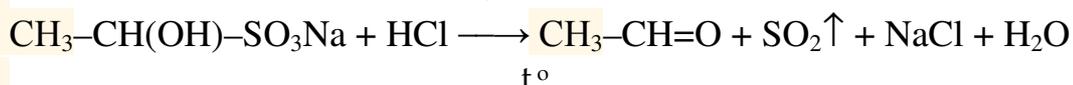
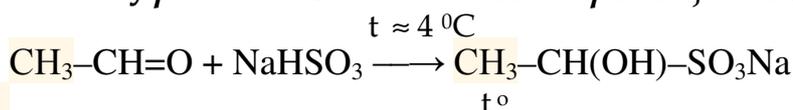
Материалы: ацетон (чистый), насыщенный раствор бисульфита натрия, дистиллированная вода, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 15 %-ный раствор соляной кислоты.

В пробирку помещают 2 мл ацетона 3–4 мл насыщенного раствора бисульфита натрия. Смесь охлаждают в ледяной воде, встряхивают пробирку и протирают стеклянной палочкой о стенки пробирки. Наблюдают за происходящими явлениями.

Полученный осадок отфильтровывают на воронке через складчатый фильтр и отжимают на фильтровальной бумаге.

Часть полученного вещества помещают в чистую пробирку, добавляют ~ 1 мл раствора соляной кислоты и слегка нагревают. Отмечают запах появившегося газа. Другую часть бисульфитного соединения нагревают с 1 мл раствора гидроксида натрия. Отмечают запах выделяющихся паров и испытывают их горючесть?

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Установить, является ли реакция взаимодействия ацетона с раствором бисульфита натрия экзотермической? Ответ поясните наблюдениями за ходом опыта.
2. Почему бисульфитное производное (аддукт) ацетона не выпадает в осадок без охлаждения? Для чего протирают стеклянной палочкой о стенки пробирки?
3. Описать внешний вид бисульфитного производного ацетона.
4. Сделать вывод о возможности образования аддукта ацетона. Все ли кетоны дают такие аддукты?

5. Какой газ выделяется при обработке полученного вещества раствором соляной кислоты? Привести уравнение реакции.

6. Какое органическое вещество образуется при обработке полученного бисульфитного соединения раствором щелочи? Проявляет ли полученное вещество горючесть?

7. Какое значение имеет реакция образования таких аддуктов в химии карбонильных соединений?

8. Для чего используется реакция щелочного гидролиза бисульфитных производных?

ОПЫТ 32. Окисление бензойного альдегида

Материалы: бензойный альдегид, 1 %-ный раствор нитрата серебра, 5 %-ный раствор гидроксида аммония, дистиллированная вода.

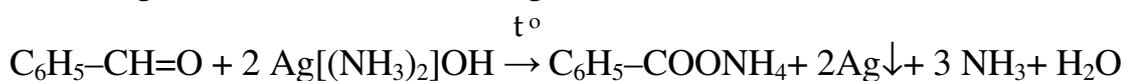
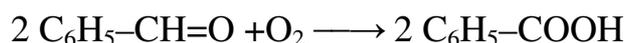
А. Одну каплю бензальдегида помещают на стекло и оставляют на воздухе на час. Наблюдают процесс окисления бензальдегида кислородом воздуха.

Б. Для проведения реакции «серебряного зеркала» следует использовать полностью обезжиренную пробирку (см. опыт 15).

Предварительно готовят водный аммиачный раствор гидроксида диаминсеребра (I) (аммиачный раствор оксида серебра – реактив Толленса) (см. опыт 15).

В заранее приготовленную чистую пробирку добавляют по 1 мл свежеприготовленного водного аммиачного раствора гидроксида диаминсеребра (I). Затем в пробирку добавляют 2–3 капли бензальдегида. Смесь нагревают на водяной бане. Наблюдают за изменениями в реакционной смеси.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид бензойного альдегида: агрегатное состояние, цвет и характерный запах.

2. Пронаблюдать за изменениями, происходящими с каплей бензальдегида при стоянии на воздухе.

3. Отметить какие явления происходят при приготовлении раствора гидроксида диаминсеребра (I).

4. Описать цвет осадка в реакционной смеси и вид осадка выделяющегося, на стенках пробирки при нагревании.

5. Сделать вывод о том, что бензойный альдегид легко окисляется не только окислителями (соединениями серебра), но и кислородом воздуха.

ха. Причем в последнем случае, первоначально образуется надбензойная кислота, которая затем превращается в бензойную.

6. Сделать заключение о качественном характере реакции «серебряного зеркала».

Лабораторная работа 7

АЛИФАТИЧЕСКИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

К **карбонovým кислотам** относятся соединения, в составе которых имеется карбоксильная группа $-\text{COOH}$

Функциональными **производными карбонových кислот** называют вещества, образующиеся при замещении $-\text{OH}$ группы кислоты на другую функциональную группу: $\text{R}-\text{CO}-\text{X}$. Эти вещества способны гидролизаться до карбонových кислот.

Классификация карбонových кислот:

1. По строению углеводородного радикала карбонové кислоты делятся на *насыщенные, ненасыщенные и ароматические*.
2. По числу карбоксильных групп в молекуле карбонové кислоты делятся на *одно- и многоосновные*.
3. По величине углеводородного радикала карбонové кислоты делятся на *низшие и высшие*.

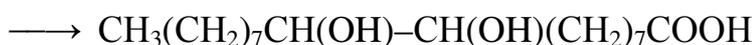
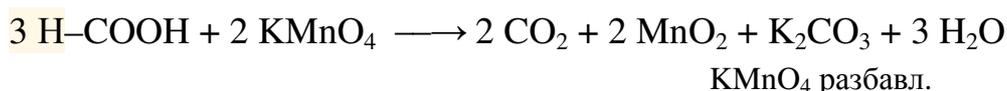
ОПЫТ 33. Различие в окисляемости органических кислот

Материалы: муравьиная, уксусная, щавелевая, винная и олеиновая кислоты, 15 %-ный раствор серной кислоты, 1 %-ный раствор перманганата калия, дистиллированная вода.

В отдельных пробирках готовят водные растворы исследуемых органических кислот: смешивают несколько капель или кристаллов (0,05–0,1 г) каждой из исследуемых кислот с 1–2 мл дистиллированной воды. Если кислота не растворяется при комнатной температуре, то смесь нагревают.

К каждому из полученных растворов добавляют по 1 мл раствора серной кислоты и 1 мл раствора перманганата калия. Различие в ходе окисления отчетливо обнаруживается по изменению окраски растворов сразу же или при стоянии в течение нескольких секунд.

Уравнения химических реакций опыта





Наблюдения и выводы

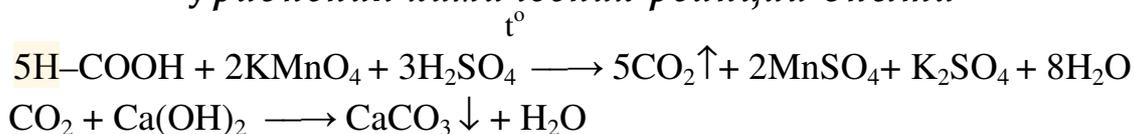
1. Описать внешний вид исследуемых карбоновых кислот: агрегатное состояние, наличие характерного запаха, растворимость в воде.
2. Проследить за изменениями окраски перманганата калия в растворах исследуемых кислот.
3. Сделать вывод о том какая кислота окисляется легче, какая с трудом. Отметить, какая кислота устойчива к действию окислителя.

ОПЫТ 34. Окисление муравьиной кислоты

Материалы: муравьиная кислота, известковая (или баритовая) вода, 15 %-ный раствор серной кислоты, 1 %-ный раствор перманганата калия.

В пробирку с газоотводной трубкой помещают 0,5–1 мл муравьиной кислоты, 1 мл раствора серной кислоты и 1–2 мл раствора перманганата калия. Конец газоотводной трубки погружают в другую пробирку (почти до дна), содержащую 1–2 мл известковой (или баритовой) воды. Смесь осторожно нагревают на пламени горелки до начала кипения. Выделяющийся из пробирки газ поступает в пробирку с известковой водой. Реакцию ведут до окончания выделения газа.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Проследить за изменениями в реакционной пробирке.
2. Описать явления, происходящие в пробирке с известковой водой.
3. Какое вещество вызывает появление осадка в пробирке? Что представляет собой этот осадок?
4. Почему муравьиная кислота способна легко окисляться? Какая функциональная группы придает молекуле муравьиной кислоты такое свойство?

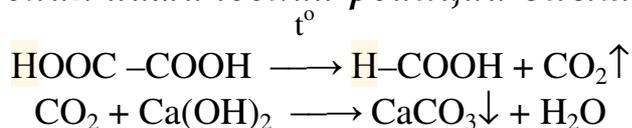
ОПЫТ 35. Разложение щавелевой кислоты при нагревании

Материалы: щавелевая кислота (кристаллическая), известковая (или баритовая) вода.

Около 1–2 г щавелевой кислоты помещают в пробирку с газоотводной трубкой. Оттянутый конец газоотводной трубки помещают в другую пробирку, содержащую 1–2 мл известковой (или баритовой) воды. Пробирку с щавелевой кислотой нагревают пламенем горелки. Наблюдают за изменениями, происходящими с известковой водой выделяющимися пузырьками газа.

Затем вынимают газоотводную трубку из жидкости и поджигают выделяющийся газ.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Проследить за изменениями в реакционной пробирке.
2. Описать явления, происходящие в пробирке с известковой водой.
3. Какое вещество вызывает появление осадка в пробирке? Что представляет собой этот осадок?
4. Указать, насколько энергично вспыхивает выделяющийся из пробирки газ – равномерное горение или вспышка с характерным резким звуком. Отметить цвет пламени.
5. Какое вещество, содержащееся в выделяющейся смеси газов поддерживает горение?
6. Сделать вывод о том, какие вещества образуются при термическом разложении щавелевой кислоты.

ОПЫТ 36. Получение изоамилацетата

Материалы: изоамиловый спирт, уксусная кислота (ледяная), концентрированная серная кислота ($\rho = 1,84 \text{ г/мл}$), 5 %-ный раствор гидрокарбоната натрия, сульфат магния (безводный), дистиллированная вода, лед.

В большой пробирке смешивают 3 мл ледяной уксусной кислоты с 5 мл изоамилового спирта и добавляют 2 мл концентрированной серной кислоты. Реакционную смесь нагревают (без холодильника) на кипящей водяной бане в течение 20 мин. Затем, охладив пробирку, выливают реакцию смесь в 20 мл воды с кусочками льда. Отделяют всплывший слой эфира с помощью делительной воронки (или пипетки), промывают его раствором гидрокарбоната натрия и сушат сульфатом магния. После этого перегоняют эфир из пробирки с отводной трубкой в пробирку, помещенную в ледяную баню. Собирают фракцию, кипящую при 143–145 °С.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие в реакционной пробирке после добавления исходных веществ.
2. Проследить за изменениями, происходящими с реакционной смесью в процессе синтеза сложного эфира.

3. Наблюдать процесс отделения сложного эфира от реакционной смеси при ее охлаждении в ледяной бане.

4. Как изменяется внешний вид эфира в процессе промывки гидрокарбонатом натрия?

5. Как проводят сушку эфира сульфатом магния? Как определить окончание сушки продукта?

6. Отметить характерный запах изоамилацетата.

7. Сделать вывод о возможности взаимодействия карбоновых кислот со спиртами. Как называется данная реакция? В каких условиях она протекает?

ОПЫТ 37. Омыление жиров щелочью в водном растворе

Материалы: подсолнечное или другое жидкое растительное масло, животный жир (сливочное масло, сало), 28 %-ный (насыщенный) раствор хлорида натрия, 33 %-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

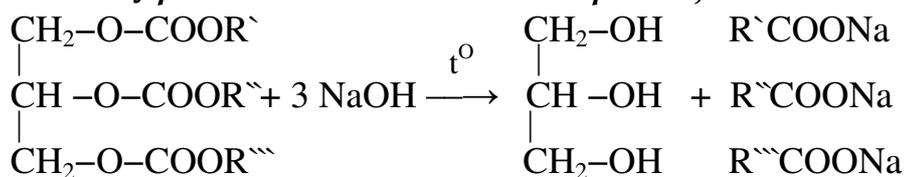
Опыт желательно проводить одновременно с различными жирами.

В небольшую фарфоровую чашечку помещают 3 г растительного масла (или животного жира) и 6–7 мл концентрированного раствора гидроксида натрия. Смесь нагревают на сетке или песчаной бане 20–30 мин до слабого кипения, часто перемешивая стеклянной палочкой во избежание толчков при кипении. Время от времени в смесь подливают дистиллированную воду взамен выкипающей, сохраняя первоначальный общий объем смеси.

Через 15–20 мин нагревания проверяют полноту омыления жира, для чего отбирают несколько капель смеси в пробирку, добавляют 5–6 мл горячей дистиллированной воды и нагревают раствор при встряхивании на водяной бане или пламени горелки. Если проба полностью растворяется в воде, не выделяя капель жира, то омыление можно считать законченным. В противном случае продолжают нагревать реакционную смесь ещё несколько минут.

Когда полное омыление достигнуто, то в чашку добавляют при перемешивании палочкой 10–15 мл горячего насыщенного раствора хлорида натрия, после чего дают смеси отстояться и остыть. При этом от реакционной смеси отделяется мыло. Полученное мыло используют для других опытов.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид растительного масла и животного жира.
2. Отметить изменения реакционной смеси в процессе гидролиза.

3. Проследить за процессом смешивания пробы реакционной смеси с горячей водой. Отметить полноту омыления жира щелочью.

4. Какие процессы происходят при добавлении раствора хлорида натрия к реакционной смеси?

5. Проследить за изменениями реакционной смеси при остывании. Объяснить какое вещество образуется на поверхности смеси.

6. Описать внешний вид полученного мыла. В каком агрегатном состоянии находится мыло при остывании реакционной смеси?

7. Сделать вывод о возможности щелочного гидролиза (омыления) жиров. Какие продукты образуются при омылении любого жира?

8. Объяснить, почему реакцию щелочного гидролиза органических веществ часто называют омылением?

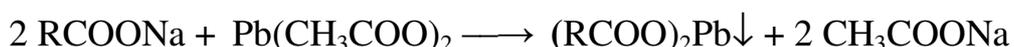
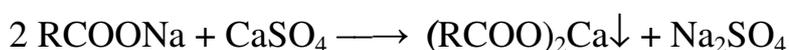
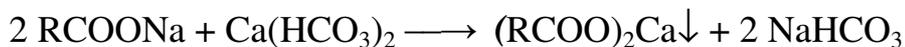
ОПЫТ 38. Растворимость и обменные реакции мыла

Материалы: мыло (полученное в опыте 25), 0,2 %-ный (насыщенный) раствор сульфата кальция, 2–3 %-ный раствор ацетата свинца, дистиллированная вода.

Растворимость мыла. В две пробирки помещают по 0,1–0,2 г мыла и добавляют в одну пробирку 1 мл, а в другую 6–8 мл дистиллированной воды. Пробирки нагревают пламенем горелки, встряхивают. После получения растворов мыла обе пробирки охлаждают в стакане с холодной водой. Полученные растворы встряхивают и наблюдают за происходящими явлениями.

Обменные реакции мыла. Полученный разбавленный, слегка опалесцирующий раствор мыла делят на три части и помещают каждую часть в отдельную пробирку. К каждой части мыла добавляют в равном объеме по отдельности водопроводную воду, раствор сульфата кальция и раствор ацетата свинца. Наблюдают за явлениями, происходящими в пробирках. Встряхивают пробирки с растворами.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить изменения, происходящие в пробирках при нагревании мыла с водой.

2. Проследить за процессами, происходящими при охлаждении двух различных растворов мыла.

3. Описать внешний вид концентрированного раствора мыла и сравнить его с разбавленным раствором.

4. Проследить за вспениванием различных растворов мыла при встряхивании?

5. Сделать вывод о растворимости мыла в воде. В каком случае мыло образует гелеобразную систему, а в каком коллоидный раствор?

6. Наблюдать за образованием кальциевого или магниевого мыла при добавлении к раствору мыла водопроводной воды.

7. Сделать вывод о влиянии жесткости воды на образование кальциевого или магниевого мыла.

8. Отметить образование кальциевого и свинцового мыла в двух других пробирках.

9. Описать внешний вид полученных разновидностей мыла: белый осадок, белый хлопьевидный осадок или белая муть.

10. Отметить, способна ли жидкость над растворами полученных разновидностей мыла к вспениванию.

11. Сделать вывод о химической природе мыла. Способны ли изучаемые в опыте органические вещества вступать в реакции ионного обмена?

12. Сделать заключение о том, что реакции обмена являются общим свойством органических и неорганических кислот.

Лабораторная работа 8

АРОМАТИЧЕСКИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Ароматические карбоновые кислоты это производные ароматических углеводородов, содержащие карбоксильную группу –COOH.

ОПЫТ 39. Сравнение степени ионизации бензойной и салициловой кислот

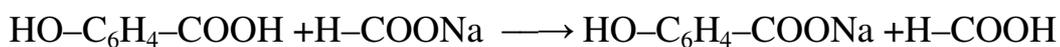
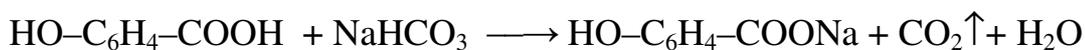
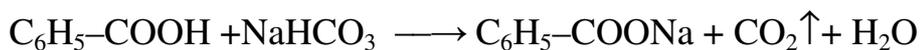
Материалы: бензойная кислота, салициловая кислота, гидрокарбонат натрия, ацетат натрия, формиат натрия, дистиллированная вода.

Обе исследуемые кислоты следует растереть в тонкий порошок.

В отдельных пробирках готовят растворы гидрокарбоната натрия, ацетата натрия и формиата натрия: к 1 г соли добавляют 5 мл воды и встряхивают смесь в течение нескольких минут.

Каждый из полученных прозрачных растворов делят на две части: к одной из них добавляют немного бензойной кислоты, к другой части – примерно такое же количество салициловой кислоты. Одновременно еще в две пробирки добавляют такое же количество чистой воды и к ней добавляют такое же количество исследуемых кислот (контрольный опыт). Встряхивая смеси, отмечают происходящие изменения.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

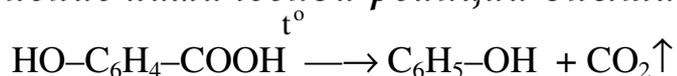
1. Наблюдать за явлениями, происходящими при приготовлении растворов солей. Какая соль малорастворима в воде?
2. Отметить, в каком из растворов солей растворяется кислота.
3. Убедиться, что в чистой воде кислоты не растворяются.
4. Выписать из справочника константы ионизации кислот, соли которых использованы в опыте, а также бензойной и салициловой кислот.
5. Оценить степень ионизации малорастворимой ароматической кислоты, наблюдая, вытесняет ли она из соли другую кислоту с известной степенью ионизации. Признаком вытеснения является растворение кислоты.
6. Сделать вывод о том, что ароматические кислоты малорастворимы в воде. Напротив соли этих кислот хорошо растворимы в воде.
7. Сделать заключение о степени ионизации или «силе» бензойной и салициловой кислот. Сравнить полученные результаты со справочными данными.

ОПЫТ 40. Отношение к нагреванию бензойной и салициловой кислот

Материалы: салициловая кислота, бензойная кислота.

Небольшое количество (~ 1 г) каждой кислоты помещают в сухую пробирку и нагревают в пламени горелки до расплавления и начала кипения. Продолжают нагревание не только дна пробирки, но и ее стенки несколько выше уровня жидкости. Это делается для того, чтобы пары кипящей кислоты проходили через нагретую зону пробирки и конденсировались у ее отверстия. Отмечают характерный запах, сохраняющийся и после охлаждения пробирок.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид бензойной и салициловой кислот.
2. Отметить какая кислота плавится при более низкой температуре.

3. Записать при нагревании какой кислоты, происходит возгонка вещества и его кристаллизация на холодных стенках пробирки?

4. Сравнить характерный запах возгоняемого вещества с запахами известных органических веществ: уксусная кислота, ацетон, хлороформ, фенол, бензол.

5. Сделать вывод о том, что в условиях опыта бензойная кислота устойчива по отношению к нагреванию.

6. Сделать заключение о том, что в условиях опыта происходит декарбоксилирование салициловой кислоты.

ОПЫТ 41. Образование сложных эфиров ароматических кислот

Материалы: салициловая кислота, бензойная кислота, этиловый спирт, концентрированная серная кислота ($\rho = 1,84$ г/мл), дистиллированная вода.

К 5 мл этилового спирта при встряхивании осторожно приливают 2 мл концентрированной серной кислоты. Полученную смесь делят на две равные части и добавляют к одной из них 0,5 г бензойной кислоты, а к другой – 0,5 г салициловой кислоты. Обе смеси нагревают на кипящей водяной бане 10–15 мин. Затем переносят реакционные пробирки в стакан с холодной водой. После остывания пробирок добавляют в каждую по 10 мл дистиллированной воды.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие при смешивании этилового спирта с серной кислотой.

2. Отметить появление характерного запаха в процессе синтеза сложных эфиров.

3. Наблюдать за явлениями, происходящими при охлаждении пробирок и добавлении к ним воды.

4. Отметить, что сложные эфиры всплывают в виде слоя на поверхности водного раствора.

5. Сделать заключение о том, что плотность сложных эфиров меньше плотности воды.

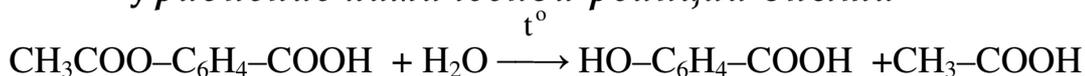
6. Сделать вывод о том, что ароматические кислоты, также как и алифатические способны вступать в реакцию этерификации. Сравнить условия проведения реакции.

ОПЫТ 42. Гидролиз аспирина

Материалы: аспирин, 1,6 %-ный раствор хлорида железа (III), дистиллированная вода.

Несколько кристалликов аспирина растворяют в 3–5 мл дистиллированной воды. Раствор делят на две части, одну из них кипятят 2–3 мин, а затем охлаждают и добавляют в каждую пробирку несколько капель раствора хлорида железа (III).

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид аспирина – ацетилсалициловой кислоты.
2. Отметить, хорошо ли растворяется аспирин в воде.
3. Какие явления происходят при кипячении пробирки с раствором аспирина?
4. Наблюдать за явлениями, происходящими при добавлении в пробирку раствора хлорида железа (III).
5. Сделать вывод о том, что гидролиз ацетилсалициловой кислоты легко протекает при нагревании даже без добавления катализаторов.
6. Сделать вывод о том, что аспирин является сложным эфиром не салициловой, а уксусной кислоты. Это подтверждается реакцией с хлоридом железа (III): аспирин не дает характерной реакции, т.к. фенольный гидроксил в его молекуле ацетилирован; наоборот, гидролизат аспирина дает характерную реакцию на фенольный гидроксил, т.е. продуктом гидролиза аспирина является салициловая кислота, содержащая свободный фенольный гидроксил.
7. Сделать заключение о качественном характере цветной реакции раствора хлорида железа (III) на соединения, содержащие фенольный гидроксил, в частности с фенолоксислоты.

Лабораторная работа 9

УГЛЕВОДЫ

Углеводами называют природные органические соединения, имеющие общую формулу $\text{C}_n \cdot (\text{H}_2\text{O})_m$, где $n, m \geq 3$.

По способности к гидролизу все углеводы делятся на:

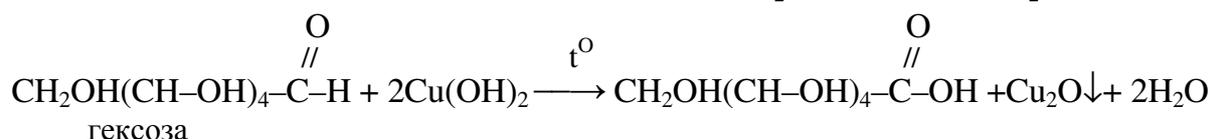
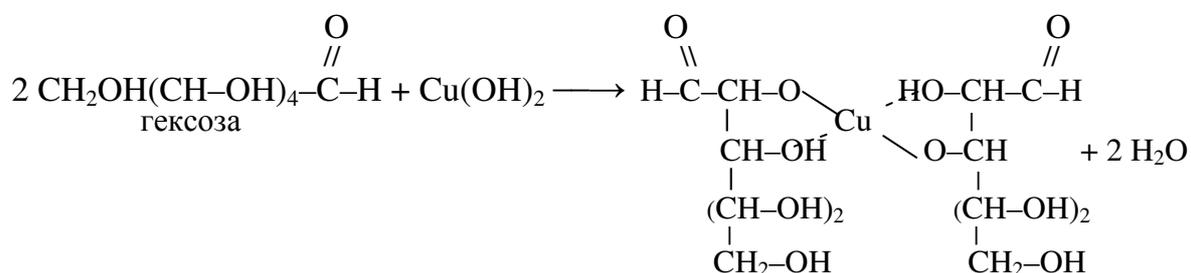
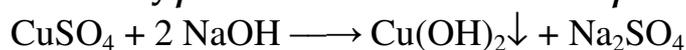
1. *Моносахариды* (монозы) – углеводы, молекулы которых не подвержены гидролизу.
2. *Олигосахариды* – углеводы, из молекул которых при гидролизе образуется от двух до десяти моносахаридов.
3. *Полисахариды* – углеводы, из молекул которых при гидролизе образуется большое число моносахаридов.

мальтозы, лактозы и сахарозы, 5 %-ный раствор сульфата меди, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

В отдельные пробирки помещают по 2–3 мл растворов сахаров, добавляют по 1 мл раствора гидроксида натрия и 2–3 капли раствора сульфата меди. Выделяется осадок, который при встряхивании пробирок растворяется с образованием окрашенного раствора.

Затем осторожно нагревают в пламени горелки верхнюю часть жидкости до начала кипения. Отмечают переход окраски в нагреваемой части раствора в отдельных пробирках. Наблюдают за изменениями, происходящими в пробирках.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать вид и цвет выделяющегося осадка гидроксида меди (II).
2. Отметить явления, происходящие при встряхивании пробирок. Какой цвет приобретают растворы?
3. Сделать вывод о качественном характере реакции взаимодействия гидроксида меди (II) с углеводами. Присутствие, каких функциональных групп в молекулах углеводов показывает эта реакция? Сравнить с реакцией образования гликолятов и глицератов меди (II).
4. Наблюдать за изменением окраски в верхней части растворов сахаратов меди (II) в процессе нагревания. Во всех ли случаях идет реакция окисления?
5. Отметить появлением осадка в некоторых пробирках.
6. Описать цвет образующегося осадка: желтый, красный или кирпичный.
7. Сделать вывод о способности сахаров вступать в реакцию окисления соединениями меди (II).

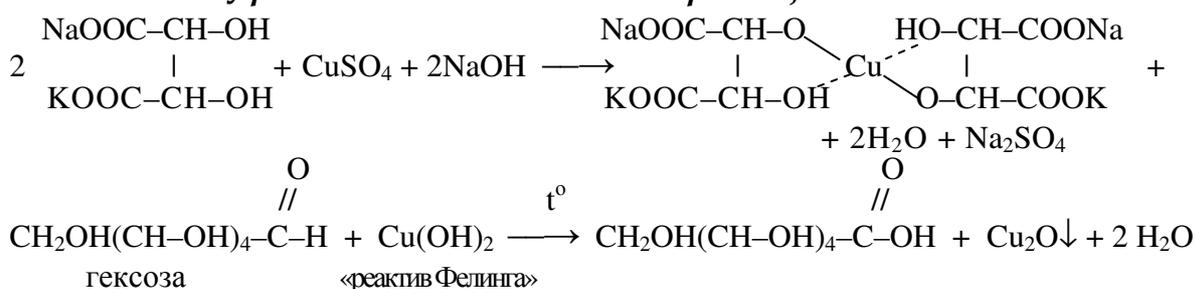
ОПЫТ 45. Взаимодействие сахаров с медно-виннокислым комплексом (реактивом Фелинга)

Материалы: 1–2 %-ные растворы глюкозы, галактозы и сахарозы, 4,2 %-ный раствор сульфата меди, тартрат калия-натрия (кристаллический), гидроксид натрия (в гранулах), дистиллированная вода.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕАКТИВА ФЕЛИНГА (ФЕЛИНГОВОЙ ЖИДКОСТИ) представляет собой раствор сульфата меди и тартрата калия-натрия в 10 %-ном водном растворе гидроксида натрия. Сначала готовят водно-щелочной раствор тартрата калия-натрия: к 17,3 г тартрата калия-натрия добавляют 6 г гидроксида натрия и растворяют в 50 мл дистиллированной воды. Для приготовления фелинговой жидкости в колбочке смешивают равные объемы раствора сульфата меди и водно-щелочного раствора тартрата калия-натрия.

В четыре пробирки добавляют по 2 мл реактива Фелинга. Нагревают жидкость в каждой пробирке до начала кипения и добавляют к ней по каплям (при продолжающемся кипячении) 0,5–1,5 мл исследуемого раствора сахара до полного исчезновения исходной окраски смеси и выделения осадка оксида меди (I).

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие при приготовлении реактива Фелинга.
2. Для каждого сахара отметить объем раствора углевода необходимый для полного исчезновения исходной окраски реактива Фелинга. Во всех ли случаях идет эта реакция?
3. Наблюдать за процессом образования осадка оксида меди (I). Отметить цвет этого осадка.
4. Сделать вывод о возможности окисления углеводов соединениями меди (II). Все ли сахара вступают в эту реакцию?
5. Сделать заключение о возможности использования фелинговой жидкости для обнаружения восстанавливающих сахаров.

ОПЫТ 46. Реакция Селиванова на кетозы

Материалы: 1–2 %-ные растворы глюкозы, фруктозы, мальтозы и сахарозы, резорцин, концентрированная соляная кислота ($\rho=1,18$ г/мл), дистиллированная вода.

3. Сравнить результаты реакции «серебряного зеркала» для исходного раствора сахарозы (см. опыт 43), с реакционной смесью нагревавшейся с кислотой и без нее.

4. Сделать вывод о необходимости кислого катализатора для реакции гидролиза сахарозы.

5. Сделать вывод о присутствии восстанавливающего углевода в реакционной смеси после гидролиза. Что это за углевод?

6. Почему реакцию гидролиза сахарозы называют инверсией? Каков состав полученного инвертного сахара?

ОПЫТ 48. Гидролиз крахмала кислотами

Материалы: 5 %-ный раствор крахмала (крахмальный клейстер), карбонат кальция (кристаллический), 15 %-ный раствор серной кислоты 1 %-ный водный раствор йода (содержащий 5 % йодида калия), дистиллированная вода.

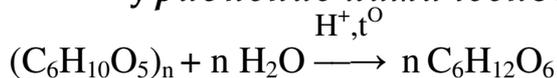
Крахмальный клейстера готовят следующим образом: 1 г сухого крахмала взбалтывают с 5–6 мл воды, дают отстояться смеси 1–2 мин и сливают воду. Затем снова добавляют 5–6 мл воды и, хорошо взболтав смесь, выливают её в 50 мл воды, нагретой до кипения. После охлаждения смеси получаем 5 %-ный крахмальный клейстер.

В стаканчик или колбочку помещают 15–20 мл крахмального клейстера, добавляют 1 мл раствора серной кислоты. Смесь кипятят 5–10 минут, при этом через каждые 1–2 минуты отливают в отдельную пробирку 1–2 мл горячей жидкости, быстро охлаждают пробу в воде, добавляют каплю сильно разбавленного раствора йода и ставят пробирку в штатив.

После того как окраска пробы при действии йода перестанет появляться, кипятят смесь еще 5–6 мин, затем охлаждают ее и понемногу при сильном взбалтывании добавляют 2 г карбоната кальция. После прекращения вспенивания горячую реакционную смесь фильтруют через складчатый фильтр, собирая 10–20 мл фильтрата.

Полученный фильтрат и исходный раствор крахмала испытывают реактивом на моносахариды (см. опыт 44).

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид крахмального клейстера.
2. Отметить окраску исходного (первая проба) крахмального клейстера в присутствии йода.
3. Сделать вывод о качественном характере реакции йода с крахмалом.

4. Наблюдать за изменением окраски при добавлении йода к пробам, отобраным из реакционной смеси.

5. По изменению окраски в пробах сделать вывод о завершении гидролиза крахмала. Записать точное время реакции гидролиза.

6. Что происходит с гидролизатом при добавлении карбоната кальция? Для нейтрализации какого вещества используется данная реакция?

7. Сравнить результаты взаимодействия исходного крахмала и полученного фильтрата с солями двухвалентной меди (реакция на монозы).

8. Сделать вывод о возможности кислотного гидролиза полисахаридов (крахмала). Какие вещества представляют собой продукты гидролиза полисахаридов (крахмала).

Лабораторная работа 10

АЛИФАТИЧЕСКИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Амины – органические соединения, которые можно рассматривать как производные аммиака (NH_3), в котором атомы водорода (один или несколько) замещены на алифатические углеводородные радикалы.

Аминокислоты – это органические бифункциональные соединения, в состав которых входят карбоксильная группа $-\text{COOH}$ и аминогруппа $-\text{NH}_2$.

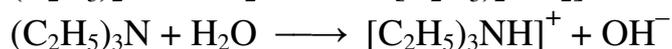
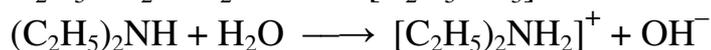
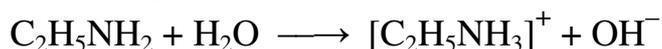
Белки – это природные полипептиды с высокими значениями относительной молекулярной массы (более 10000).

ОПЫТ 49. Сравнение основных свойств аминов

Материалы: 10 %-ные растворы этиламина, диэтиламина и триэтиламина, универсальная индикаторная бумага, 5 %-ный раствор гидроксида аммония, дистиллированная вода.

На отдельные полоски индикаторной бумаги нанести по 1–2 капли растворов первичного, вторичного, третичного аминов и раствора аммиака. По окраске пятен на индикаторной бумаге установить рН раствора каждого амина и аммиака.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить запах растворов аминов и сравнить с запахом аммиака. Хорошо ли растворяются амины в воде?

2. Установить рН каждого амина и аммиака.

3. Расположить амины и аммиак в порядке увеличения рН растворов.

4. Сделать вывод о том, у какого амина третичного вторичного или третичного основные свойства выражены сильнее? Сравнить с основными свойствами аммиака.

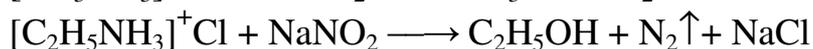
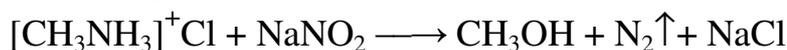
5. Сделать заключение о зависимости основных свойств аминов от числа углеводородных радикалов у атома азота.

ОПЫТ 50. Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой

Материалы: хлорид метиламмония, хлорид этиламмония, 10 %-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, дистиллированная вода.

В пробирку поместить 1–2 г соли первичного амина и добавить 5 мл воды. После растворения соли добавить 3–4 мл раствора нитрита натрия и 3–4 мл ледяной уксусной кислоты.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить внешний вид солей аминов.
2. Пронаблюдать за процессом растворения солей аминов в воде. Хорошо ли они растворяются в воде?
3. Описать явления, происходящие при добавлении к растворам солей аминов, нитрита натрия и уксусной кислоты.
4. Сделать вывод о том, как реагируют первичные амины с азотистой кислотой.
5. Сделать заключение о качественном характере реакции взаимодействия первичных аминов с азотистой кислотой.

ОПЫТ 51. Реакция карбамида с выделением азота

Материалы: 15–20 %-ный раствор карбамида, 10 %-ный раствор нитрита калия (или натрия), 15 %-ный раствор серной кислоты.

К 1 мл раствора мочевины добавляют 0,5 мл раствора нитрита натрия, и затем раствор серной кислоты по каплям при встряхивании и охлаждении. Наблюдают за изменениями реакционной смеси.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид карбамида (мочевины). Отметить растворимость в воде.

2. Записать наблюдения, происходящие с реакционной смесью после добавления раствора серной кислоты.

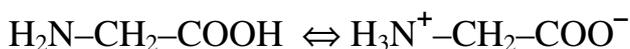
3. Какой газ выделяется из реакционной смеси? Сравнить его запах и цвет со свойствами оксидов азота, образующихся при разложении азотистой кислоты.

ОПЫТ 52. Отношение аминокислот к индикаторам

Материалы: 1,5 %-ный раствор аминокислотной кислоты, универсальная индикаторная бумага, лакмусовая бумага.

Нанести по 2–3 капли раствора аминокислоты на полоски универсальной индикаторной бумаги и лакмусовой бумаги.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Наблюдать за изменением цвета индикаторных бумажек.
2. Установить рН раствора аминокислоты.
3. Сделать вывод об амфотерных свойствах аминокислот.

ОПЫТ 53. Отношение белков к кислотам и щелочам

Материалы: яичный белок (раствор), 15 %-ный раствор сульфата аммония, ледяная уксусная кислота, 33 %-ный раствор гидроксида калия.

К 2–3 мл раствора белка добавляют по каплям при встряхивании концентрированную уксусную кислоту. Наблюдают за явлениями, происходящими с реакционной смесью. Продолжают добавление кислоты до полного растворения осадка белка.

Полученный кислый раствор делят на две части. Одну из них нагревают до кипения. Отмечают агрегатное состояние белка. Затем в горячую кислую жидкость, добавляют 1–2 капли раствора сульфата аммония.

К другой части кислого раствора белка осторожно добавляют раствор гидроксида натрия. При постепенной нейтрализации кислоты образуется осадок. Дальнейшее добавление щелочи вызывает перерастворение первоначально образовавшегося осадка. Добавив еще 1–2 мл раствора щелочи, нагревают полученную смесь до кипения.

Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид раствора белка. Является ли этот раствор истинным? Как раствор реагирует на энергичное встряхивание?
2. Отметить явления, происходящие при добавлении уксусной кислоты к раствору белка.
3. Добавление, какого объема кислоты вызывает коагуляцию (сворачивание) белка? Почему белок легко коагулирует в изоэлектрической точке? Что называют изоэлектрической точкой белка?

4. Что происходит с осадком при дальнейшем добавлении кислоты (записать объем добавленной кислоты)?

5. Описать явления, происходящие при нагревании кислотного раствора белка.

6. Проследить за процессом коагуляции белка при добавлении сульфата аммония.

7. Отметить появление осадка при нейтрализации кислотного раствора белка щелочью. Что представляет собой этот осадок? Описать его внешний вид.

8. Пронаблюдать за процессом перерастворения осадка белка при добавлении избытка щелочи.

9. Наблюдать за явлениями, происходящими при кипячении щелочного раствора белка. Происходит ли денатурация (осаждение) белка?

10. Отметить, происходит ли образование аммиака и сероводорода при кипячении щелочного раствора белка.

11. Сделать вывод о возможности осаждения белков растворами сульфата аммония, кислоты и щелочи.

12. Сделать заключение о том, что белки являются амфотерными электролитами. Обосновать данными о поведении белков при постепенном подкислении (подщелачивании) таких растворов.

ОПЫТ 54. Осаждение белков солями тяжелых металлов

Материалы: яичный белок (раствор), насыщенный раствор сульфата меди (II), 20 %-ный раствор ацетата свинца.

В две пробирки помещают по 1–1,5 мл исследуемого раствора белка. В одну из них добавляют насыщенный раствор сульфата меди, а в другую – раствор ацетата свинца. В обоих случаях реактивы вводят медленно, по каплям и при встряхивании. Наблюдают за изменениями содержимого пробирок. Затем медленно добавляют избыток растворов солей до растворения осадка.

Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие при добавлении растворов солей к раствору белка.

2. Описать внешний вид осадка в различных пробирках.

3. Что происходит с осадком при дальнейшем добавлении растворов солей к растворам белка?

4. Сделать вывод об том, что соли тяжелых металлов в малых концентрациях необратимо осаждают (денатурируют) белки.

5. Сделать заключение о том, что в избытке растворов солей тяжелых металлов некоторые белки способны к пептизации (перерастворе-

нию); при этом белок остается денатурированным, а происходит адсорбция ионов металлов на его поверхности.

ОПЫТ 55. Денатурация белков фенолом и формальдегидом

Материалы: яичный белок (раствор), желатин (сухой) в виде полосок размером 50 x 8 мм, насыщенный раствор фенола, формалин – 40 %-ный раствор формальдегида ($\rho = 1,09$ г/мл), дистиллированная вода.

А. К 1–2 мл раствора яичного белка добавляют по каплям насыщенный водный раствор фенола и отмечают наблюдаемые изменения.

Б. В пробирку наливают 1–1,5 мл формалина и равный объем воды. Встряхнув полученный раствор, помещают в него полоску сухого желатина так, чтобы нижняя ее половина была погружена в жидкость. Через 15–20 минут сливают жидкость, а оставшуюся в пробирке полоску желатина заливают горячей водой.

Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие при добавлении раствора фенола к раствору белка.

2. Сделать вывод об образовании малорастворимого продукта конденсации белка с фенолом.

3. Отметить изменения, происходящие с желатиновой полоской при инкубации в растворе формалина.

4. Пронаблюдать за различием в характере набухания и растворения верхней и нижней частей полоски желатина в горячей воде.

5. Сделать вывод о «дубящем» действии формальдегида на белок: уплотняется консистенция, снижается способность к набуханию и растворимость белка.

6. Сделать заключение о необратимом процессе денатурации белков под действием фенола и формальдегида.

ОПЫТ 56. Биуретовая реакция белков

Материалы: яичный белок (раствор), 5 %-ный раствор сульфата меди, 50 %-ный (насыщенный) раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

К 1–2 мл раствора белка добавляют равный объем насыщенного раствора гидроксида натрия и затем каплю (**не больше!**) раствора сульфата меди.

Наблюдения и выводы

1. Описать явления, происходящие при добавлении растворов гидроксида натрия и сульфата меди к раствору белка.

2. Сделать вывод о качественном характере биуретовой реакции на белки.

3. Сделать заключение о возможности использования биуретовой реакции для обнаружения белков.

ОПЫТ 57. Ксантопротеиновая реакция белков

Материалы: яичный белок (раствор), 67 %-ный (концентрированный) раствор азотной кислоты ($\rho = 1,4$ г/мл), 50 %-ный (насыщенный) раствор гидроксида натрия, дистиллированная вода.

К 1 мл раствора белка добавляют 0,2–0,3 мл концентрированной азотной кислоты. Затем смесь нагревают на горелке до кипения и кипятят ее 1–2 мин.

Охладив смесь, осторожно, по каплям добавляют к кислой жидкости избыток (1–2 мл) раствора щелочи.

Наблюдения и выводы

1. Наблюдают за явлениями, происходящими при добавлении концентрированной азотной кислоты к раствору белка. В какой цвет окрашивается раствор и осадок?

2. Записать, что происходит при нагревании реакционной смеси.

3. Отметить, что происходит при кипячении реакционной смеси. Сохраняется ли характерная окраска раствора?

4. Сделать вывод о том, что ярко-желтое окрашивание реакционной смеси появляется в результате реакции нитрования ароматических ядер присутствующих в молекуле белка.

5. Сделать заключение о качественном характере ксантопротеиновой реакции на белки.

6. Описать явления, происходящие при добавлении раствора щелочи к реакционной смеси. Отметить цвет раствора и осадка.

7. Сделать вывод об образовании осадка кислотного альбумината и его перерастворении при добавлении щелочи к реакционной смеси. Отмечают характерную окраску реакционной смеси.

Лабораторная работа 11

АРОМАТИЧЕСКИЕ АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

К ароматическим аминам относят производные аммиака, в которых один или несколько атомов водорода замещены на арильный радикал.

ОПЫТ 58. Образование и разложение соли анилина

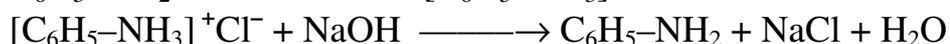
Материалы: анилин, концентрированная соляная кислота ($\rho=1,18$ г/мл), спиртовой раствор фенолфталеина, 7 %-ный раствор гидроксида натрия, 15 %-ная серная кислота, дистиллированная вода.

В пробирку помещают 6–8 капель анилина и 2–3 мл дистиллированной воды. Полученную смесь взбалтывают и затем делят на две части.

К одной части эмульсии добавляют концентрированную соляную кислоту до получения однородного раствора. К полученному раствору добавить 2 капли раствора фенолфталеина, а затем по каплям добавляют раствор гидроксида натрия.

К другой части исходной водной эмульсии анилина добавляют по каплям разбавленную серную кислоту.

Уравнения химических реакций опыта



Наблюдения и выводы

1. Описать внешний вид анилина: агрегатное состояние, цвет, характерный запах.

2. Отметить насколько хорошо анилин растворяется в воде.

3. Понаблюдать за процессами, происходящими с эмульсией при добавлении соляной кислоты.

4. Отметить цвет реакционной смеси после добавления фенолфталеина.

5. Наблюдать за изменениями, происходящими с раствором хлористого фенилammония при добавлении щелочи. Отметить помутнение жидкости и изменение окраски фенолфталеина. Одновременно или нет, происходят эти изменения?

6. Описать явления, происходящие при добавлении к исходной эмульсии анилина раствора серной кислоты.

7. Сделать вывод о том, что ароматические амины способны образовывать соли с минеральными кислотами.

8. Сделать заключение о слабых основных свойствах ароматических аминов, т.к. более сильные основания (щелочи) способны вытеснять ароматические амины из солей.

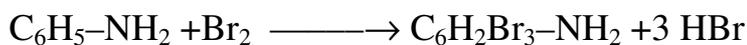
ОПЫТ 59. Бромирование анилина

Материалы: анилин, бромная вода (светло-желтый раствор), дистиллированная вода.

К 5–6 мл воды добавляют каплю анилина и сильно встряхивают до полного растворения анилина. К 1 мл полученного раствора анилина до-

бавляют по каплям бромную воду и наблюдают за происходящими изменениями.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

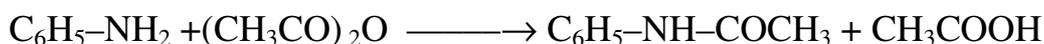
1. Описать внешний вид разбавленного раствора анилина – анилиновой воды.
2. Отметить явления, происходящие при добавлении бромной воды.
3. Сделать вывод о легкости бромирования анилина даже в разбавленном водном растворе без катализатора и нагревания.
4. Сделать заключение о качественном характере реакции бромирования анилина.

ОПЫТ 60. Получение ацетанилида

Материалы: анилин, уксусный ангидрид, дистиллированная вода.

В пробирке с пробкой сильно встряхивают 1 мл анилина и 3 мл воды до образования эмульсии. Добавляют 1 мл уксусного ангидрида. Пробирку закрывают пробкой и встряхивают смесь сначала осторожно, а затем сильно. Наблюдают образование ацетанилида.

Уравнение химической реакции опыта



Наблюдения и выводы

1. Отметить явления, происходящие при добавлении уксусного ангидрида к эмульсии анилина в воде.
2. Описать внешний вид полученного в опыте ацетанилида.
3. Сделать вывод о способности анилина вступать в реакции ацилирования и, в частности ацетилирования, под действием ацетангидрида.

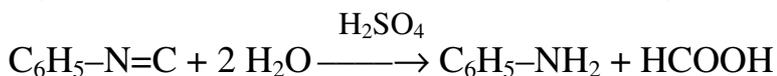
ОПЫТ 61. Образование изонитрила

Материалы: анилин, этиловый спирт, 33 %-ный (концентрированный) раствор гидроксида натрия, хлороформ, 15 %-ная серная кислота

Опыт следует проводить в хорошо действующем **вытяжном шкафу!**

В пробирку помещают 1 каплю анилина, 2–3 капли концентрированного раствора гидроксида натрия, 2 капли хлороформа и 0,5–1 мл этилового спирта. Полученную смесь нагревают до начала кипения. Отмечают появление очень неприятного запаха изонитрила.

После окончания опыта пробирку необходимо погрузить в поставленную в тот же вытяжной шкаф ванну с разбавленной серной или соляной кислотой для разложения изонитрила.

Уравнения химических реакций опыта**Наблюдения и выводы**

1. Описать явления, происходящие при нагревании реакционной смеси.
2. Отметить появление характерного отвратительного запаха изонитрила.
3. Сделать вывод о том, что анилин образует изонитрил под действием хлороформа в щелочной среде.
4. Сделать заключение о том, что реакция образования изонитрилов является качественной реакцией на первичные амины.

Библиографический список

1. Артеменко А.И. Практикум по органической химии. – М.: Высшая школа, 2001. – 186 с.
2. Органическая химия: Учебное пособие для подготовки бакалавров 240100 «Химическая технология» / А.Н. Веревкин, В.И. Азаров, Т.И. Нилова, С.М. Тарасов; МГУЛ. – М.:МГУЛ, 2012. – 55с.
3. Артеменко А.И. Органическая химия. Учебное пособие для студ.нехим.спец.вузов.– 2-е изд.,перераб.--М.: Высшая школа, 2005. – 604 с.
4. Грандберг И.И. Органическая химия. Учебник для студ.вузов обуч. по агроном.спец. 5-е изд, стереотип.– М.: Дрофа, 2002. – 671 с.
5. Веревкин А.Н., Нилова Т.И. Органическая химия. Учебное пособие для самостоятельной работы студ. МГУЛ. – М.:МГУЛ, 2014, 2014 – 104 с.
6. Грандберг И.И. Органическая химия. – М.: Дрофа, 2002. – 671 с.
7. Петров А.П., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. – СПб.: Иван Федоров, 2002. – 621 с.
8. Машута Н.П., Веревкин А.Н., Сердюкова Ю.В., Зарубина А.Н. Органическая химия. Учебно-методическое пособие. – М.: ФГБОУ ВО МГУЛ, 2015 – 20 с.

Содержание

Предисловие	3
Порядок выполнения лабораторных работ	4
1.1. Схема оформления лабораторных работ	4
1.2. Проведение опыта	6
Лабораторная работа 1. Алифатические углеводороды	6
Лабораторная работа 2. Карбоциклические углеводороды	13
Лабораторная работа 3. Галогенопроизводные алифатических углеводородов	18
Лабораторная работа 4. Предельные одно- и многоатомные спирты	20
Лабораторная работа 5. Фенолы и ароматические спирты	25
Лабораторная работа 6. Альдегиды и кетоны	27
Лабораторная работа 7. Алифатические карбоновые кислоты и их производные	35
Лабораторная работа 8. Ароматические карбоновые кислоты и их производные	40
Лабораторная работа 9. Углеводы	43
Лабораторная работа 10. Алифатические азотсодержащие соединения	49
Лабораторная работа 11. Ароматические азотсодержащие соединения	54
Библиографический список	58

Учебное издание

Веревкин Алексей Николаевич

Кононов Георгий Николаевич

Иванкин Андрей Николаевич

Зарубина Анжела Николаевна

**СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА
ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Под редакцией авторов

Оригинал-макет и верстку подготовил А.Н. Веревкин

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной литературы на 2016 г., поз. доп

Подписано к печати 06.2016	Формат 60 x 88/16
Бумага 80 г/м ² “Снегурочка”	Ризография
Объем 3,75 п.л.	Тираж 100 экз
	Заказ №

Редакционно-издательский отдел

Московского государственного университета леса
141005. Мытищи-5, Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ.

E-mail: izdat@mgul.ac.ru

По вопросам приобретения литературы издательства обращаться в
отдел реализации

Телефон: (498) 687-37-14