

Министерство образования Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

А.Н. САВЕРЧЕНКО

## КИСЛОРОДОСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Методические указания к лабораторному практикуму  
по химии (часть II) для студентов I курса специальностей:  
013100 – экология, 280900 – конструирование швейных изделий,  
351100 – товароведение и экспертиза товаров  
280800 – технология швейных изделий

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2003

Рецензенты: Каминский В.А., д-р хим.  
наук, профессор (ДВГУ);  
Гамов В.А. канд. хим.наук,  
доцент (ВГУЭС)

Саверченко А.Н.  
С 12 КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ  
СОЕДИНЕНИЯ: Лабораторный практикум по химии.  
Часть 2. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2003. – 32 с.

В практикуме приведены лабораторные работы по курсу химия (раздел II) для студентов нехимических специальностей. Методические указания состоят из двух частей: теоретической и экспериментальной.

Изучение теоретического материала способствует усвоению данной темы, что позволяет грамотно выполнить эксперимент. Методика выполнения опытов подробно описана в экспериментальной части. С целью закрепления изученного материала приводятся контрольные вопросы.

Для студентов I курса специальностей: 013100 – экология, 280900 – конструирование швейных изделий, 351100 – товароведение и экспертиза товаров, 280800 – технология швейных изделий.

ББК 24

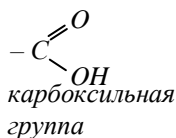
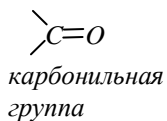
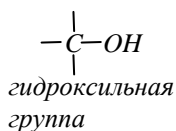
Печатается по решению РИСО ВГУЭС

© Издательство Владивостокского  
государственного университета  
экономики и сервиса, 2003

## КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

К кислородсодержащим органическим соединениям относят многочисленные органические соединения, как природного происхождения, так и синтетические, являющиеся производными углеводов, в молекулах которых содержатся углеродные атомы, непосредственно связанные с кислородом.

В органических кислородсодержащих веществах кислород в соединении с углеродом образует различные группы, в которых углерод затрачивает на соединении с атомами кислорода одну, две или три валентные связи:



Остальные валентности углерода могут участвовать в образовании связи либо с углеродными атомами, либо с атомами водорода или других элементов.

Таким образом, приведённые кислородсодержащие группы, можно представить как различные стадии окисления углеродных атомов в органических молекулах; эти группы связаны между собой так же, как и соединения, в состав которых они входят, взаимными окислительно-восстановительными превращениями. Гидроксильная группа содержится в спиртах, карбонильная – в альдегидах и кетонах, карбоксильная – в карбоновых кислотах.

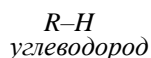
# ЛАБОРОТОРНАЯ РАБОТА № 1

## Спирты и их производные

**Цель работы:** познакомиться со свойствами спиртов, изучить способы получения простых и сложных эфиров.

### 1. Теоретическая часть

Производные углеводородов, представляющие собой продукты замещения атома водорода в углеводородной молекуле водным остатком, т.е. гидроксильной группой – *ОН*, называют спиртами. Эти вещества можно рассматривать и как производные воды, в молекуле которой один атом водорода замещён углеводородным радикалом *R*. Это можно представить схемой:

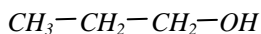


Спирты могут содержать и несколько гидроксильных групп но при разных атомах углерода. Число их характеризует атомность спирта. В соответствии с этим спирты бывают одноатомные и многоатомные; последние подразделяются на двухатомные, трёхатомные и т.д. спирты.

#### 1.1. Строение. Изомерия

Изомерия предельных одноатомных спиртов, общая формула которых  $C_nH_{2n+1}OH$ , обусловлена изомерией углеродного скелета и изомерией положения гидроксильной группы.

Спирту состава  $C_3H_7OH$  соответствует два изомера по положению гидроксильной группы:



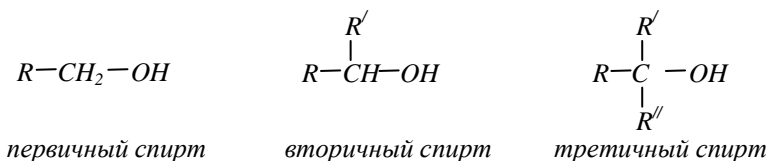
*пропиловый спирт*  
(первичный)



*вторичный пропиловый спирт* (изопропиловый)

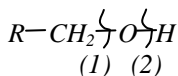
Из бутана и изобутана могут быть произведены четыре изомерных бутиловых спирта.

В зависимости от положения гидроксильной группы при первичном, вторичном и третичном углеродном атоме спирты могут быть первичными, вторичными и третичными:



## 1.2. Химические свойства

Химические свойства спиртов обусловлены наличием гидроксильной группы. В разнообразных химических превращениях спиртов особая роль принадлежит двум типам реакций:

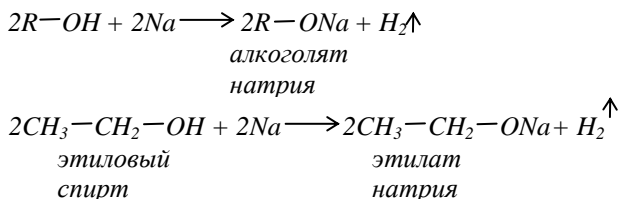


разрыву связи между атомами *C* и *O* (1), *O* и *H*(2).

Положение гидроксильной группы существенно влияет на её поведение в этих превращениях.

### 1.2.1. Кислотные свойства спиртов

Атомы водорода гидроксильных групп в спиртах проявляют определённую подвижность. Подобно воде, спирты реагируют со щелочными металлами, которые замещают водород спиртовых гидроксильных групп; при этом образуются алкоголяты и выделяется водород:



По мере увеличения числа углеродных атомов в углеводородных радикалах спиртов активность последних в этой реакции всё более уменьшается.

Высшие спирты реагируют с натрием лишь при нагревании. Первичные спирты значительно активнее в реакциях со щелочными металлами, чем изомерные им вторичные и особенно третичные.

В реакции со щелочными металлами спирты проявляют свойства кислот; но в результате влияния, оказываемого на гидроксильную группу алкильным радикалом, спирты – ещё более слабые кислоты, чем вода. Прак-

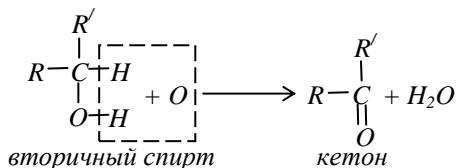
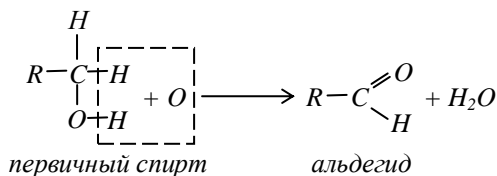
тически спирты – нейтральные вещества: они не показывают ни кислот, ни щелочной реакции на лакмус, не проводят электрический ток.

### 1.2.2. Окисление спиртов

Кислород воздуха окисляет спирты только при высокой температуре; при этом они горят. В результате происходит полное разрушение молекул с образованием оксида углерода(IV) и воды.

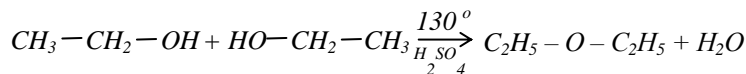
Возможно и умеренное окисление спиртов: при этом они окисляются легче, чем соответствующие предельные углеводороды. Углеводороды на холоду не взаимодействуют с раствором перманганата калия или хромовой смесью, спирты же окисляются ими. Внешне реакция проявляется в том, что в случае перманганата калия ( $KMnO_4$ ) исчезает его фиолетовая окраска, а в случае хромовой смеси ( $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ ) её оранжевый цвет переходит в зеленый.

Большая склонность спиртов к окислению по сравнению с углеводородами объясняется влиянием имеющейся в их молекулах гидроксильной группы. Молекулы спиртов содержат углеродные атомы, как бы уже подвергшиеся окислению, т.е. связанные с кислородом гидроксидом, и поэтому действие окислителя прежде всего направляется на спиртовую группу. При этом окислению легче подвергаются спирты, в которых при углероде спиртовой группы имеется водород, – первичные и вторичные. При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, вторичных – кетоны, окисление третичных спиртов сопровождается разрывом углеродной цепи.

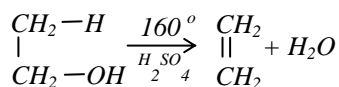


### 1.2.3. Дегидратация спиртов

Дегидратация (отнятие воды от молекулы спирта) приводит к образованию этиленовых углеводородов или простых эфиров. При избытке спирта дегидратация протекает межмолекулярно, что приводит к образованию простого эфира:



Внутримолекулярная дегидратация, т.е. за счёт одной молекулы спирта, приводит к образованию этиленового углеводорода:



### 1.2.4. Образование сложных эфиров

Взаимодействие спиртов с кислотами (органическими и неорганическими) приводит к образованию производных кислот, называемых сложными эфирами:



Эта реакция называется реакцией этерификации.

## 1.3. Экспериментальная часть

### 1.3.1. Влияние радикала и количества гидроксильных групп на растворимость спиртов

В четыре пробирки налейте по 2мл воды, подкрашенной  $\text{KMnO}_4$ , и добавьте по 0,5 мл следующих спиртов: этилового, пропилового, амилового и глицерина. Содержимое пробирок энергично перемешайте. Что наблюдаете?

Увеличение радикала (углеводородной части молекулы) понижает растворимость спиртов в воде, увеличение числа гидроксильных групп увеличивает растворимость их в воде.

### 1.3.2. Обнаружение присутствия в спирте воды и обезвоживание спиртов

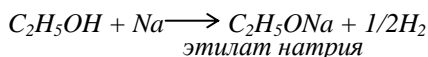
В сухую микропробирку поместите немного порошка безводного сульфата меди и добавьте 8–10 капель этилового спирта. Смесь встряхните и слегка нагрейте. Белый порошок окрашивается в голубой цвет, что указывает на присутствие в спирте воды. Безводный сульфат меди, связывая воду, переходит в синий кристаллогидрат  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ .

Обезвоженный спирт сохраните для проведения следующего опыта.

### 1.3.3. Получение и гидролиз алкоголятов

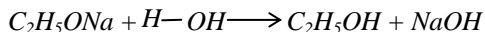
Полученный в опыте 1.3.2. обезвоженный спирт осторожно слейте с осадка в сухую пробирку и погрузите в него кусочек натрия величиной с небольшую горошину, охлаждая пробирку с реакционной смесью в стакане с водой, предотвращая кипение спирта в результате экзотермической реакции. По окончании реакции на дне пробирки останется беловатый осадок этилата натрия. Полученный этилат натрия растворите в 2–3 мл дистиллированной воды, добавьте 1 каплю фенолфталеина. Появляется малиновое окрашивание.

**Химизм процесса:**



Алкоголяты подобны солям очень слабых кислот и при действии воды гидролизуются с образованием спирта и щёлочи.

**Химизм процесса:**



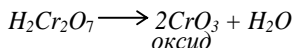
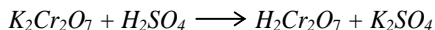
В реакции со щелочными металлами спирты проявляют свойства кислот; но в результате влияния, оказываемого на гидроксильную группу алкильным радикалом, спирты – ещё более слабые кислоты, чем вода.



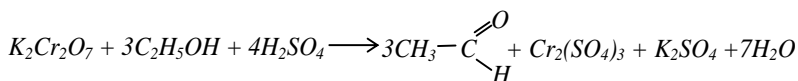
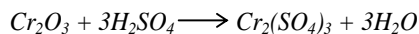
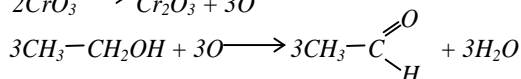
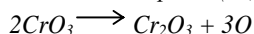
### 1.3.4. Окисление этилового спирта хромовой смесью

В сухую пробирку поместите две капли этилового спирта, добавьте одну каплю серной кислоты и 2 капли раствора бихромата калия и осторожно нагрейте. При этом наблюдается изменение окраски раствора от оранжевой до синевато – зелёной. Одновременно ощущается запах уксусного альдегида.

#### Химизм процесса:



*оксид  
хрома (VI)*



Для подтверждения образования уксусного альдегида проведите цветную реакцию с фуксинсернистой кислотой.

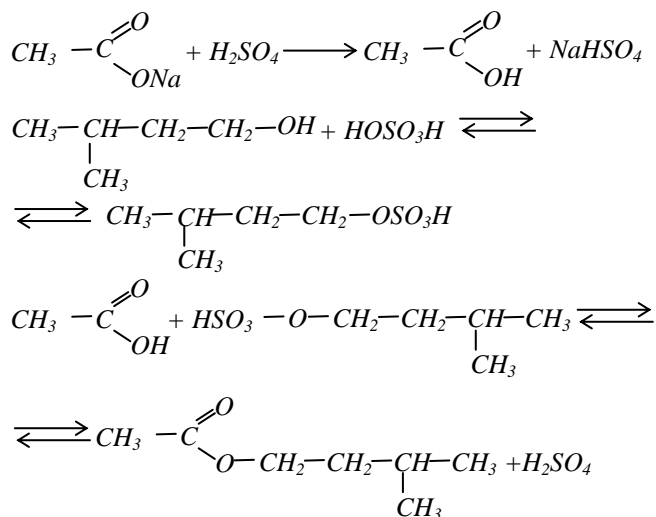
В пробирку поместите 3 капли раствора фуксинсернистой кислоты и пипеткой внесите одну каплю полученного раствора. Появляется розово – фиолетовая окраска (цветная реакция на альдегид).

Спирты окисляются легче, чем соответствующие им углеводороды, что объясняется влиянием имеющейся в их молекуле гидроксильной группы.

### 1.3.5. Получение уксусноизоамилового эфира

В сухую пробирку поместите немного (высота слоя должна быть около 2 мм) порошка обезвоженного ацетата натрия и три капли изоамилового спирта. Добавьте 2 капли концентрированной серной кислоты и осторожно нагрейте содержимое пробирки при встряхивании над пламенем спиртовки. Через некоторое время жидкость бурлит и ощущается характерный запах уксусноизоамилового эфира (запах грушевой эссенции).

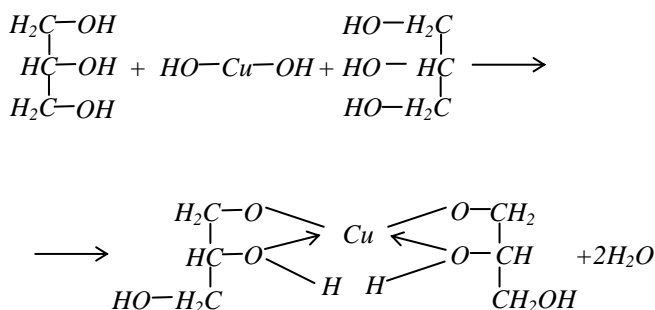
### Химизм процесса:



### 1.3.6. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди (II)

Поместите в пробирку две капли раствора сульфата меди, 2 капли раствора гидроксида натрия и перемешайте. Образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди (II). В пробирку добавьте 1 каплю глицерина и взболтайте содержимое. Осадок растворяется и появляется тёмно – синее окрашивание вследствие образования глицерата меди.

### Химизм процесса:



Глицерин – трёхатомный спирт. Кислотность его больше, чем одноатомных спиртов. Увеличения числа гидроксильных групп усиливает кислотный характер.

## Контрольные вопросы

1. Какие соединения называются спиртами? Какова их общая формула?
2. Чем определяется атомность спиртов?
3. Какие спирты называются первичными, вторичными, третичными?
4. Химические свойства и способы получения спиртов.
5. Какие вещества называются простыми и сложными эфирами?

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

## Фенолы

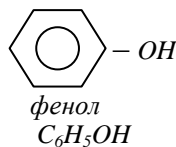
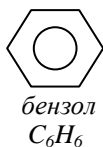
**Цель работы:** Изучить свойства фенолов и сравнить их со свойствами спиртов.

### 1. Теоретическая часть

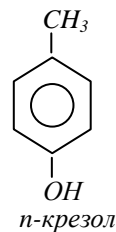
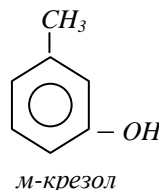
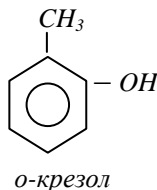
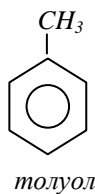
Фенолами называют производные ароматических углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода бензольного ядра замещены гидроксильной группой ( $-OH$ ).

#### 1.1. Структура. Изомерия

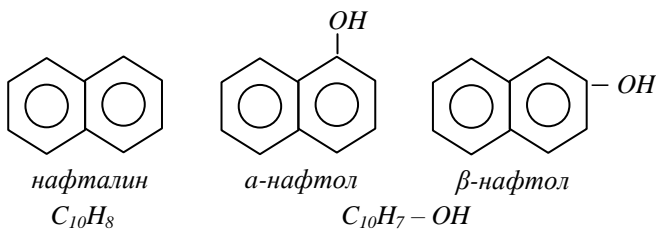
Простейший представитель класса фенолов является производным бензола; его называют просто фенолом или карболовой кислотой.



Толуолу отвечают три изомерных фенола, различных по положению гидроксила в ядре; они называются орто-, мета- и пара-крезолами.



К фенолам относятся также гидроксильные производные нафталина – их называют нафтолами. В соответствии с особенностями строения нафталина они существуют в виде двух изомеров –  $\alpha$  и  $\beta$  – нафтола:



Фенол, крезолы,  $\alpha$ - и  $\beta$ -нафтолы содержат по одной гидроксильной группе, их по этому называют одноатомными фенолами. Фенолы с несколькими гидроксильными в бензольном ядре называются многоатомными; они могут быть двухатомными, трёхатомными и т.д.

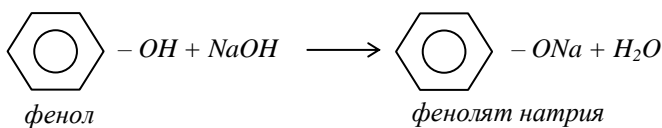
По строению фенолы аналогичны спиртам. Строение спиртов выражается общей формулой  $R-OH$ ; подобно этому строение фенолов можно представить формулой  $Ar-OH$ , где  $Ar$  – ароматический радикал.

## 1.2. Химические свойства

Как спирты, так и фенолы содержат гидроксильную группу – остаток воды и образуют ряд аналогичных производных. Однако в фенолах эта группа под влиянием непосредственно связанного с ней ароматического ядра приобретает свойства, значительно отличающие фенолы от спиртов. В свою очередь гидроксильная группа существенно влияет на свойства ядра. Итак, реакции фенолов: а) за счёт гидроксильной группы и б) за счёт бензольного ядра.

### 1.2.1. Реакции за счёт гидроксильной группы

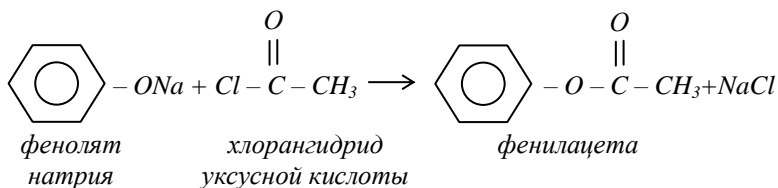
*Образование фенолятов.* Фенолы реагируют со щелочами, образуя с выделением воды феноляты – производные, в которых водород фенольного гидроксила замещён на металл:



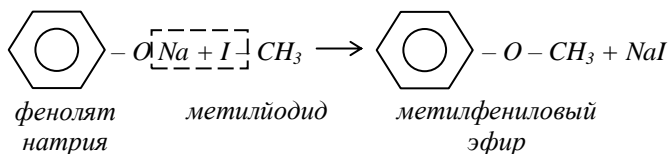
Феноляты являются аналогами алкоголятов спиртов. Алкоголяты нацело гидролизуются водой, тогда как феноляты более устойчивы к гидролизу. В фенолах, благодаря влиянию ароматического ядра, водород гидроксила подвижнее, чем в спиртах, и они обладают большими, чем спирты, кислотными свойствами. Однако фенолы – очень слабые кислоты.

*Образование сложных эфиров.* При замещении водорода в их гидроксильной группе кислотными остатками фенолы, как и спирты, обра-

зуют сложные эфиры. Последние обычно получают действием хлорангидридов кислот на феноляты:

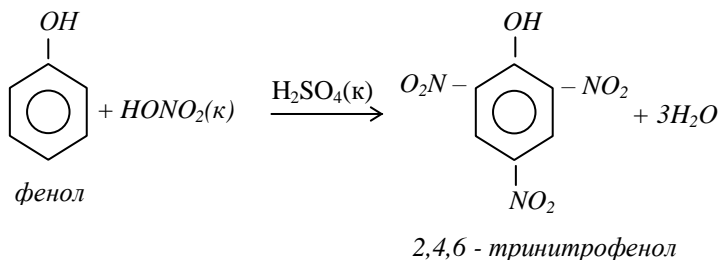


*Образование простых эфиров.* Продукты замещения водорода в фенольном гидроксиле жирными или ароматическими радикалами представляют собой простые эфиры фенолов. Например, получение смешанного-жирно- ароматического простого эфира:



### 1.2.2. Реакции за счёт бензольного ядра

Гидроксильная группа в молекуле фенолов влияет на ароматическое ядро как заместитель I рода. Благодаря этому фенолы очень легко вступают в реакции замещения (нитрования, галогенирования и сульфирования), а бензольное ядро в них значительно менее устойчиво, чем в незамещённом бензоле. Большой практический интерес представляет нитрование фенолов. Так, при действии разбавленной азотной кислоты на обыкновенный фенол образуется смесь о- и п- нитрофенолов. Если брать более концентрированную кислоту, то получают динитрофенолы и как конечный продукт 2, 4, 6 – тринитрофенол (пикриновая кислота). Все эти процессы можно упрощённо представить схемой:



## 2. Экспериментальная часть

### Опыт 2.1. Получение фенолята натрия

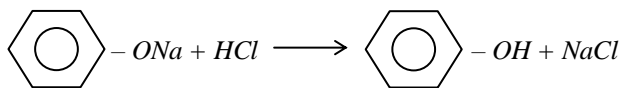
В пробирку поместите 4 капли эмульсии фенола в воде и добавьте 2 капли раствора гидроксида натрия. Образуется прозрачный раствор фенолята натрия, так как он хорошо растворяется в воде в отличие от фенола. Раствор оставьте для следующего опыта (2.2.).

Фенолы обладают кислотными свойствами, они легко вступают в реакцию с водными растворами щелочей, образуя аналогичные алколятам феноляты.

### Опыт 2.2. Разложение фенолята натрия соляной кислотой

К половине прозрачного раствора фенолята натрия (из опыта 2.1.) добавьте одну каплю раствора соляной кислоты. Выделяется свободный фенол в виде эмульсии.

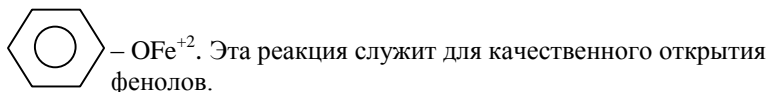
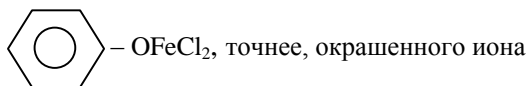
Химизм процесса:



Феноляты щелочных металлов как соли слабых кислот и сильных оснований в водном растворе частично гидролизваны, поэтому их растворы обладают щелочной реакцией. Фенолы можно выделить из растворов фенолятов даже действием такой слабой кислоты, как угольная.

### Опыт 2.3. Реакция фенола с хлоридом железа (III)

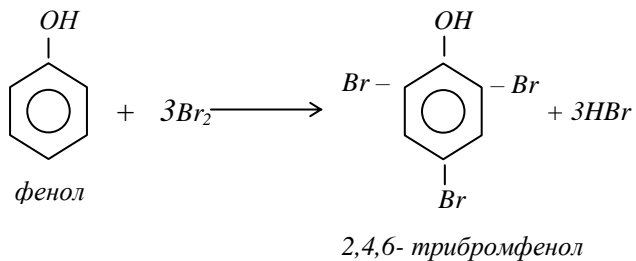
В пробирку поместите 2 капли раствора фенола, добавьте 3 капли воды и 1 каплю раствора хлорида железа (III). Появляется интенсивное красно – фиолетовое окрашивание. Фенолы с хлоридом железа (III) в водном растворе дают цветную реакцию вследствие образования окрашенного соединения



## Опыт 2.4. Бромирование фенола

В пробирку поместите 2 капли бромной воды и добавьте 1 каплю водного раствора фенола. Бромная вода обесцвечивается, жидкость мутнеет вследствие образования белого осадка трибромфенола.

### Химизм процесса:



### Контрольные вопросы

1. Какие соединения относятся к фенолам, ароматическим спиртам?
2. Номенклатура и изомерия фенолов.
3. Химические свойства. Реакции за счёт гидроксильной группы. Реакции за счёт бензольного ядра.
4. Сравнить химические свойства спиртов и фенолов.



# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

## Альдегиды и кетоны

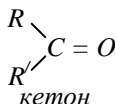
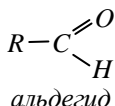
**Цель работы:** Изучить способы получения альдегидов и кетонов и сравнить их химические свойства.

### 1. Теоретическая часть

Альдегиды и кетоны представляют собой производные углеводов, в молекулах которых имеется карбонильная группа, называемая также карбонилем,



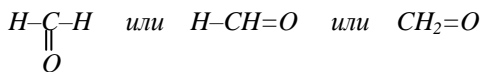
Альдегидами называют соединения с карбонильной группой, в которых атом углерода этой группы связан, по крайней мере, с одним атомом водорода; кетонами называют карбонилсодержащие соединения, в которых углерод карбонильной группы связан с двумя углеводородными радикалами. Строение альдегидов и кетонов можно представить следующими общими формулами:



Альдегиды и кетоны отличаются по целому ряду свойств, однако, благодаря наличию в тех и других карбонильной группы, в их свойствах есть много общего.

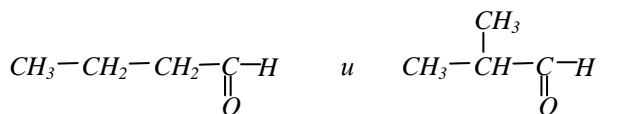
#### 1.1. Строение изомерия

Простейший альдегид содержит один атом углерода; он называется муравьиным альдегидом или формальдегидом



Это единственный альдегид, в котором карбонильная группа связана с двумя атомами водорода, или, иначе, в котором альдегидная группа соединена не с углеводородным радикалом, а с атомом водорода.

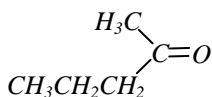
Все другие альдегиды имеют строение, соответствующее приведённой выше формуле. Так как альдегидная группа образована только первичным углеродным атомом, поэтому она всегда расположена на конце углеродной цепи молекулы альдегида. Для альдегидов возможна изомерия углеродного скелета. Например,



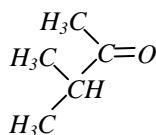
*масляный альдегид*

*изомасляный альдегид*

Изомерия кетонов обусловлена, с одной стороны изомерией углеродного скелета, с другой – изомерией положения карбонильной (кето-) группы в углеродной цепи молекулы. Например, изомерия углеродного скелета:

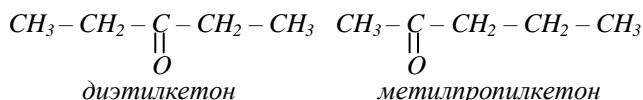


*метилпропилкетон*



*метилизопропилкетон*

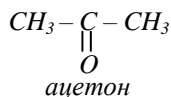
Изомерия положения кетогруппы:



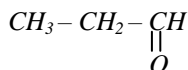
*диэтилкетон*

*метилпропилкетон*

Альдегиды и кетоны с одинаковым числом углеродных атомов изомерны друг другу по положению карбонильной группы. Например, ацетон и пропиловый альдегид имеют одинаковый состав ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ ) и являются изомерами:



*ацетон*



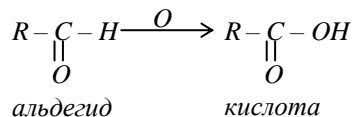
*пропиловый альдегид*

## 1.2. Химические свойства

Благодаря наличию в молекулах альдегидов и кетонов карбонильной группы эти соединения очень активны в химических реакциях. При этом альдегиды гораздо более реакционноспособны, чем кетоны. Основные группы реакций альдегидов и кетонов: а) реакции окисления, б) реакции присоединения по месту двойной связи карбонильной группы, в) реакции замещения карбонильного кислорода, г) реакции за счёт углеводородного радикала и д) межмолекулярные реакции.

### 1.2.1. Реакции окисления

Альдегиды и кетоны различно относятся к действию окислителей. Альдегиды окисляются очень легко; это обусловлено тем, что в их молекулах при уже окисленном углеродном атоме карбонильной группы имеется водород, который под действием различных окислителей окисляется, образуя группу  $-OH$ . Таким образом, альдегидная группа превращается в карбоксильную, и альдегиды, следовательно окисляются в карбоновые кислоты с таким же, как и в исходном альдегиде, числом углеродных атомов:



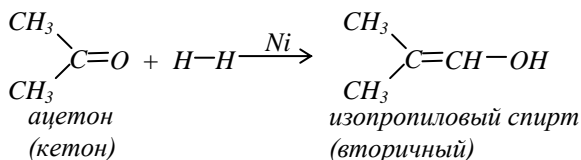
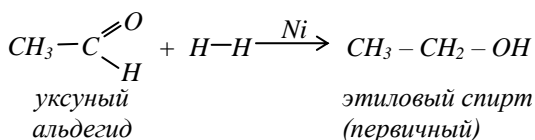
Кетоны окисляются значительно труднее; в их молекулах при уже окисленном углероде карбонильной группы нет водорода, и в этом отношении кетоны не окисляются слабыми окислителями.

Различное отношение к действию слабых окислителей используют для качественного открытия альдегидов в отличие от кетонов.

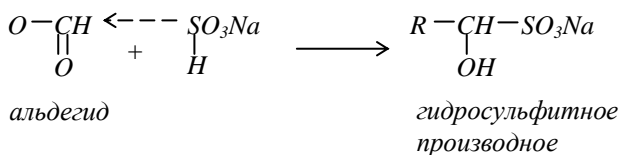
### 1.2.2. Реакции присоединения к карбонильной группе

За счёт двойной связи карбонильной группы альдегиды и кетоны вступают в различные реакции присоединения. И в этом случае альдегиды обычно более активны, чем кетоны.

*Восстановление альдегидов и кетонов (присоединение водорода).* Водород в момент выделения присоединяется к карбонильной группе альдегидов и кетонов. Альдегиды восстанавливаются в первичные, а кетоны – во вторичные спирты. Например:



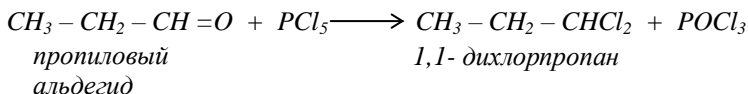
*Гидросульфитная реакция.* Альдегиды присоединяют гидросульфит натрия  $\text{NaHSO}_3$ , образуя кристаллические гидросульфитные производные:



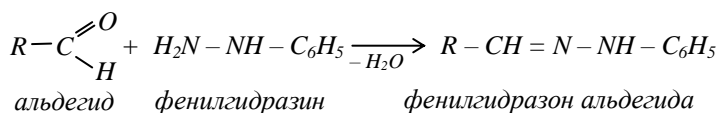
Кетоны также дают эту реакцию: но не все, а преимущественно лишь те, у которых при карбонильной группе есть хотя бы одна метильная группа. Реакцию с гидросульфитом применяют для выделения альдегидов и кетонов из различных смесей.

### 1.2.3. Реакции замещения кислорода карбонильной группы

*Замещение кислорода галогеном.* При действии хлорида ( $\text{PCl}_5$ ) или бромида ( $\text{PBr}_5$ ) фосфора (V) на альдегиды или кетоны кислород карбонильной группы замещается атомами галогена. Например:



*Реакция с фенилгидразином.* Альдегиды и кетоны взаимодействуют с фенилгидразином ( $\text{NH}_2-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$ ); при этом выделяется вода и образуются фенилгидразоны альдегидов или кетонов:

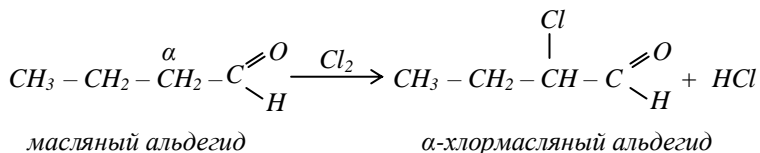


Фенилгидразоны – кристаллические вещества, их применяют при выделении и идентификации альдегидов и кетонов.

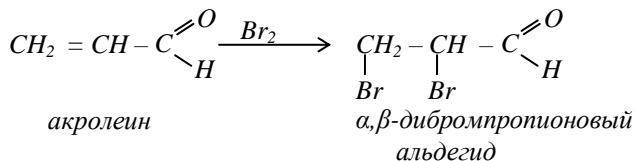
#### 1.2.4. Реакции, в которых участвуют углеводородные радикалы альдегидов и кетонов

Альдегиды и кетоны вступают в реакцию не только при участии их карбонильной группы, но и за счёт связанных с ней углеводородных радикалов. Карбонильная группа оказывает определённое влияние на течение этих реакций. В предельных альдегидах и кетонах под влиянием карбонильной группы особую подвижность приобретают атомы водорода при углеродных атомах, соседних с этой группой, или как говорят иначе, в  $\alpha$  – положении к карбонильной группе; они легко подвергаются замещению.

*Замещение водорода в радикале на галоген.* Водородные атомы в радикалах альдегидов и кетонов замещаются на галоген легче, чем в предельных углеводородах. Галоген замещает подвижные атомы водорода в  $\alpha$  – положении к карбонильной группе. Например:



*Реакции на двойную связь для непредельных альдегидов и кетонов.* Подобно этиленовым углеводородам непредельные альдегиды и кетоны дают характерные реакции на этиленовую двойную связь. Они обесцвечивают раствор брома. Например:

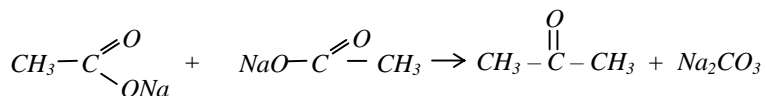


## 2. Экспериментальная часть

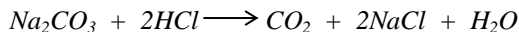
### 2.1. Получение ацетона из ацетата натрия

В сухую пробирку поместите около 0,1 г обезвоженного ацетата натрия (высота слоя должна быть около 3 мм). Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, нижний конец, которой опустите в пробирку с 6–8 каплями воды. Держа пробирку с ацетатом натрия в горизонтальном положении, нагрейте её на спиртовке. Пары ацетона конденсируются в воде, находящейся в пробирке – приемнике.

**Химизм процесса:**



После остывания первой пробирки добавьте в неё 1 каплю концентрированной соляной кислоты. Происходит сильное вспенивание вследствие выделения оксида углерода(IV).



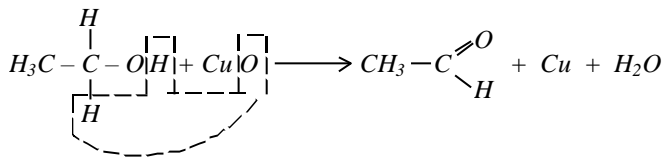
### 2.2. Образование уксусного альдегида из этилового спирта при отщеплении водорода (дегидрирования).

Поместите в сухую пробирку 3 мл этилового спирта и 2 мл воды. Затем в пламени спиртовки прокалите свёрнутую медную проволочку, при этом медь чернеет. Горячую медную проволоку быстро поместите в пробирку со спиртом и тотчас же неплотно закройте пробкой. Спирт бурно вскипает, появляется характерный запах уксусного альдегида, а медная проволока становится ярко – красной.

Когда бурное кипение спирта прекратится, вставьте пробку плотнее и охладите пробирку в стакане с холодной водой. После охлаждения перелейте содержимое пробирки в другую пробирку и добавьте к ней примерно равный объём воды, которой предварительно ополосните медную проволоку в первой пробирке.

При накаливании на воздухе поверхность медной проволоки частично окисляется. Образующийся в виде очень тонкой плёнки оксид меди в горячем состоянии легко восстанавливается спиртом до ярко – красной металлической меди.

### Химизм процесса:



Полученный водно-спиртовый раствор уксусного альдегида сохраните для опыта 2.3.

### 2.3. Цветная реакция на альдегиды с фуксинсернистой кислотой

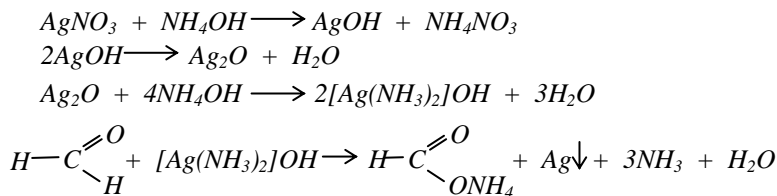
В две пробирки поместите раствор фуксинсернистой кислоты и добавьте в одну из них 2 капли раствора формальдегида, а в другую – 2 капли уксусного альдегида, полученного в опыте 2.2.

Раствор фуксинсернистой кислоты при добавлении раствора формальдегида постепенно окрашивается в фиолетовый цвет, при добавлении уксусного альдегида – в розово – фиолетовый цвет. Эта реакция является качественной реакцией на альдегиды.

### 2.4. Отношение альдегидов и кетонов к слабым окислителям

В пробирку поместите 2 капли раствора нитрата серебра и добавьте 1 каплю раствора аммиака. Образующийся бурый осадок гидроксида серебра растворите в избытке аммиака. Затем прибавьте 1 каплю раствора формальдегида и медленно подогрейте содержимое пробирки на спиртовке. Что наблюдаете?

### Химизм процесса:

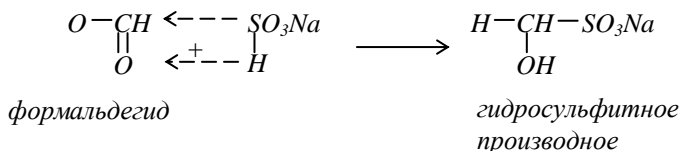


Эта реакция является качественной реакцией на альдегиды. Опыт повторите с ацетоном. Что наблюдаете? Сделайте вывод об отношении альдегидов и кетонов к слабым окислителям.

## 2.5. Взаимодействие альдегидов и кетонов с гидросульфитом натрия

В пробирку поместите 5 капель насыщенного водного раствора гидросульфита натрия и 5 капель формальдегида. Слегка разогревшуюся смесь охладите в ледяной бане, осторожно потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Смесь оставьте стоять. Вскоре начинает выпадать кристаллический осадок гидросульфитного производного.

**Химизм процесса:**

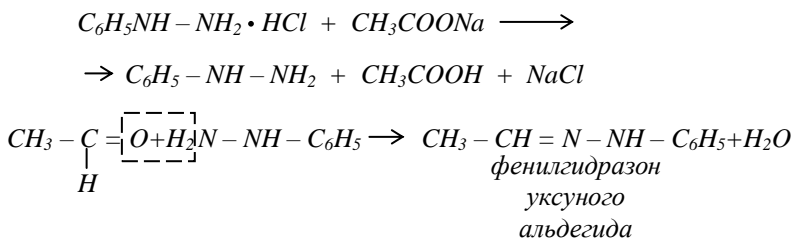


Опыт повторите с ацетоном. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

## 2.6. Получение фенолгидразона уксусного альдегида

В пробирку поместите 5 капель солянокислого фенолгидразина и добавьте несколько кристаллов ацетата натрия. Затем при встряхивании добавьте 4 капли уксусного альдегида. Выпадают кристаллы фенолгидразона.

**Химизм процесса:**



## Контрольные вопросы

1. Дать определение функциональной группе альдегидов и кетонов. Какие соединения называют альдегидами, кетонами?
2. Номенклатура и изомерия альдегидов и кетонов.
3. Химические свойства альдегидов и кетонов. В чём сходство и различие в свойствах альдегидов и кетонов?
4. Качественные реакции на альдегиды.



# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

## Карбоновые кислоты

**Цель работы:** Изучить свойства карбоновых кислот.

### 1. Теоретическая часть

Карбоновыми кислотами называют производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько углеродных атомов образуют карбоксильную группу, или карбоксил:



В этой сложной функциональной группе соединены друг с другом две простые кислородсодержащие группировки карбонильная  $>C=O$  и гидроксильная (или гидрокси-) группа  $-OH$ . Водород карбоксильной группы обуславливает кислотные свойства карбоновых кислот. Число карбоксильных групп характеризует основность кислоты. В молекулах одноосновных кислот – одна карбоксильная группа, двухосновных кислот – две карбоксильные группы.

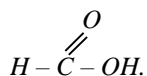
#### 1.1. Предельные одноосновные кислоты

##### 1.1.1. Строение. Изомерия

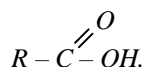
В строении и изомерии предельных одноосновных кислот наблюдается аналогия со строением и изомерией альдегидов.

Карбоксильная группа, как и альдегидная, может быть образована лишь первым углеродным атомом.

Простейший представитель гомологического ряда предельных одноосновных кислот – муравьиная кислота

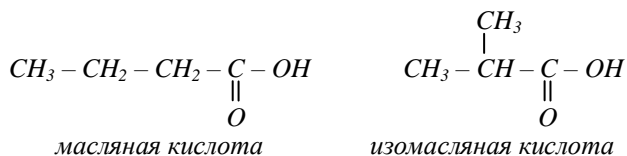


В молекулах всех других одноосновных кислот карбоксильная группа соединена не с водородом, а с углеводородным радикалом; их строение можно представить общей формулой



Общая формула предельных одноосновных кислот  $C_nH_{2n+1}COOH$ .

Для одноосновных кислот возможна только изомерия углеродного скелета. Так, состав  $C_3H_7COOH$  имеют две изомерные по углеродному скелету кислоты, которые называют масляными кислотами:



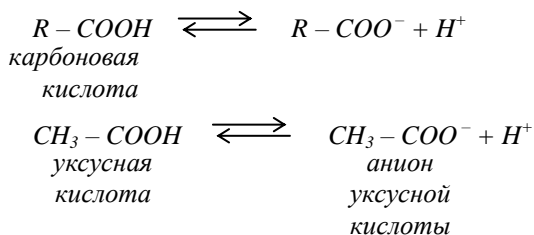
### 1.1.2. Химические свойства

Химические свойства карбоновых кислот определяются свойствами карбоксильной группы и связанного с ней углеводородного радикала, а также их взаимным влиянием.

Основные группы реакций: а) обусловленные подвижностью атома водорода в карбоксиле; б) основанные на способности гидроксильной группы карбоксила замещаться различными атомами или группами; в) за счёт связанного с карбоксилем углеводородного радикала.

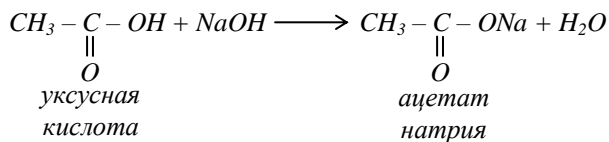
#### 1.1.2.1. Подвижность водорода карбоксильной группы

Карбоновые кислоты в водных растворах диссоциируют, образуя катионы водорода и анионы кислот (карбоксилатанионы).



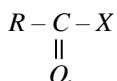
Поэтому растворимые в воде карбоновые кислоты окрашивают лакмус в красный цвет, проводят электрический ток, имеют кислый вкус, т.е. являются электролитами и проявляют кислотные свойства.

*Образование солей.* При взаимодействии с основаниями, с оксидами или с активными металлами водород карбоксильной группы кислоты замещается на металл и образуются соли карбоновых кислот.

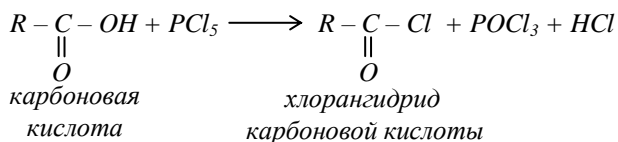


### 1.1.2.2. Реакции замещения гидроксила в карбоксиле

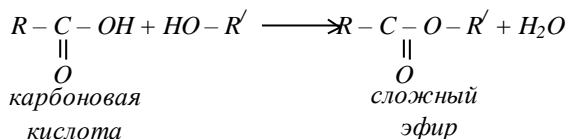
Гидроксильная группа в карбоксиле кислот может быть замещена атомами или группами (X); образующиеся при этом соединения называют производными карбоновых кислот; строение их можно представить общей формулой



Образование галогенангидридов карбоновых кислот. Гидроксил карбоксильной группы может быть замещён галогеном.

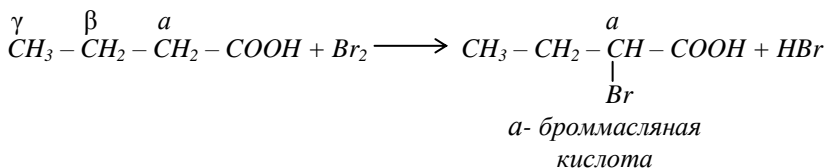


Образование сложных эфиров. Сложными эфирами называют производные карбоновых кислот, образовавшиеся в результате замещения гидроксильной группы в карбоксиле кислоты на остаток спирта  $-\text{OR}$ .



### 1.1.2.3. Реакции за счёт углеводородного радикала

Галогены могут замещать водород в углеводородных радикалах кислот, образуя галогенкарбоновые кислоты; при этом под влиянием карбоксильной группы наиболее легко замещаются атомы водорода в  $\alpha$ -положении к этой группе, т.е. при соседнем с карбоксилем углеродном атоме:



## 2. Экспериментальная часть

### Опыт 2.1. Растворимость в воде различных кислот

Три капли или несколько кристаллов каждой из исследуемых кислот взбалтайте в пробирке с 5 каплями воды. Если кислота не растворяется, пробирку нагрейте. Горячие растворы охладите и отметьте выделение кристаллов кислот, растворившихся лишь при нагревании.

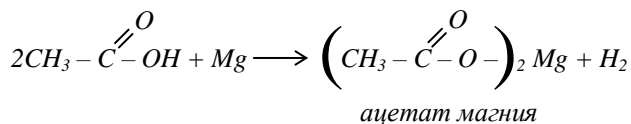
Для всех параллельных проб берите равные количества кислоты и растворителя.

### Опыт 2.2. Кислотные свойства карбоновых кислот

**2.2.1.** В три пробирки поместите по 1 капле раствора уксусной кислоты. В первую пробирку добавьте 1 каплю метилового оранжевого, во вторую – каплю лакмуса и в третью – каплю фенолфталеина. В пробирке с метиловым оранжевым появляется красное окрашивание, в пробирке с лакмусом – розовое. Фенолфталеин остаётся бесцветным.

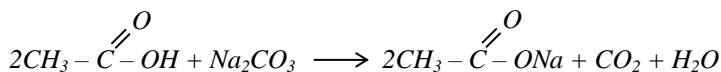
**2.2.2.** В пробирку поместите 2 капли раствора уксусной кислоты и добавьте немного магния. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. Наблюдается вспышка, сопровождающаяся резким звуком, характерным для вспышки смеси водорода и воздуха.

#### Химизм процесса:



**2.2.3.** В пробирку налейте 2–3 капли раствора уксусной кислоты и добавьте несколько крупинок карбоната натрия. К отверстию пробирки поднесите горящую лучинку. Лучинка гаснет.

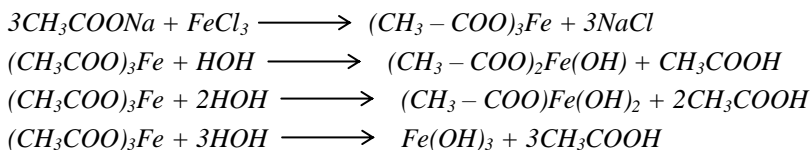
### Химизм процесса:



### 2.3. Образование и гидролиз ацетата железа

В пробирку поместите несколько кристалликов ацетата натрия, 3 капли воды и 2 капли раствора хлорида железа (III). Раствор окрасится в желтовато-красный цвет, в результате образования железной соли уксусной кислоты. Раствор нагрейте до кипения. Тотчас же выпадают хлопья основных солей красно-бурого цвета.

### Химизм процесса:

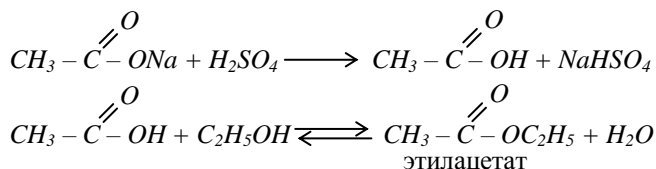


Уксусная кислота, как и большинство карбоновых кислот, – слабая кислота. Поэтому её соли легко гидролизуются с образованием основных солей и продуктов полного гидролиза.

### 2.4. Получение этилацетата

В сухую пробирку поместите немного порошка обезвоженного ацетата натрия (высота слоя должна быть 1–1,5 мм) и 3 капли этилового спирта. Добавьте 2 капли концентрированной серной кислоты и осторожно нагрейте над пламенем горелки. Появится характерный запах этилацетата.

### Химизм процесса:

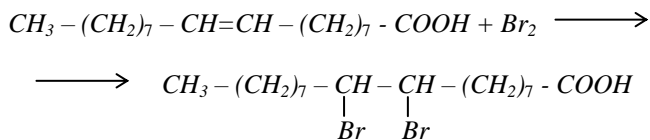


Важнейший способ получения сложных эфиров – взаимодействие карбоновых кислот со спиртами (реакция этерификации). В качестве катализаторов обычно применяют концентрированную серную кислоту.

## 2.5. Присоединение брома к олеиновой кислоте

В пробирку поместите 3–4 капли бромной воды, одну каплю олеиновой кислоты, энергично взбалтайте. Бромная вода обесцвечивается.

**Химизм процесса:**



### Контрольные вопросы

1. Какая группа называется карбоксильной?
2. Чем определяется основность карбоновых кислот?
3. Какие типы реакций характерны для карбоновых кислот? Приведите примеры.
4. Напишите структурные формулы изомерных кислот состава  $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$  и назовите их.
5. Напишите структурные формулы следующих соединений:  
а) 2,2 – диметилпропановая кислота; б) 2,4 – диметилпентановая кислота; в) 2 – метил – 2 – – пропеновая кислота.

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная**

- Грандберг И.И. Органическая химия М.: Дрофа, 2001.  
Иванов В.Г., Гева О.Н., Гаверова Ю.Г. Практикум по органической химии. М.: АСАДЕМА, 2000.  
Писаренко А.П., Хавин З.Я. Курс органической химии. М.: Высшая школа, 1975,1985.  
Потапов В.М., Татаринчик С.И. Органическая химия, М.: Химия, 1976.

### **Дополнительная**

- Левитина Т.П. Справочник по органической химии: Учебное пособие СПб.: Паритет, 2002.  
Некрасов В.В. Руководство к малому практикуму по органической химии. М.: Химия,1975.

# СОДЕРЖАНИЕ

КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ .....	1
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 .....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 .....	12
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 .....	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 .....	25
ЛИТЕРАТУРА .....	31

Учебное издание

Саверченко Ада Николаевна

## КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Лабораторный практикум  
по химии

Часть 2

В авторской редакции  
Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать 20.11.2003. Формат 60×84/16.  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,86.  
Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 200 экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса

690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41  
Отпечатано в типографии ВГУЭС  
690600, Владивосток, ул. Державина, 57



