

## Лабораторная работа

### «Кислородсодержащие органические соединения»

#### Задание №1:

**Тема:** Растворение глицерина в воде и взаимодействие с гидроксидом меди (II).  
Свойства уксусной кислоты, общие со свойствами минеральных кислот.

#### Цель работы:

- изучить и экспериментально подтвердить зависимость свойств органических соединений от строения их молекулы.

#### Оборудование и реактивы:

- штатив с пробирками, пробка с длинной стеклянной трубкой-холодильником, химический стакан;

- глицерин, гидроксид натрия, раствор сульфат меди (II), уксусная кислота (70%), магний, цинк, фенолфталеин, этанол, серная кислота, хлорид натрия.

#### Ход работы

Изучив теоретическую часть, последовательно выполните опыты, заносая результаты наблюдений в отчет по лабораторной работе (Табл. 6). Ответьте на контрольные вопросы.

#### Таблица 6. Результаты эксперимента

№ опыта

Название и описание эксперимента

Наблюден

#### Теоретическая часть

Глицерин (пропантриол-1, 2, 3; 1, 2, 3-триоксипропан)  $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$  — это трёхатомный спирт; сиропообразная бесцветная вязкая жидкость сладкого вкуса, без запаха. Глицерин может оставаться жидким при очень низких температурах. Чистый глицерин кипит при  $290^\circ\text{C}$ . Глицерин смешивается во всех отношениях с водой, этиловым или метиловым спиртом, анилином, ацетоном, нерастворим в жирах, бензине. При смешивании с водой происходит уменьшение объёма (контракция), достигающее наибольшего значения для смеси, содержащей 57% глицерина; одновременно повышается температура.

Глицерин гигроскопичен, он поглощает до 40% воды (по весу), растворяет многие органические и неорганические вещества: соли, едкие щёлочи, сахара,

ароматические спирты и другие. Свойства глицерина определяются наличием в нём трёх гидроксильных групп.

Химические свойства глицерина. Глицерин является представителем трехатомных спиртов, для которых, как для гидроксилсодержащих соединений характерны те же реакции, что и для одноатомных спиртов.

Глицерин реагирует с активными металлами (калием, натрием и др.), замещающими водород во всех гидроксильных группах, вступают в реакции с галогеноводородами (HCl, HBr и др.), в реакции дегидратации, образуя различные эфиры.

Глицерин имеет и специфические свойства, отличающие его от одноатомных спиртов: он вступает в реакцию, не только со щелочными металлами, но и с некоторыми основаниями, в том числе нерастворимыми, например с гидроксидом меди (II).

Результатом реакции глицерина с гидроксидом меди (II) является глицерат меди (сложное комплексное соединение ярко-синего цвета). Эта реакция – качественная реакция на многоатомные спирты.

Применяют глицерин главным образом в производстве взрывчатых веществ, синтетических смол, как мягчитель в текстильной и кожевенной промышленности, в бумажной и пищевой промышленности, как компонент в парфюмерных, фармацевтических и косметических препаратах. Глицерин, применяемый в медицине бывает для наружного применения и для внутреннего.

Органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп, соединенных с углеводородным радикалом, называют карбоновыми кислотами.

Таблица 7. Гомологический ряд карбоновых кислот.

Формула

Название

Плотность, г/см<sup>3</sup>

Температура кипения, оС

H-COON

Муравьиная (метановая)

1,220

100,7

CH<sub>3</sub>-COON

Уксусная (этановая)

1,049

118,1

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH

Пропионовая (пропановая)

0,992

141,4

CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>-COOH

Масляная (бутановая)

0,964

163,5

CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-COOH

Валериановая (пентановая)

0,939

186,4

CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-COOH

Капроновая (гексановая)

0,929

205,3

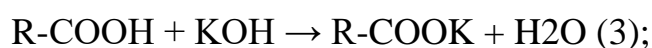
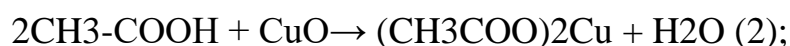
Химические свойства карбоновых кислот обусловлены в первую очередь особенностями их строения.

Так, растворимые в воде кислоты способны диссоциировать на ионы:

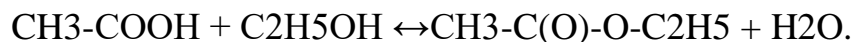


Благодаря наличию в воде иона H<sup>+</sup> они имеют кислый вкус, способны менять окраску индикаторов и проводить электрический ток. В водном растворе эти кислоты – слабые электролиты.

Карбоновые кислоты обладают химическими свойствами, характерными для растворов неорганических кислот, т.е. взаимодействуют с металлами (1), их оксидами (2), гидроксидами (3) и слабыми солями (4):



Специфическое свойство предельных, а также непредельных карбоновых кислот, проявляемое за счет функциональной группы,- взаимодействие со спиртами. Карбоновые кислоты взаимодействуют со спиртами при нагревании и в присутствии концентрированной серной кислоты. Например, если к уксусной кислоте прилить этиловый спирт и немного серной кислоты, то при нагревании появляется запах этилового эфира уксусной кислоты (этилацетата):



Специфическое свойство предельных карбоновых кислот, проявляемое за счет радикала, — реакция галогенирования (хлорирования).

### Экспериментальная часть

1. Растворение глицерина в воде. Налейте в пробирку 1-2 мл глицерина, добавьте столько же воды и встряхните. Затем добавьте в 2-3 раза больше воды. Перемешайте содержимое. Какова растворимость глицерина в воде?

2. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди (II). В пробирку налейте 1 мл раствора гидроксида натрия и добавьте немного раствора сульфата меди (II) до выпадения осадка. Запишите молекулярное и краткое ионно-молекулярное уравнения этой реакции. К образовавшемуся осадку добавьте немного глицерина и перемешайте смесь стеклянной палочкой. Что наблюдается?

3. Взаимодействие уксусной кислоты с некоторыми металлами. В две пробирки влейте по 1 мл раствора уксусной кислоты. В одну пробирку всыпьте немного стружек магния, а во вторую – несколько гранул цинка. В первой пробирке происходит бурная реакция, а во второй – реакция протекает спокойно (иногда она начинается только при нагревании). Сравните скорость этих реакций и напишите уравнения в молекулярном, ионном и сокращенном ионном виде.

4. Взаимодействие уксусной кислоты с основаниями. Влейте в пробирку 1-1,5 мл раствора гидроксида натрия и добавьте несколько капель раствора фенолфталеина. При добавлении уксусной кислоты происходит обесцвечивание. О чем это говорит? Подтвердите свой вывод уравнением реакции.

5. Взаимодействие уксусной кислоты со спиртами. В пробирку налейте 2 мл раствора уксусной кислоты. Прилейте 2 мл этанола. Затем в пробирку осторожно добавьте 1 мл серной кислоты. Пробирку закройте пробкой с длинной стеклянной трубкой-холодильником. Смесь осторожно подогрейте. Жидкость налейте в сосуд с насыщенным раствором хлорида натрия

## Контрольные вопросы:

Назовите основные классы кислородсодержащих органических соединений, их функциональные группы.

Какая реакция характерна для глицерина и других многоатомных спиртов? Напишите уравнения соответствующих реакций.

Какие свойства уксусной кислоты сходны со свойствами минеральных кислот?

Вспомните понятие «скорость химической реакции». От чего она зависит?

## Задание №2:

**Тема:** Растворение глицерина в воде и взаимодействие с гидроксидом меди (II).

**Цель:** исследовать свойства глицерина, изучить качественную реакцию на него.

**Оборудование:** штатив с пробирками, пипетка.

**Реактивы:** глицерин, дистиллированная вода, растворы сульфата меди(II), гидроксида натрия.

**Задание:** выполните работу и оформите отчет, заполнив таблицу.

### Ход работы.

Растворимость глицерина в воде В пробирку налейте 0,5 мл воды, добавьте 0,5 мл глицерина, перемешайте.

Наблюдения. Глицерин растворяется в воде.

Вывод. Растворяется ли глицерин в воде?

Да, растворяется.

Качественная реакция на глицерин В пробирку налейте 2 мл раствора гидроксида натрия и добавьте к нему немного раствора сульфата меди(II). К осадку прилейте раствор глицерина, который вы получили в первом опыте, перемешайте.

Наблюдения. Голубой осадок растворяется, образуется раствор синего цвета.

Уравнения химических реакций.

ХИМИЯ Запишите уравнения соответствующих реакций.



1) Какие свойства глицерина проявляются в этой реакции?

Способность образовывать глицериты.

2) Какая реакция является качественной на глицерин и другие многоатомные спирты?

## **Реакция с гидроксидом меди(II).**

Подведите итоги работы. В ходе выполнения лабораторной работы мы исследовали свойства глицерина, изучили качественную реакцию на него.

Сделайте общий вывод. (Укажите характерные свойства глицерина.) Глицерин растворяется в воде. Качественной реакцией на глицерин (и на другие многоатомные спирты) является взаимодействие с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

### **Задание №3:**

**Тема:** Химические свойства спиртов.

**Цель:** Изучить некоторые физические и химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов.

**Реактивы и материалы:** спирты:этиловый; глицерин; металлический натрий; сульфата меди (II); оксид меди (II); медная проволока; лучина; пробирки; фарфоровая чашка; прибор для окисления спирта.

**Оборудование:** набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, стаканчик, пипетка, спиртовка.

#### **Ход работы.**

#### **Опыт 1. Изучение физических свойств одно - и многоатомных спиртов.**

Растворимость спиртов в воде.

В пробирку налейте несколько миллилитров этилового спирта и прибавьте к нему подкрашенную воду.

Запишите свои наблюдения и сделайте вывод о растворимости одноатомных спиртов.

Изучение физических свойств глицерина.

В пробирку налейте 0,5 мл воды, добавьте 0,5 мл глицерина, перемешайте. Раствор глицерина не выливать!

Запишите свои наблюдения и сделайте вывод о растворимости глицерина в воде.

#### **Опыт 2. Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.**

Приготовьте пробирку с этанолом и опустите в неё кусочек металлического натрия.

Запишите свои наблюдения, уравнение соответствующей реакции и сделайте вывод.

### **Опыт 3. Взаимодействие глицерина с металлическим натрием.**

В пробирку с глицерином бросьте кусочек натрия. Пробирку слегка подогрейте. Выделяющийся водород можно поджечь.

Запишите наблюдения, уравнение соответствующей реакции и сделайте вывод о скорости протекания реакции.

### **Опыт 4. Горение спиртов.**

Налейте немного этилового спирта в фарфоровую чашку. Поднесите к ней горящую лучину.

Запишите свои наблюдения и уравнение реакции горения этанола.

### **Опыт 5. Окисление этилового спирта оксидом меди (II). (Качественное определение этанола).**

1-й способ. В сухую пробирку налейте приблизительно 1 мл этанола. Раскалите медную спираль в и быстро опустите спираль в пробирку со спиртом, выньте и, не нагревая ее, снова опустите в пары спирта. Осторожно понюхайте содержимое пробирки, направляя поток воздуха к себе рукой.

Запишите наблюдения и уравнения соответствующих реакций.

2-й способ. В прибор для окисления спиртов налейте немного этилового спирта. Присоедините к газоотводной трубке прибор для подачи воздуха. Раскалите в горелке медную спираль и поместите ее в прибор. Подавайте в прибор ток воздуха. Медная спираль в приборе продолжает быть раскаленной, так как начинается окисление спирта.

Запишите свои наблюдения и уравнение соответствующей реакции.

### **Опыт 6. Качественная реакция на глицерин.**

В пробирку налейте 2 мл раствора гидроксида натрия и добавьте к нему немного раствора сульфата меди(II). К осадку прилейте раствор глицерина, который вы получили в первом опыте, перемешайте.

Запишите свои наблюдения и уравнения соответствующих реакций.

Контрольные вопросы:

Сделайте вывод о растворимости в воде одно - и многоатомных спиртов. Как в лабораторных условиях можно доказать наличие этанола? Как в лабораторных условиях можно определить глицерин?

Сделайте общий вывод.

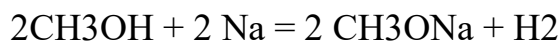
### **Опыт 1. Изучение физических свойств одно - и многоатомных спиртов.**

Одноатомные спирты, содержащие в своем составе до десяти атомов углерода, в обычных условиях — жидкости. Спирты, в составе которых 11 атомов углерода и более — твердые тела. Этиловый, бутиловый и изоамиловый спирт – жидкости. Спирты имеют плотность меньше единицы, поэтому они образуют верхний слой. При взбалтывании пробирок происходит полное растворение этилового спирта, частично растворяется бутиловый спирт, почти не растворяется изоамиловый спирт. Краситель из водного раствора переходит в спирты. С повышением молекулярной массы и увеличением углеводородного радикала растворимость спиртов в воде уменьшается.

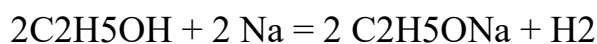
Глицерин – прозрачная, бесцветная, вязкая, сладковатая сиропообразная жидкость. Глицерин хорошо растворим в воде, и смешивается с ней в любых отношениях. Растворы глицерина замерзают при очень низких температурах. Если приготовить охлаждающую смесь из поваренной соли и кусочков льда и опустить в нее две пробирки. В одной из пробирок – вода, в другой – раствор глицерина. Через некоторое время вода замерзает. Раствор глицерина остается жидким. Глицерин и этиленгликоль используются в качестве антифризов в радиаторах автомобилей.

### **Опыт 2. Взаимодействие этилового спирта с металлическим натрием.**

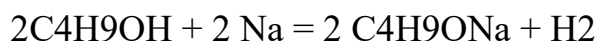
При взаимодействии спиртов с натрием образуются газообразный водород и соответствующие алкоголяты натрия. Приготовим пробирки с метиловым, этиловым и бутиловым спиртами. Опустим в пробирку с метиловым спиртом кусочек металлического натрия. Начинается энергичная реакция. Натрий плавится, выделяется водород.



Опустим натрий в пробирку с этиловым спиртом. Реакция идет немного медленней. Выделяющийся водород можно поджечь. По окончании реакции выделим этилат натрия. Для этого опустим в пробирку стеклянную палочку и подержим ее над пламенем горелки. Избыток спирта испаряется. На палочке остается белый налет этилата натрия.



В пробирке с бутиловым спиртом реакция с натрием идет еще медленнее.

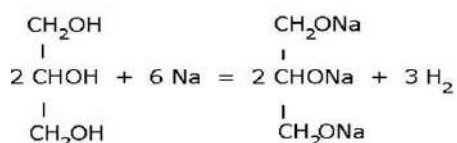




Итак, с удлинением и разветвлением углеводородного радикала скорость реакции спиртов с натрием уменьшается.

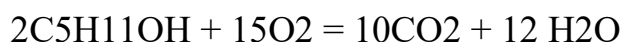
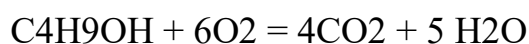
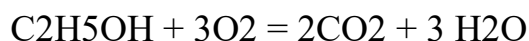
### Опыт 3. Взаимодействие глицерина с металлическим натрием.

Как и одноатомные спирты, многоатомные спирты реагируют с металлическим натрием. Если в пробирку с глицерином бросить кусочек натрия и пробирку слегка подогреть, то реакция идет вначале медленно, затем более энергично. Выделяющийся водород можно поджечь. Реакция протекает очень энергично, выделяется много теплоты, на завершающей стадии реакции происходит обугливание глицерина.



### Опыт 4. Горение спиртов.

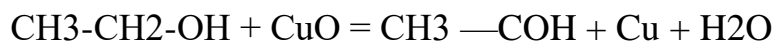
Если к чашкам с этиловым, бутиловым и изоамиловым спиртами поднести горящую лучину, то можем наблюдать как этиловый спирт быстро загорается и горит голубоватым, слабосветящимся пламенем. Бутиловый спирт горит светящимся пламенем. Труднее загорается изоамиловый спирт, он горит коптящим пламенем. С увеличением молекулярной массы одноатомных спиртов повышается температура кипения и возрастает светимость их пламени.



### Опыт 5. Окисление этилового спирта оксидом меди (II). (Качественное определение этанола).

В сухую пробирку налейте приблизительно 1 мл этанола. Раскалите медную спираль в пламени — на ее поверхности образуется черный налет оксида меди(II). Быстро опустите спираль в пробирку со спиртом, выньте и, не нагревая ее, снова опустите в пары спирта. Осторожно понюхайте содержимое пробирки, направляя поток воздуха к себе рукой. В прибор для окисления спиртов нальем немного этилового спирта. Присоединим к газоотводной трубке прибор для подачи воздуха. Раскалим в горелке медную спираль и поместим ее в прибор. Подадим в прибор ток

воздуха. Медная спираль в приборе продолжает быть раскаленной, так как начинается окисление спирта. Продукт окисления спирта — уксусный альдегид.



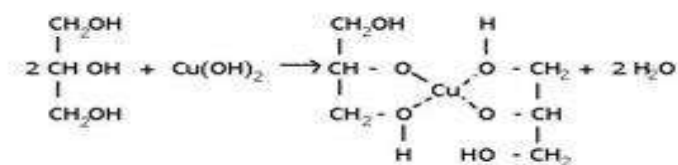
Альдегид обнаруживаем, пропуская через фуксинсернистую кислоту выходящие из прибора газы. Под действием альдегида фуксинсернистая кислота приобретает фиолетовую окраску. Покажем, что медная спираль раскалена. Извлечем спираль из прибора и поднесем к ней спичку. Спичка загорается. Мы убедились в том, что при окислении одноатомных спиртов образуются альдегиды.

### Опыт 6. Качественная реакция на глицерин.

В пробирку налейте 2 мл раствора гидроксида натрия и добавьте к нему немного раствора сульфата меди(II). К осадку прилейте раствор глицерина, который вы получили в первом опыте, перемешайте.

Наблюдения. Голубой осадок растворяется, образуется раствор синего цвета.

Уравнения химической реакции.



### Задание №4:

**Тема:** Свойства уксусной кислоты.

**Цель:** познакомиться с физическими и химическими свойствами уксусной кислоты.

**Оборудование и реактивы:** пробирки, раствор уксусной кислоты CH<sub>3</sub>COOH, раствор гидроксида натрия NaOH, растворы солей (сульфата меди (II) CuSO<sub>4</sub>, карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), магниевая стружка Mg, цинк гранулированный Zn, метиловый оранжевый (м/о), фенолфталеин (ф/ф), универсальная индикаторная бумага.

### Ход работы.

Вспомните и перечислите химические свойства уксусной кислоты.

**Опыт 1.** В три пробирки приливаем несколько капель раствора кислоты. В первую добавляем несколько капель м/о, во вторую – несколько капель ф/ф, в третью – кусочек универсальной индикаторной бумаги. Записываем наблюдения, делаем вывод

о среде в растворе, записываем примерное значение рН. Пробирки оставляем для опыта 2.

**Опыт 2.** В пробирки после опыта 1 добавляем по каплям раствор гидроксида натрия. Отмечаем цвет раствора. Записываем уравнения реакции и наблюдения.

**Опыт 3.** В пробирку наливаем небольшое количество раствора сульфата меди (II). Отмечаем цвет раствора. В эту же пробирку по каплям начинаем добавлять раствор гидроксида натрия. Что происходит? В эту же пробирку добавляем по каплям раствор кислоты. Записываем уравнения реакции и наблюдения.

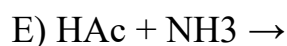
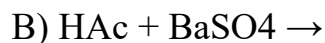
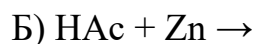
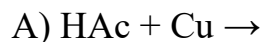
**Опыт 4.** В две пробирки помещаем стружку магния и гранулу цинка и добавляем несколько капель раствора уксусной кислоты. Отмечаем цвет раствора.

**Опыт 5.** В пробирку наливаем небольшое количество раствора карбоната натрия. Отмечаем цвет раствора. В эту же пробирку по каплям начинаем добавлять раствор кислоты. Записываем уравнение реакции и наблюдения в таблицу. Повторите эксперимент с раствором карбоната калия.

### **Делаем общий вывод по работе**

#### **Задание:**

1) Закончите уравнения практически осуществимых реакций:



2) Определите массу уксусной кислоты, которая содержится в растворе уксусной кислоты объемом 200 мл с концентрацией 0,2 моль/л.