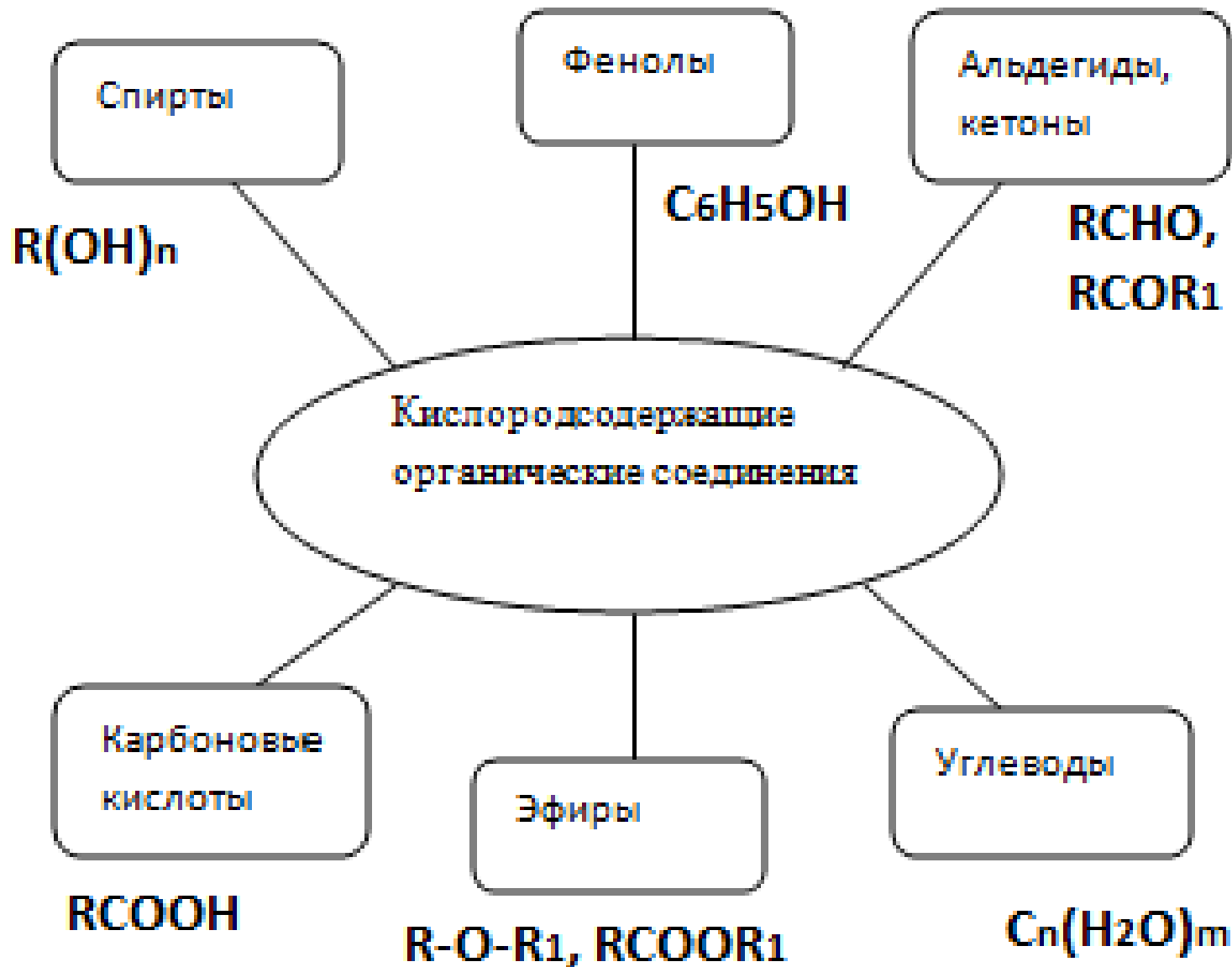
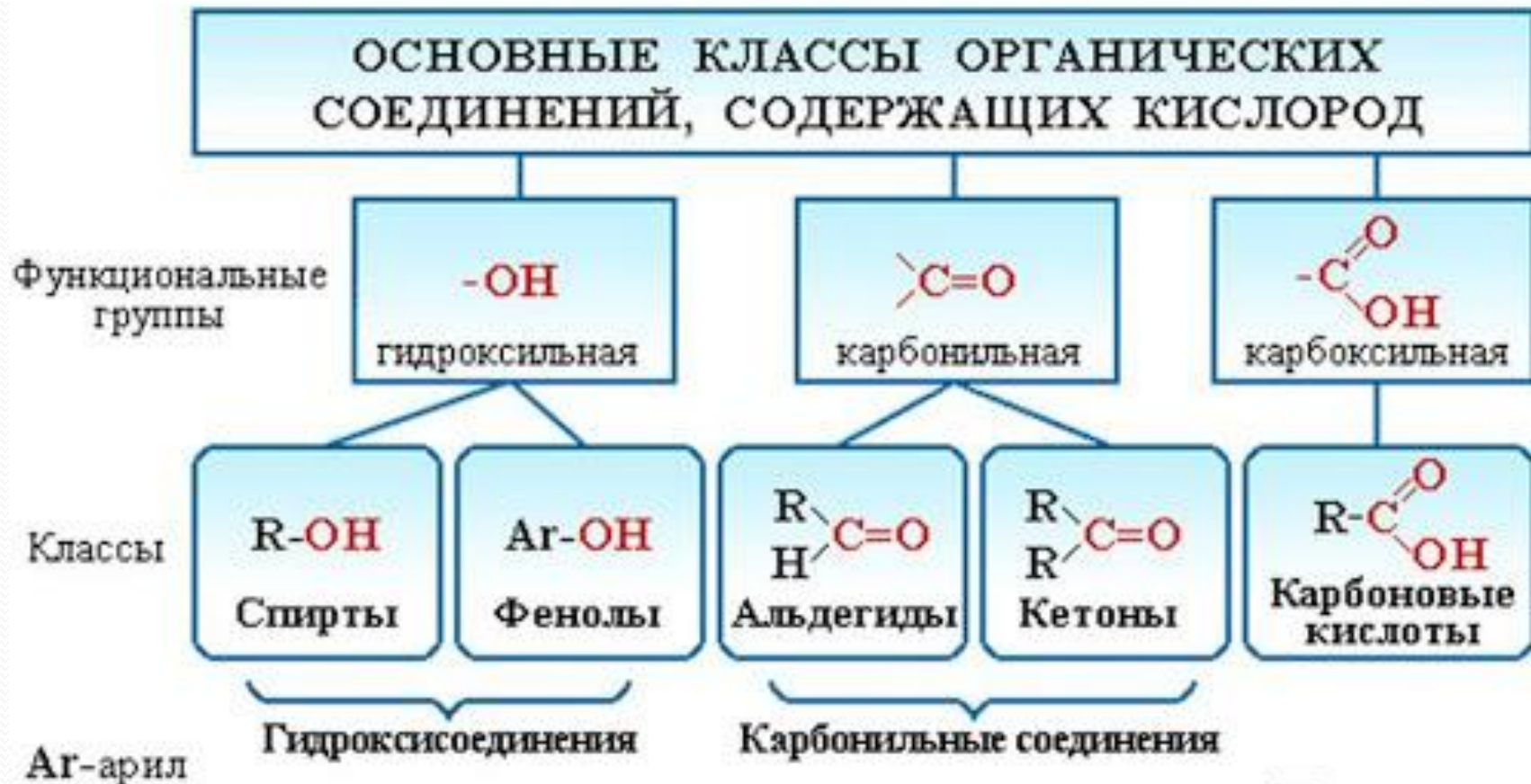


# *Лекция*

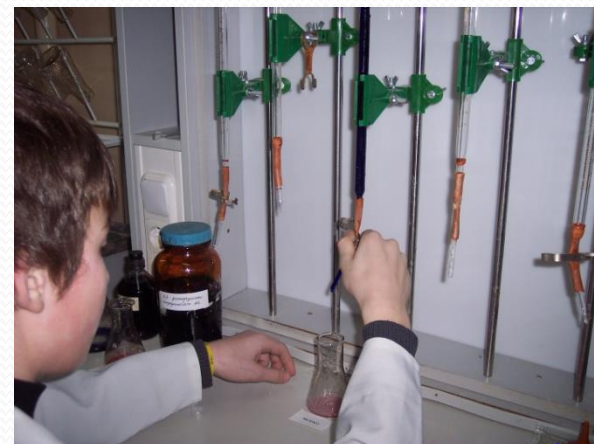
## **Общие закономерности строения и реакционной способности кислородсодержащих органических соединений**



# Классификация кислородсодержащих органических соединений



# Together with pupils gymnasium № 1 studied methods of determination of ascorbic acid in fruit, vegetables.



# Исследовательская работа «Адсорбирующие свойства активированного угля и «белой таблетки»»

выполнена в рамках  
проекта «Малая академия»  
на кафедре химии УО БГСХА  
в СНИЛ «Спектр» (2015 г.)



В 2016 г. на кафедре химии УО БГСХА  
в СНИЛ «Спектр»

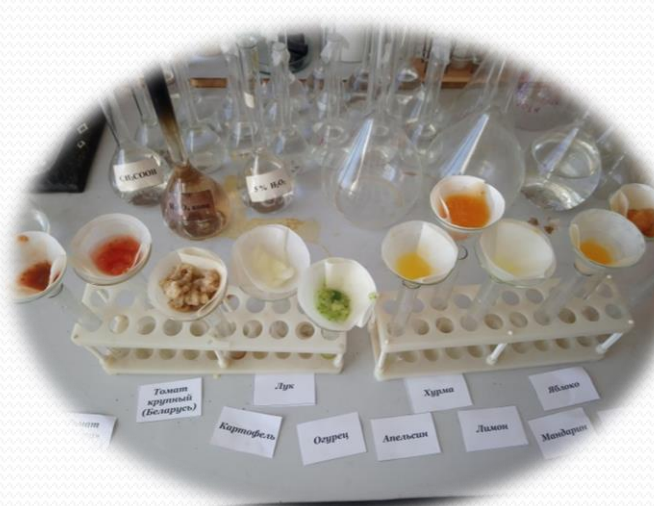
выполнена исследовательская работа *«Биологические аспекты и количественное определение биофлавоноида – витамина Р»*



**В 2017 г. на кафедре химии УО  
БГСХА  
в СНИЛ «Спектр»  
выполнена исследовательская  
работа «Биологические аспекты и  
диастазная активность меда»**



В 2018 г. на кафедре химии УО БГСХА  
в СНИЛ «Спектр»  
выполнена исследовательская работа  
**«Анализ углеводов  
и определение содержания сахаров  
в растительной продукции»**



# THE CHEMISTRY OF COW'S MILK

## MILK'S COMPOSITION

Milk is an emulsion of fat in water. It is also a colloidal suspension of proteins. Other compounds, including lactose and minerals, are fully dissolved in the solution.



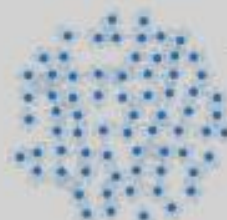
## FATS IN MILK

Droplets of fat in milk have an average size of 3–4 micrometres. They consist mainly of triglycerides, and also contain fat-soluble vitamins.



## WHY IS MILK WHITE?

Milk contains hundreds of types of protein, of which casein is the main type. The milk proteins form micelles. These micelles scatter light, causing milk to appear white.



## CASEIN MICELLES

There are several models of casein micelle structure. This diagram shows the supramolecular structure.

- CASEIN PROTEINS
- CALCIUM PHOSPHATE CLUSTER

## LACTOSE & MILK

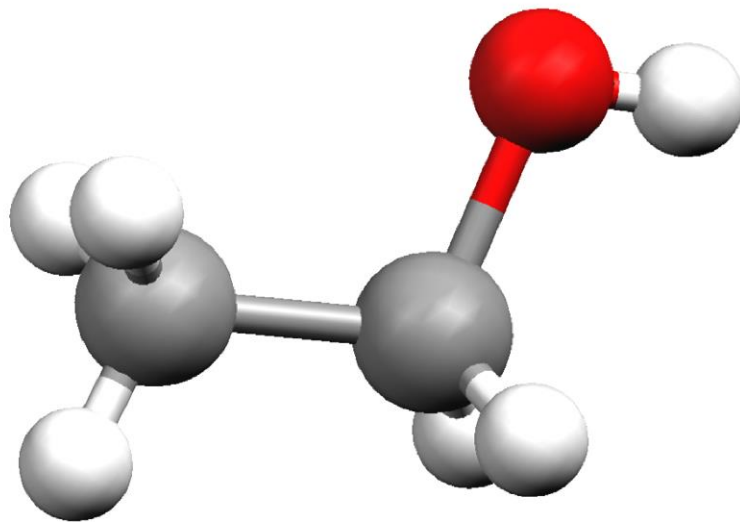
Lactose is a sugar found in milk. People who are lactose intolerant are unable to digest it. Lactose can be fermented by microorganisms to form lactic acid, causing the milk to sour.



# План:

1. Классификация.
2. Методы получения.
3. Химические свойства.
4. Особенности.
5. Применение.

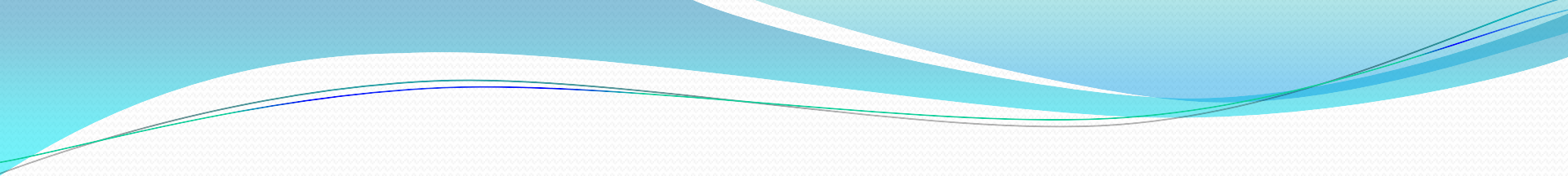
# *Спирты*



# Спирты –

это органические соединения, в молекулах которых одна или несколько групп —ОН соединены с углеводородным радикалом.





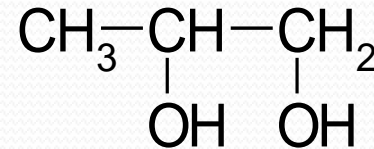
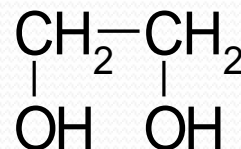
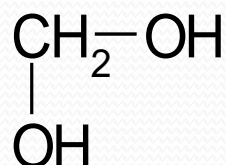
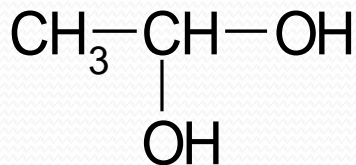
# **1.Классификация, номенклатура, изомерия**

# 1. Классификация спиртов по количеству гидроксильных групп

## 1) Одноатомные спирты (моноолы)



## 2) Двухатомные спирты (дио́лы)



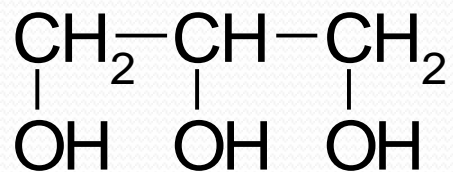
этандиол-1,1

метандиол

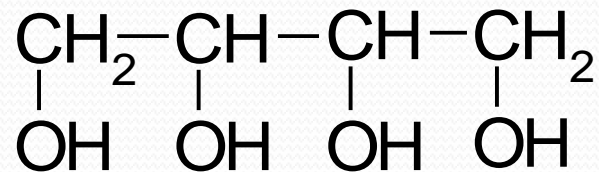
этандиол-1,2  
(этиленгликоль)

пропандиол-1,2  
(пропиленгликоль)

### 3) Многоатомные спирты

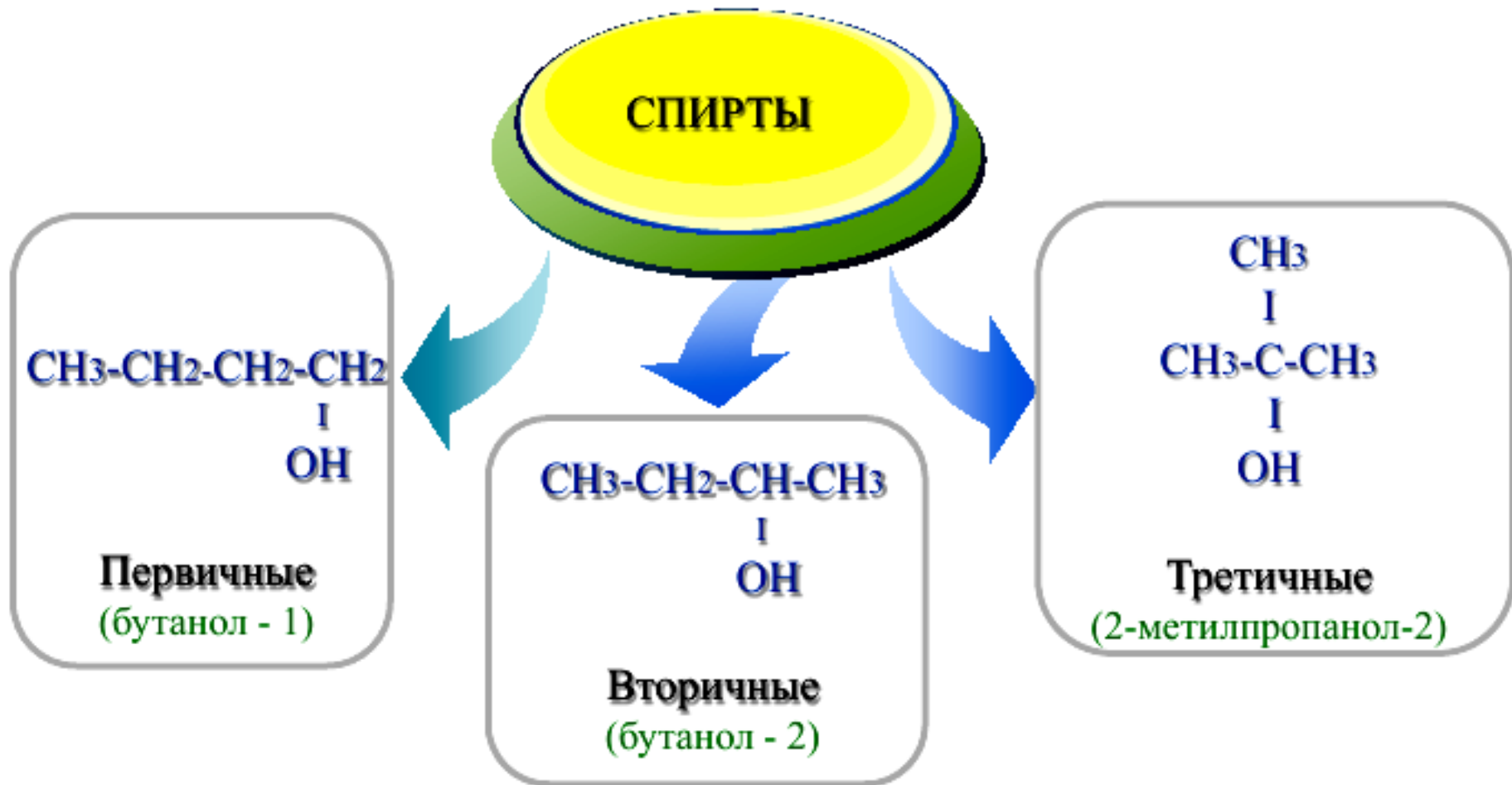


пропантриол-1,2,3  
(глицерин)



бутантетраол-1,2,3,4  
(эритрит)

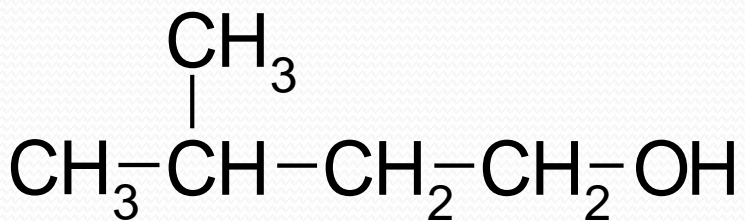
## 2. Классификация по типу спиртового атома углерода



# Номенклатура

формула	тривиальное название	радикально-функциональное название	название по ИЮПАК
$\text{CH}_3\text{-OH}$	древесный спирт	метиловый спирт	метанол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	винный спирт	этиловый спирт	этанол
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	-	пропиловый спирт	пропанол-1
$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	-	изопропиловый спирт	пропанол-2

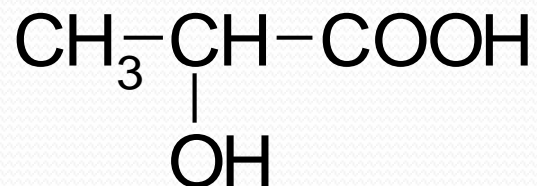
# Номенклатура



3-метилбутанол-1



бутен-3-ол-1



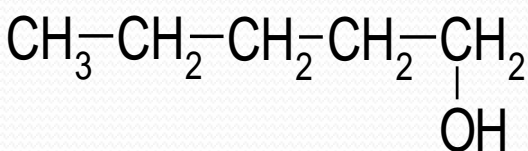
2-гидроксипропановая кислота

2-оксипропановая кислота

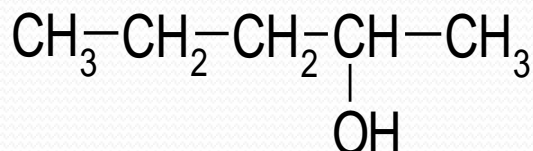
# Изомерия

## Структурная изомерия

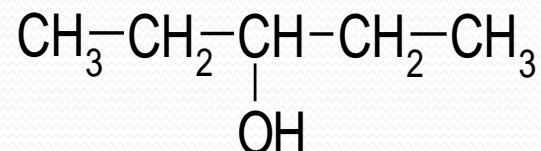
### 1. Изомерия положения заместителей



пентанол-1



пентанол-2

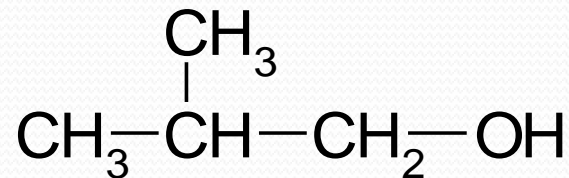


пентанол-3

### 2. Изомерия углеродного скелета



бутанол-1



2-метилпропанол-1

# Изомерия

## Структурная изомерия

### 3. Межклассовая изомерия



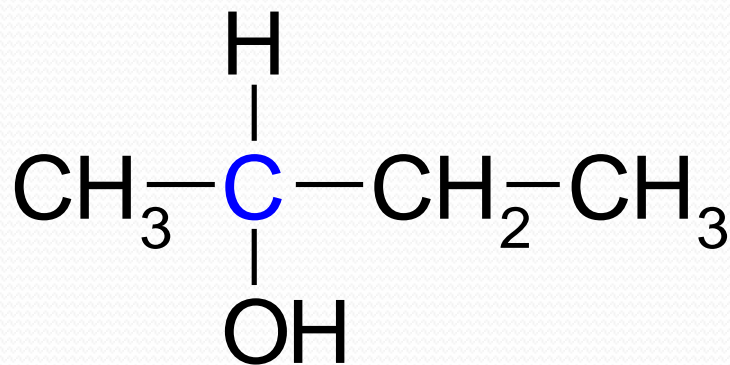
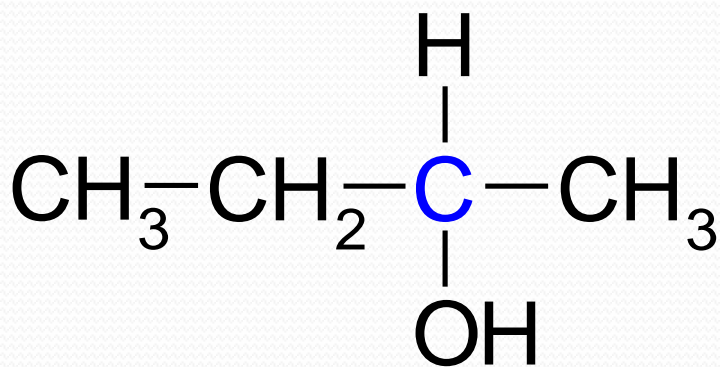
этанол



диметиловый эфир

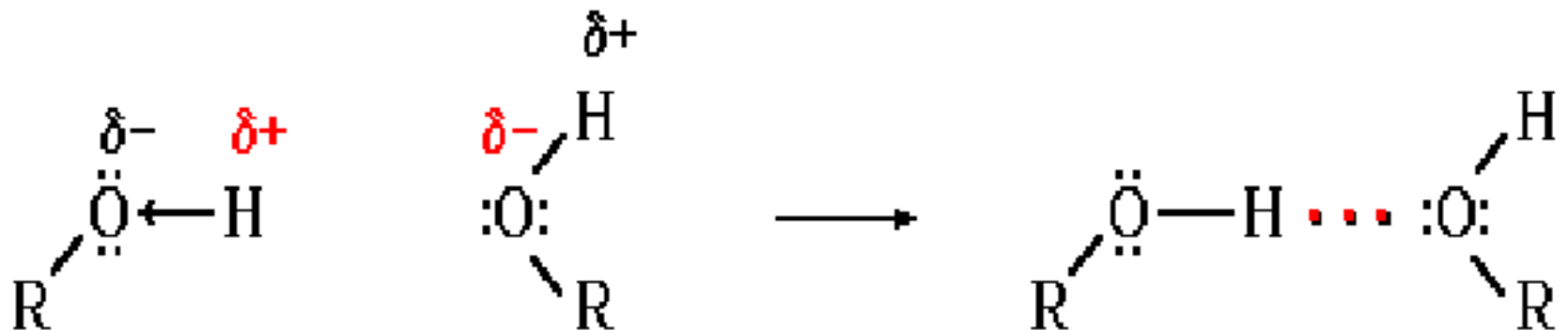
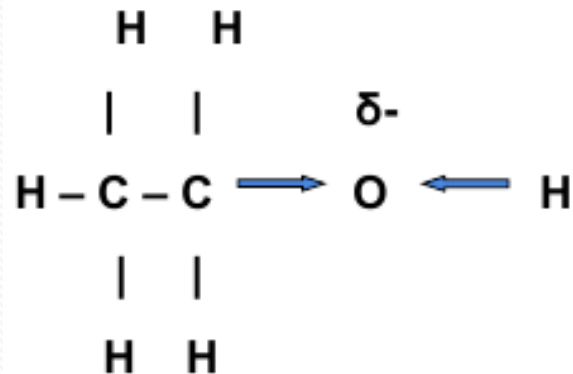
# Изомерия

## Пространственная изомерия



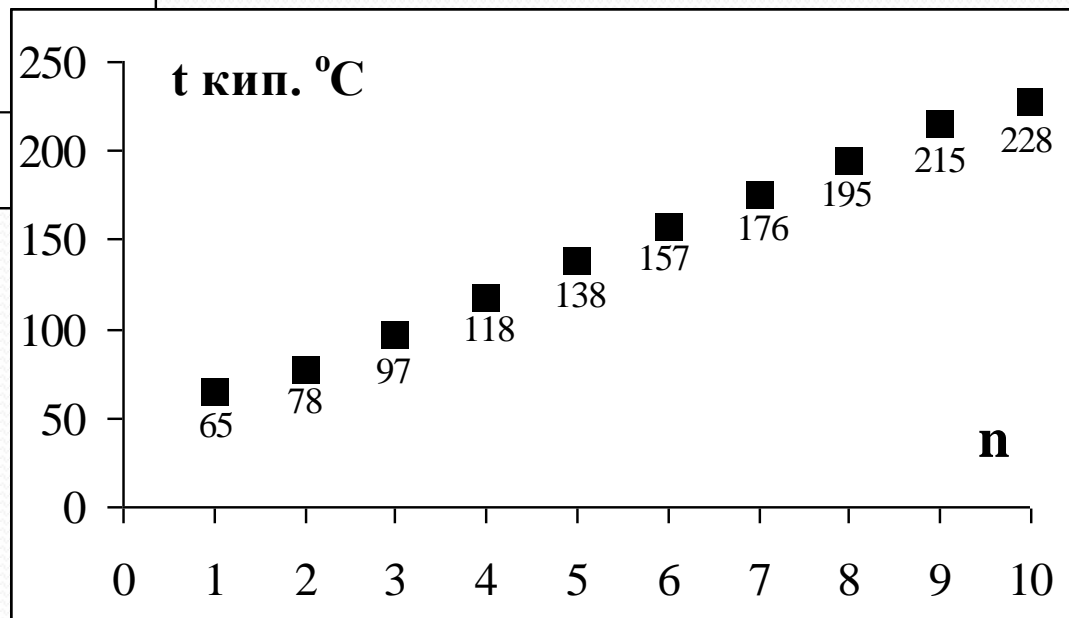
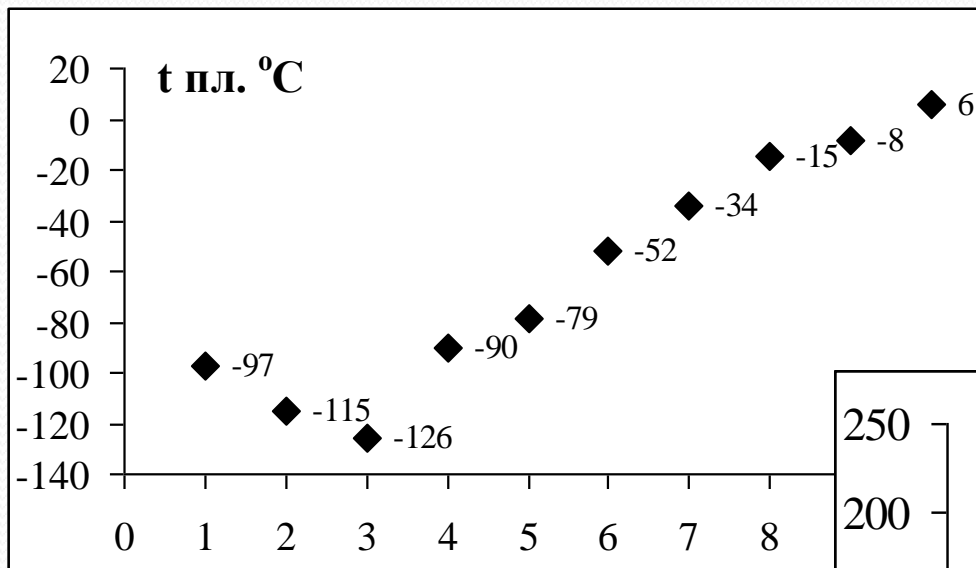
# Физические и биологические свойства

• Гидроксигруппа является сильно полярной группой, поэтому низшие спирты растворяются в воде неограниченно: метанол, этанол, пропанол смешиваются с водой во всех отношениях.



# Физические и биологические свойства

•С увеличением количества атомов углерода спирты всё более начинают напоминать углеводороды.





## **2. Методы получения спиртов**

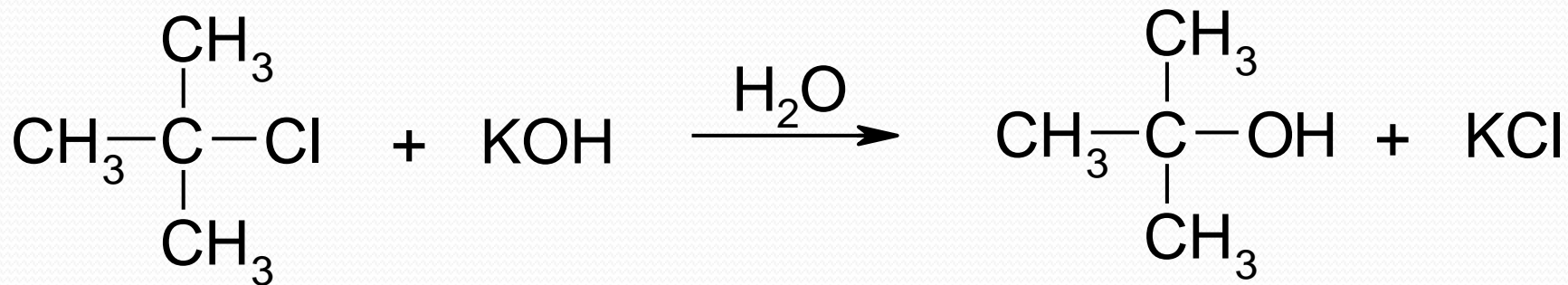
# 1. Гидратация алкенов



этилен

этанол (этиловый спирт)

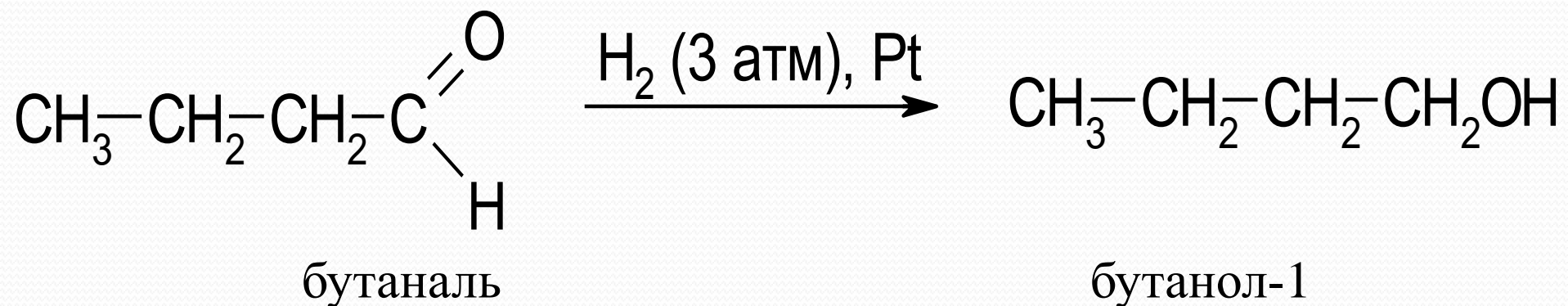
# 2. Гидролиз алкилгалогенидов



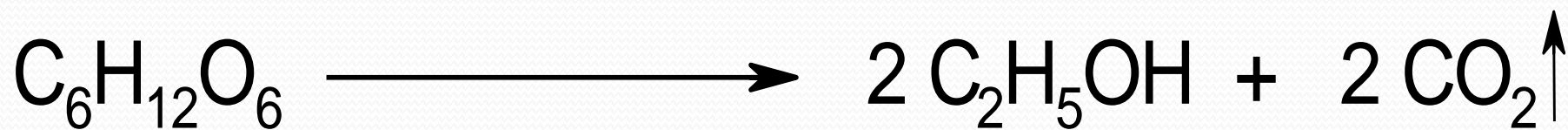
2-метил-2-хлорпропан

2-метилпропанол-2

### 3. Восстановление альдегидов и кетонов

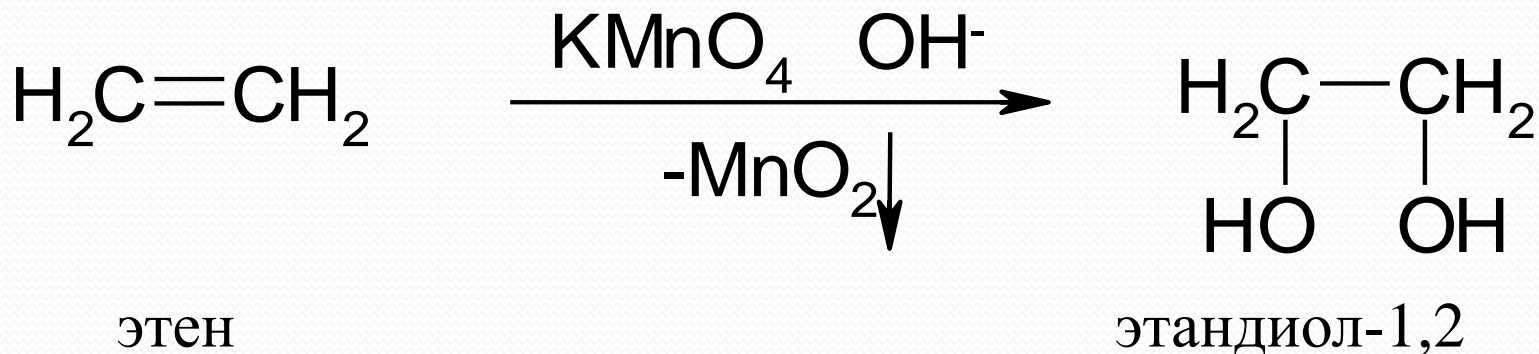


### 4. Брожение

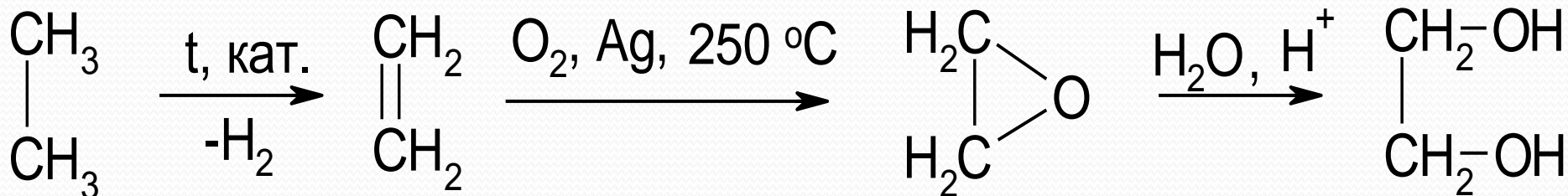


## 5. Получение диолов

### Реакция Вагнера



### Реакция Прилежаева



этан

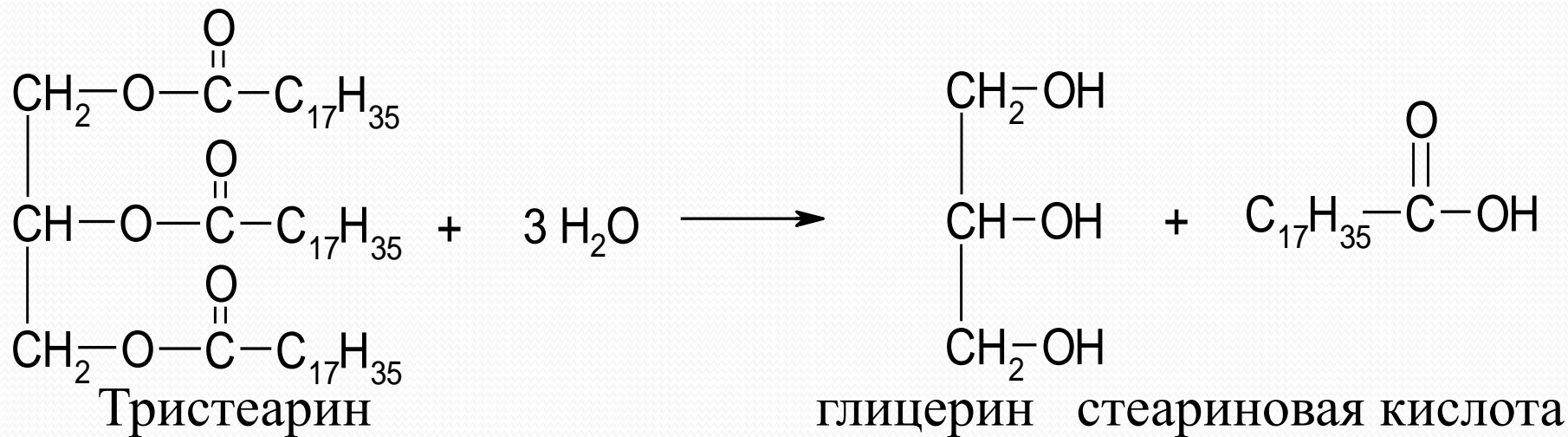
этилен

этиленоксид

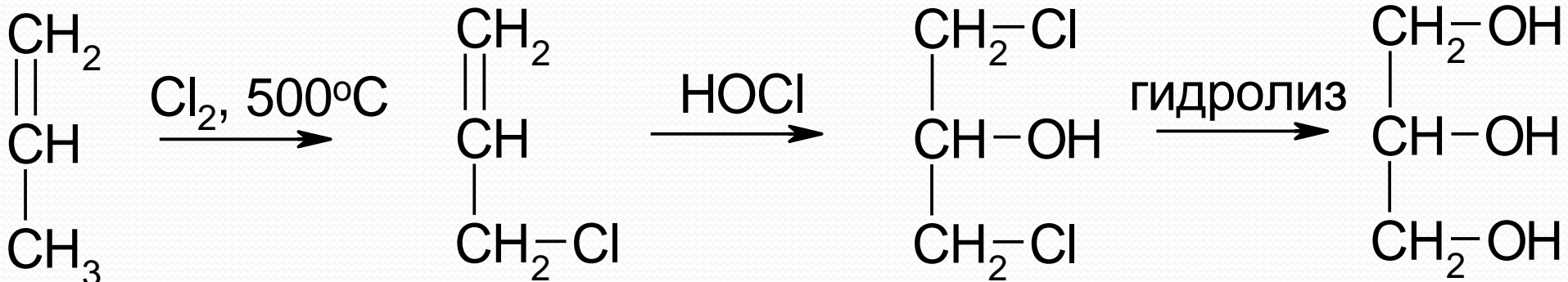
этиленгликоль

## 6. Получение триолов (глицерина)

### Гидролиз жиров



### Из пропилена

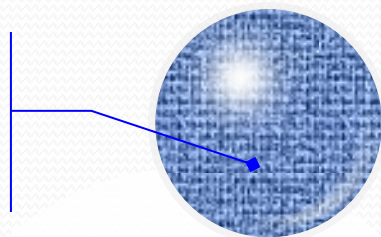




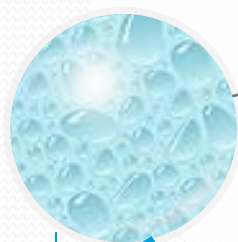
# **3. Химические свойства**

# Для алканолов характерно 3 типа реакций:

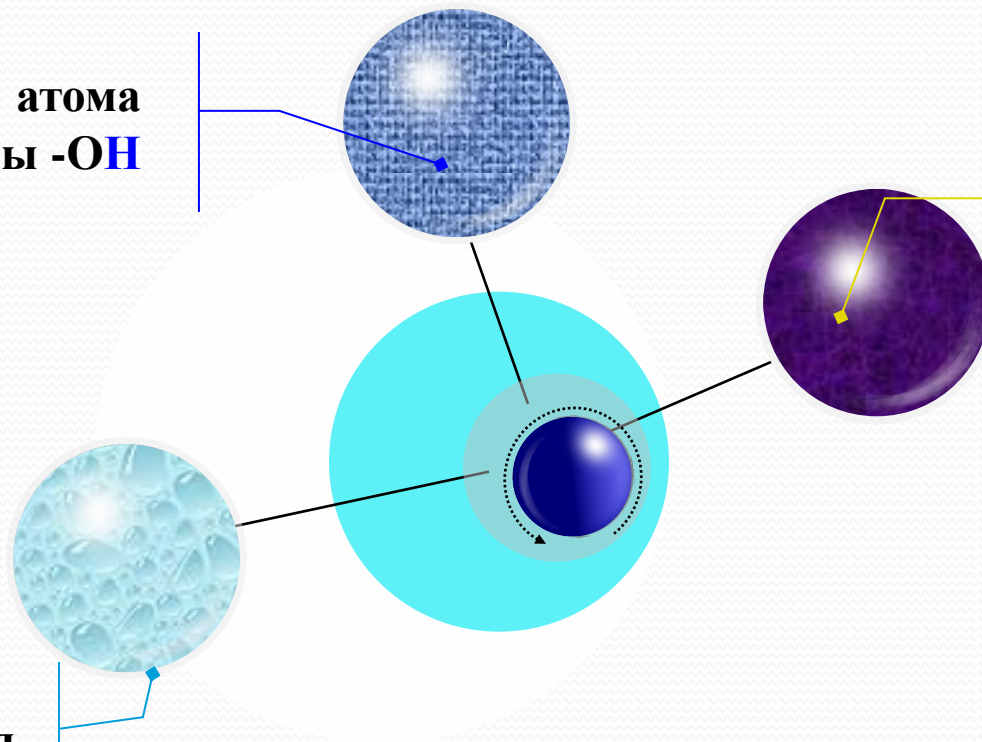
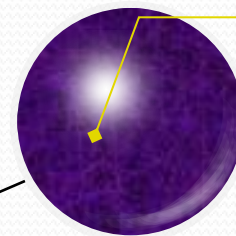
1. Реакция замещения атома водорода группы **-OH**



2. Реакция замещения группы **-OH**

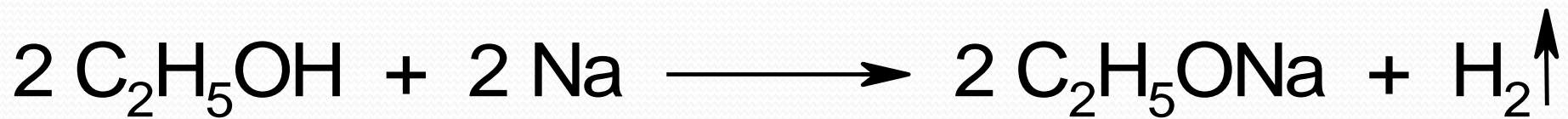


3. Реакции окисления

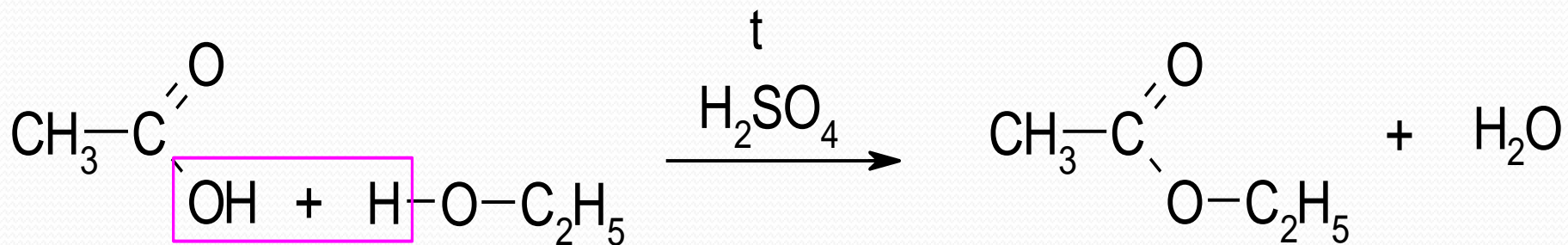


# 1. Реакция замещения атома водорода группы -ОН

1. С натрием и калием – образование алкоголятов



2. Образование сложных эфиров – реакция этерификации



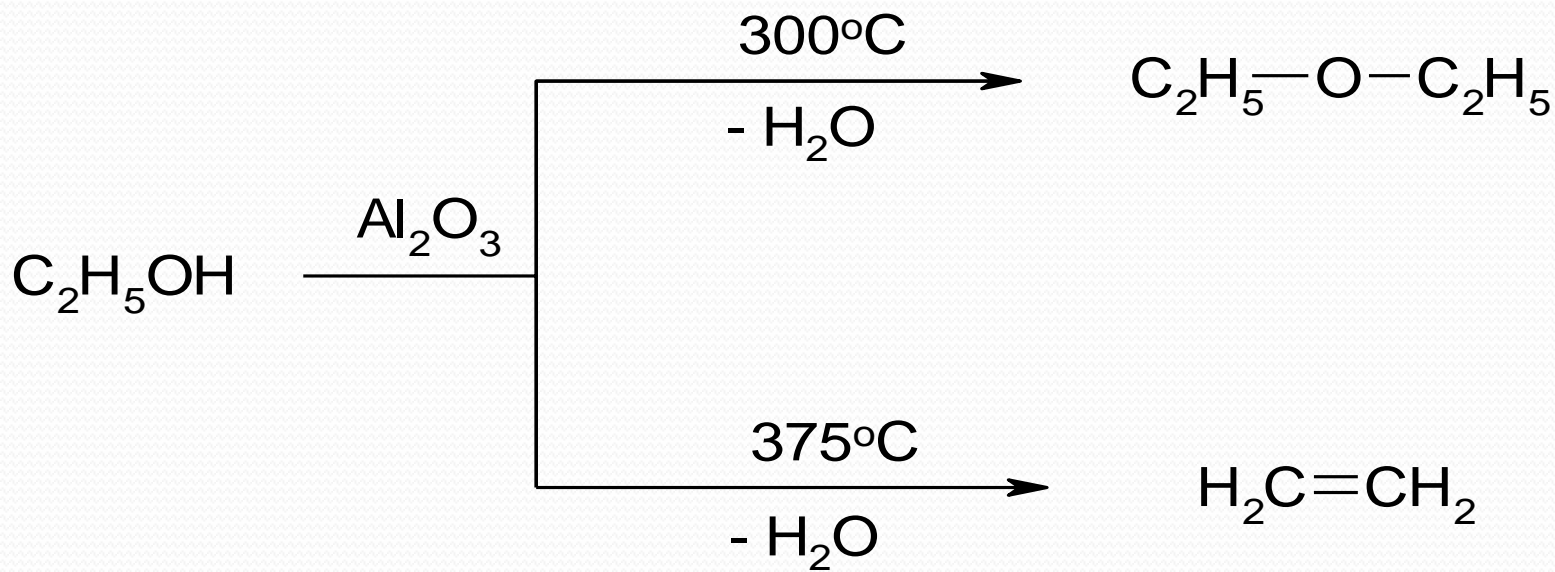
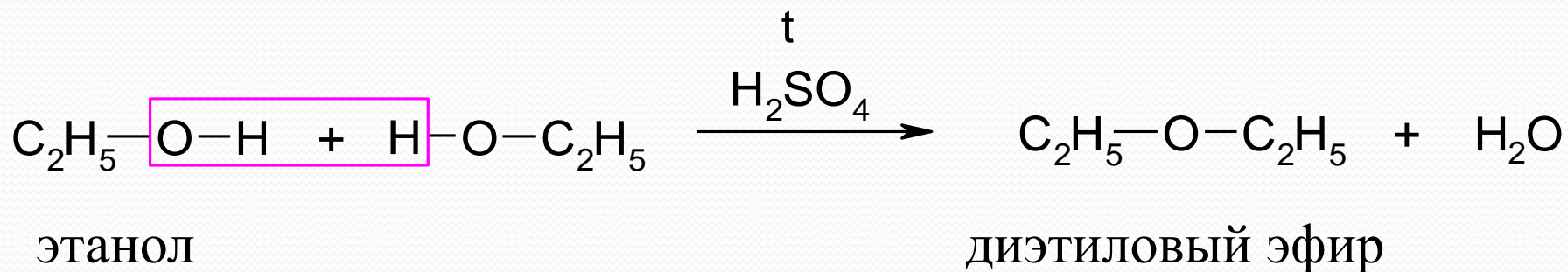
уксусная кислота

этанол

этилацетат

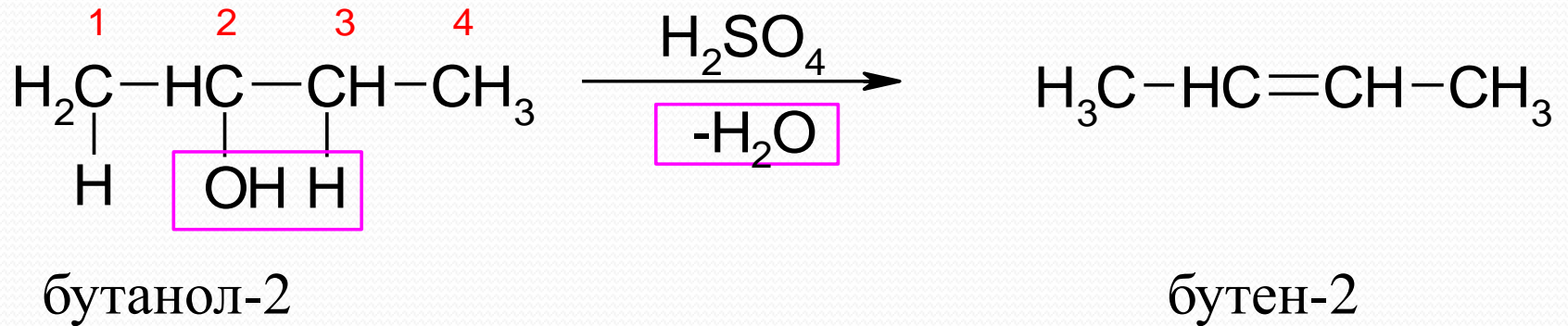
# 1. Реакция замещения атома водорода группы -ОН

## 3. Образование простых эфиров



## 2. Реакция замещения группы -ОН

### 1. Внутримолекулярная дегидратация

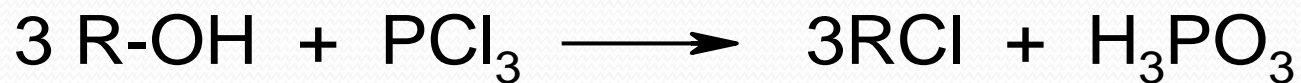
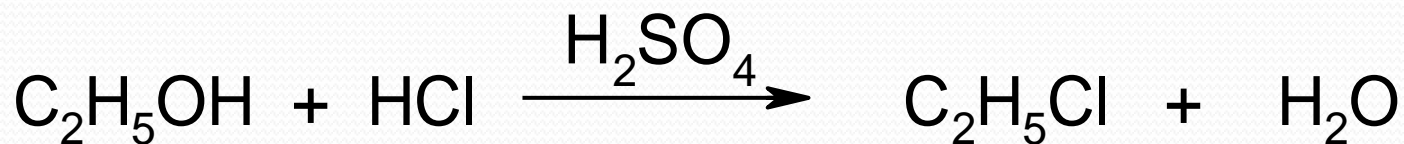


### Правило Зайцева:

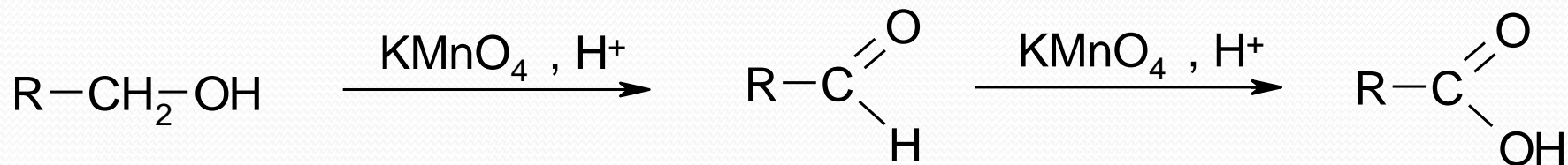
Отщепление атома водорода происходит от наименее гидрогенизированного атома углерода.

## 2. Реакция замещения группы -ОН

### 2. Образование галогенопроизводных



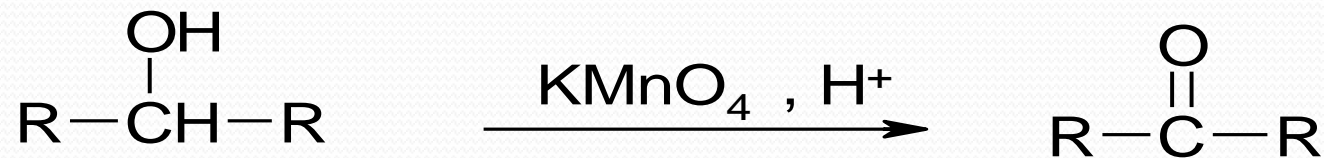
### 3. Реакции окисления



первичный спирт

альдегид

карбоновая кислота

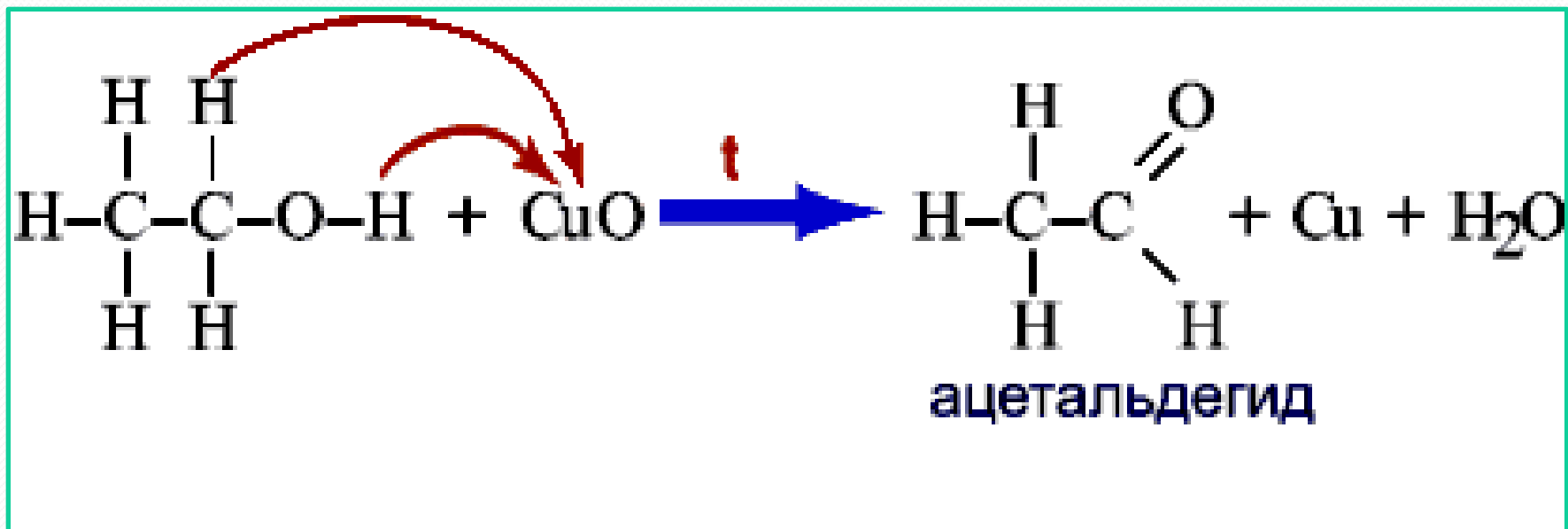


вторичный спирт

кетон

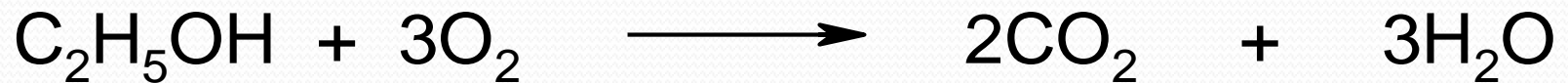
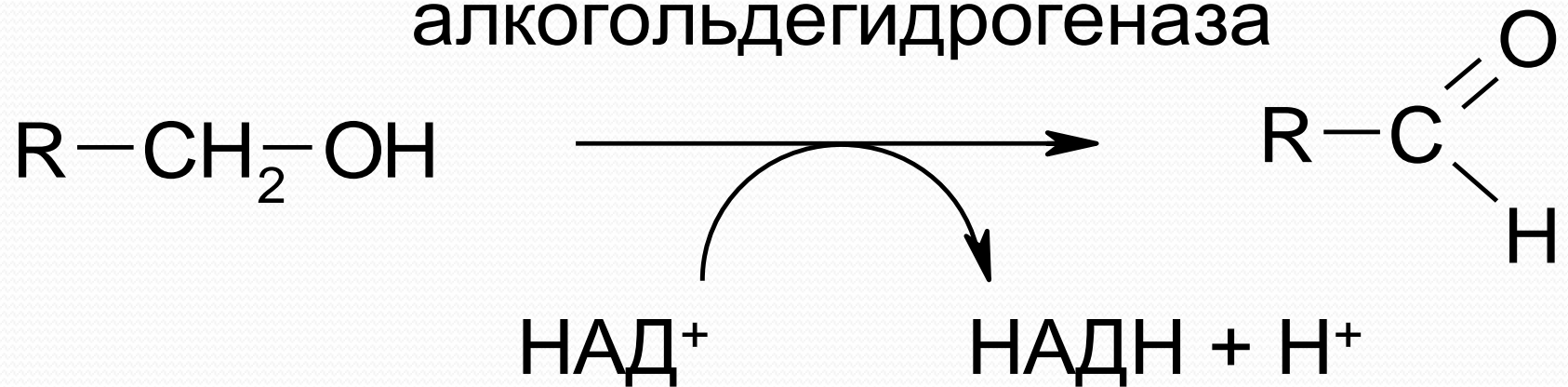
Третичные спирты окисляются в жёстких условиях с разрывом связи С-С с образованием кислот и кетонов.

### 3. Реакции окисления



### 3. Реакции окисления

алкогольдегидрогеназа

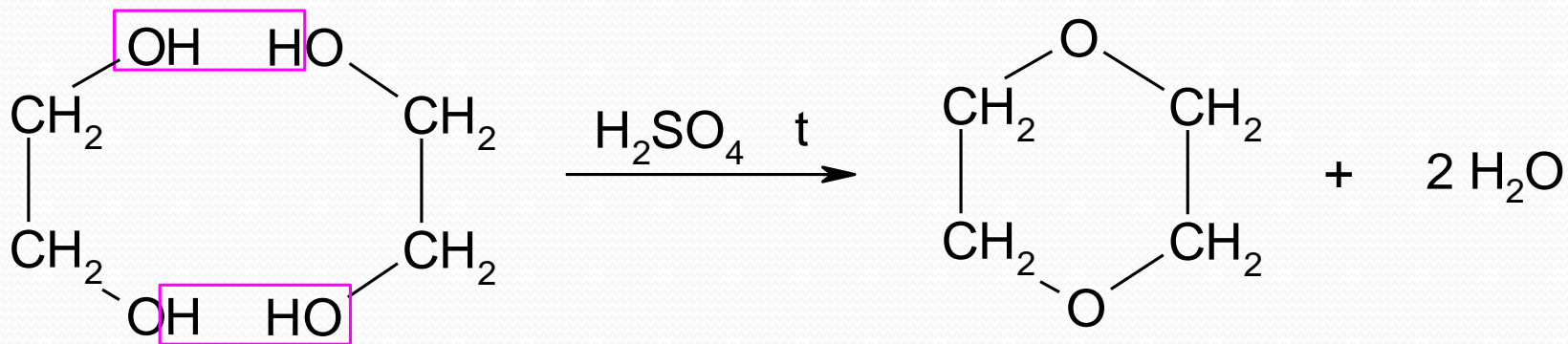






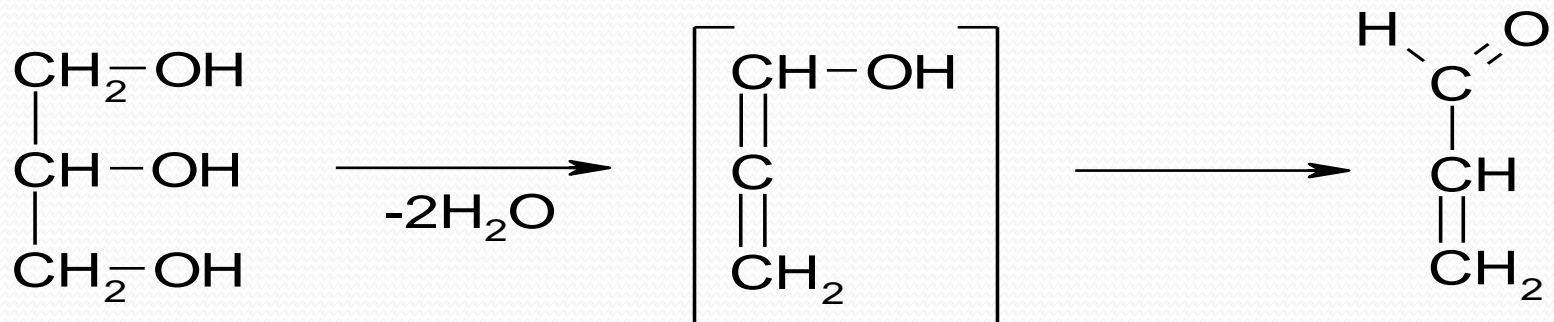
# 4. Особенности многоатомных спиртов

## 4. Дегидратация.



ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

ДИОКСАН



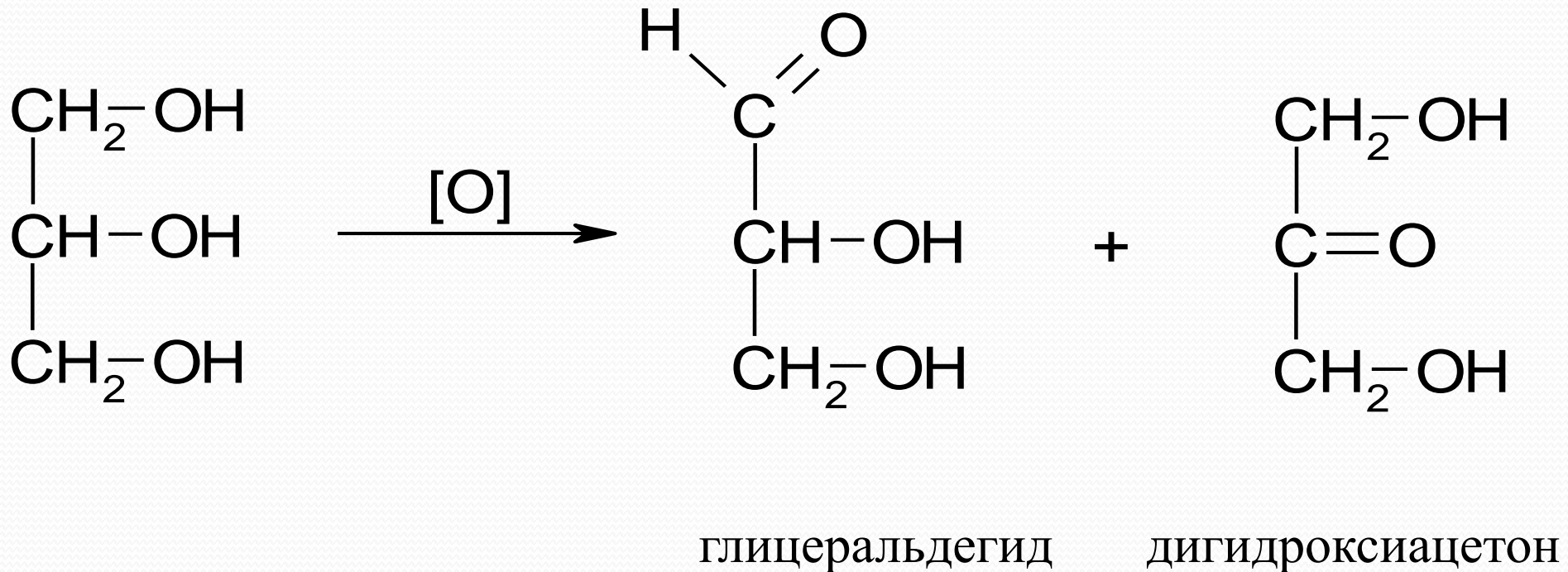
глицерин

пропадиенол

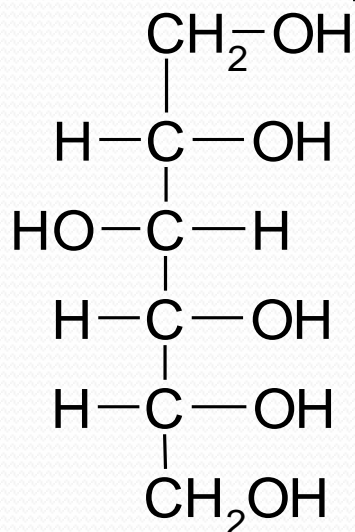
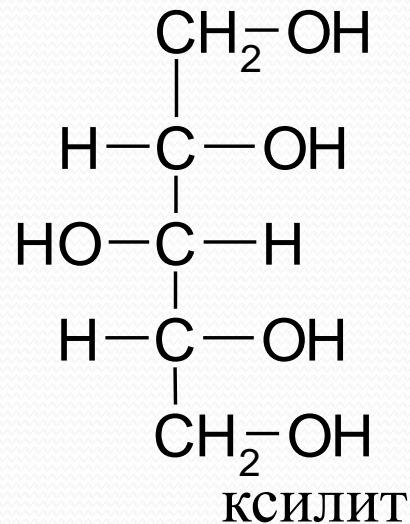
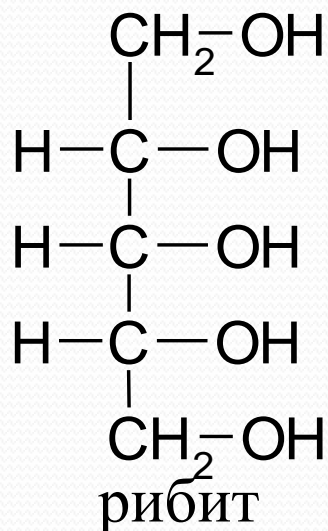
акролеин

# 4. Особенности многоатомных спиртов

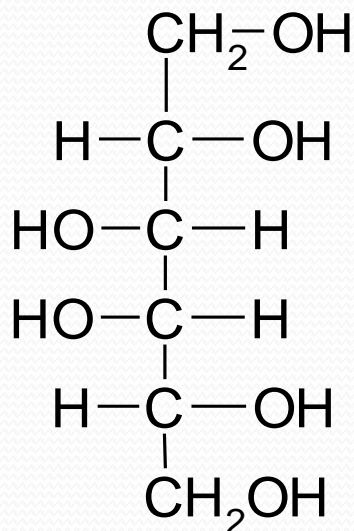
## 5. Окисление.



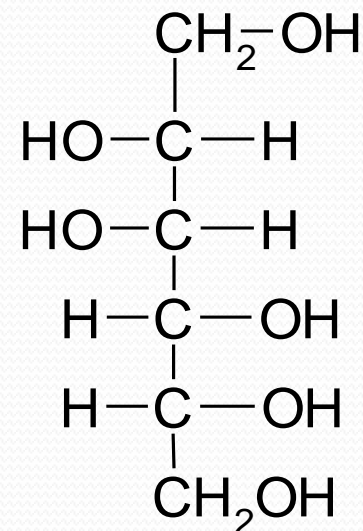
# Многоатомные спирты в природе



D-сорбит (D-глюцит)

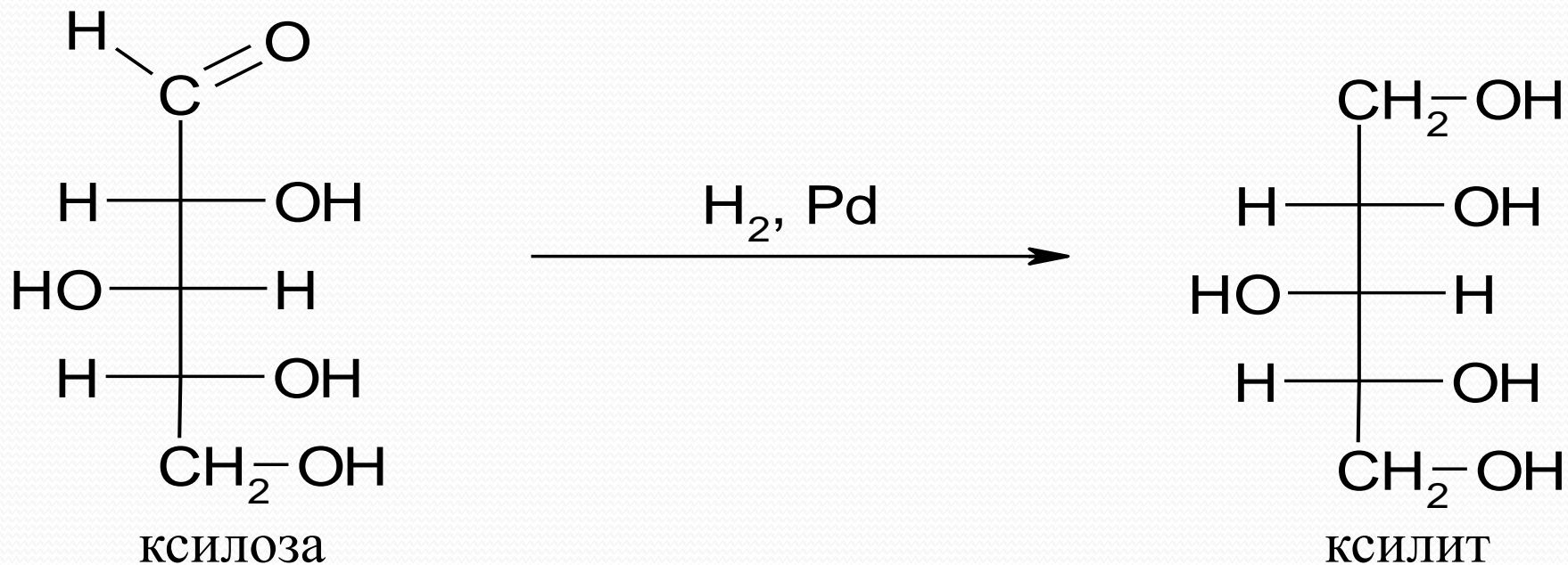


дульцит



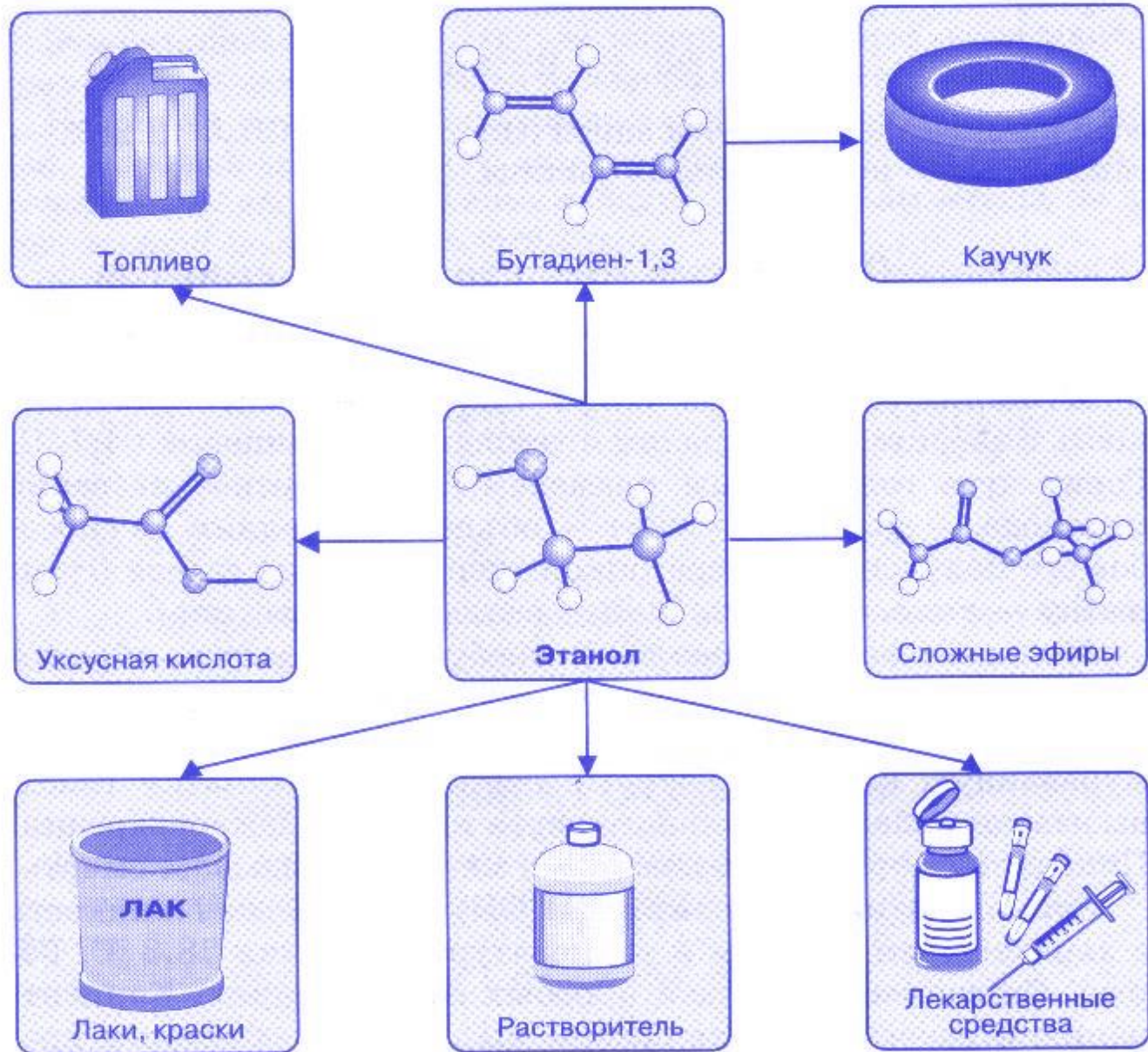
D-маннит

# Многоатомные спирты в природе



Сорбит содержится в плодах рябины (лат. sorbus – рябина),  
Маннит – в так называемой манне – застывшем соке ясеня  
Дульцит – содержится в мадагаскарской манне.

# 5. Применение.

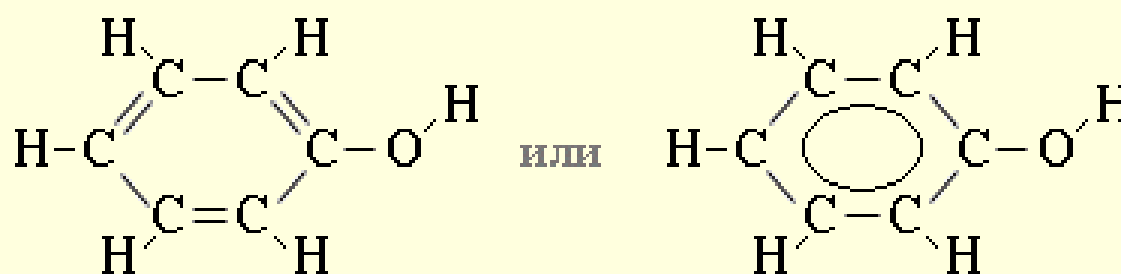


# 5. Применение.

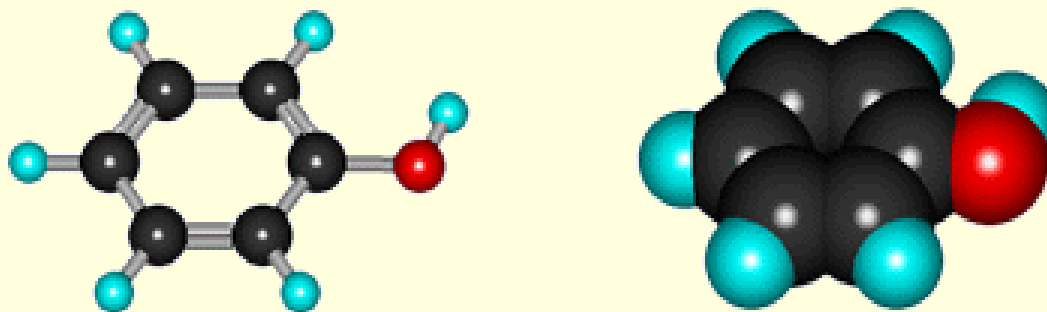
Спирт	Преобладающее направление использования	Прочие значимые направления использования
метиловый спирт	1. Синтез формальдегида.	2. Синтез простых эфиров — оксигенирующих компонентов бензина (2-метокси-2-метилбутан и 2-метокси-2-метилпропан). 3. Синтез уксусной кислоты и уксусного ангидрида. 4. Прямое использование в качестве топлива.
этиловый спирт	1. Прямое использование в качестве топлива.	2. В качестве растворителя. 3. Синтез органических соединений.
пропиловый спирт	1. В качестве растворителя.	2. Органический синтез.
изопропиловый спирт	1. В качестве растворителя.	2. Синтез ацетона и его производных. 3. Синтез изопропиловых эфиров.
n-бутиловый спирт	1. Синтез бутиловых эфиров, используемых в качестве растворителей и пластификаторов.	2. В качестве растворителя. 3. Прямое использование в качестве топлива.
высшие жирные спирты	1. Синтез пластификаторов, смазочных масел, присадок и синтетических моющих средств.	—
циклогексанол	1. Полупродукт в синтезе нейлона.	—
этиленгликоль	1. Производство полиэфирных волокон, смол и плёнок.	2. Производство антифризов.
пропиленгликоль	1. Производство ненасыщенных полиэфирных смол.	2. Производство антифризов для авиации и пищевой промышленности.
глицерин	1. В парфюмерно-косметической промышленности как компонент средств личного ухода и ухода за полостью рта.	2. Производство напитков и продуктов питания. 3. В фармацевтической промышленности.

# Фенолы

ФЕНОЛ  $C_6H_5OH$



Структурные формулы

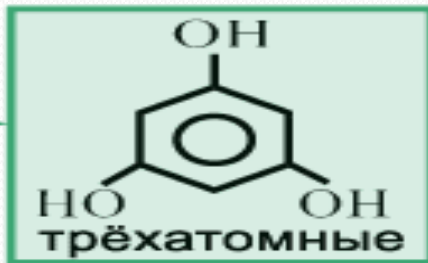
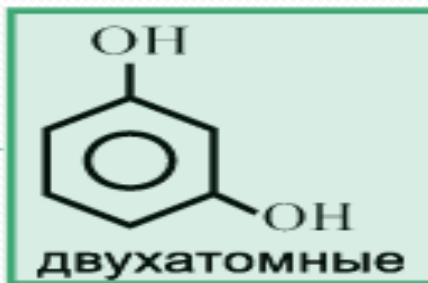
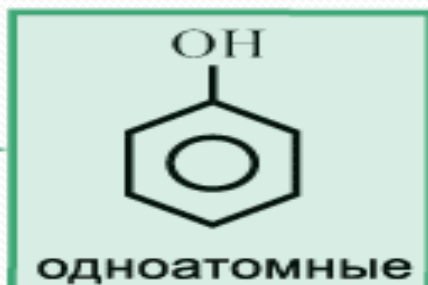


Молекулярные модели

***Фенолы*** – органические вещества, молекулы которых содержат радикал фенил, связанный с одной или несколькими гидроксогруппами.

# Классификация фенолов

Классификация фенолов по количеству гидроксильных групп



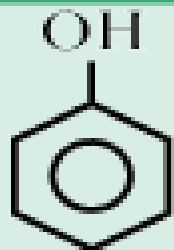
➤ Фенолы классифицируют по атомности, т.е. по количеству гидроксильных групп.

➤ Одноатомные фенолы содержат в молекуле одну гидроксильную группу (фенол)

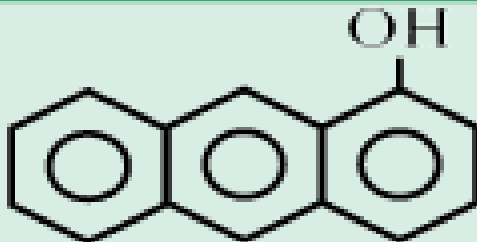
➤ Двухатомные фенолы содержат две гидроксильные группы  
➤ (1,3-дигидроксибензол, *мета*-дигидроксибензол, резорцин)

➤ Трёхатомные фенолы содержат три гидроксильные группы

Классификация  
фенолов  
по количеству  
бензольных колец



моноядерные

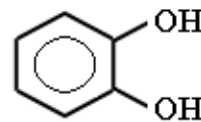


многоядерные

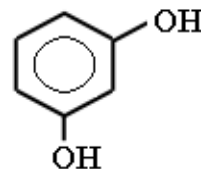
- По количеству бензольных колец фенолы бывают *моноядерные* и *многоядерные*

# Номенклатура

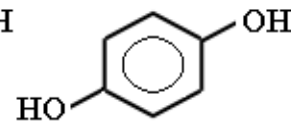
- При составлении названия фенолов нумерация атомов углерода в бензольном ядре начинается с атома непосредственно связанного с гидроксильной группой.



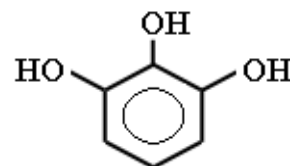
Пирокатехин  
(1,2-дигидрокси-  
бензол)



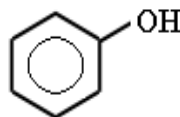
Резорцин  
(1,3-дигидрокси-  
бензол)



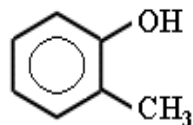
Гидрохинон  
(1,4-дигидрокси-  
бензол)



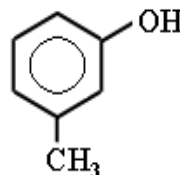
Пирогаллол  
(1,2,3-тригидроксибензол)



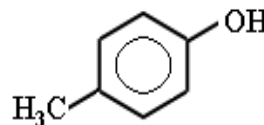
Фенол



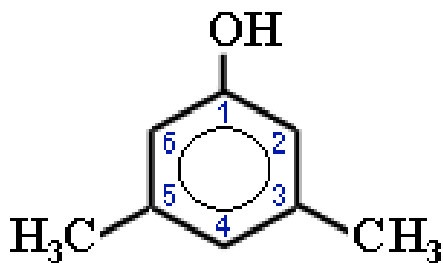
*орто*-Крезол  
(1-гидрокси-  
2-метилбензол)



*мета*-Крезол  
(1-гидрокси-  
3-метилбензол)

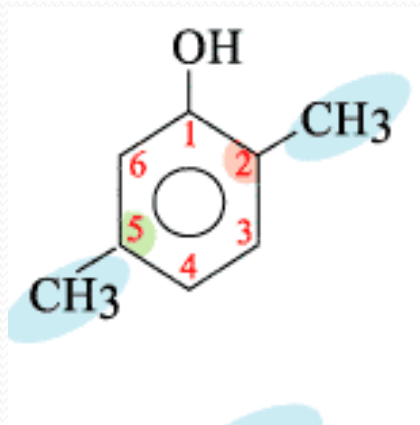


*пара*-Крезол  
(1-гидрокси-  
4-метилбензол)

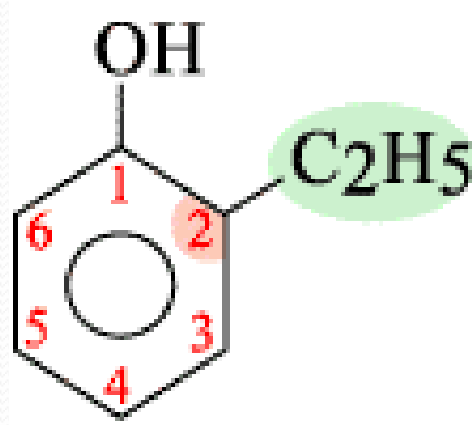


3,5-диметилфенол

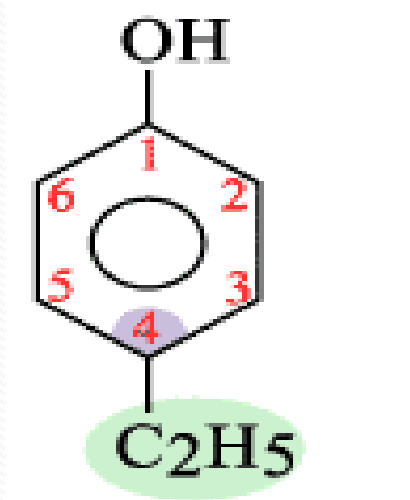
1.



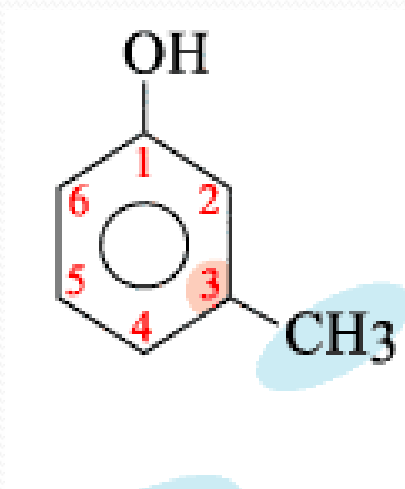
2.



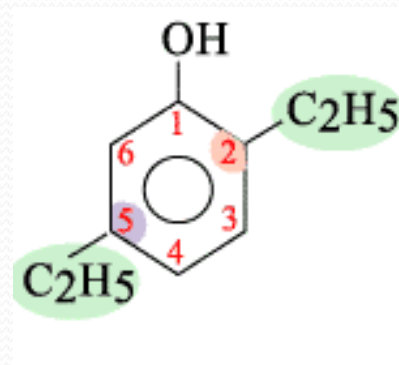
3.



4.

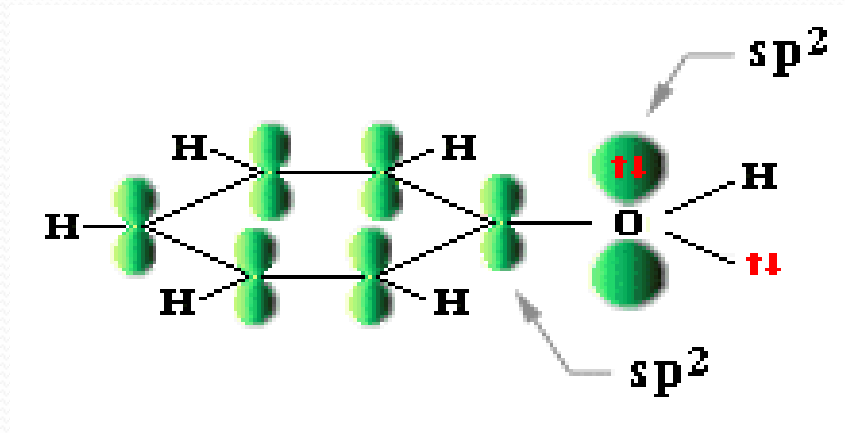
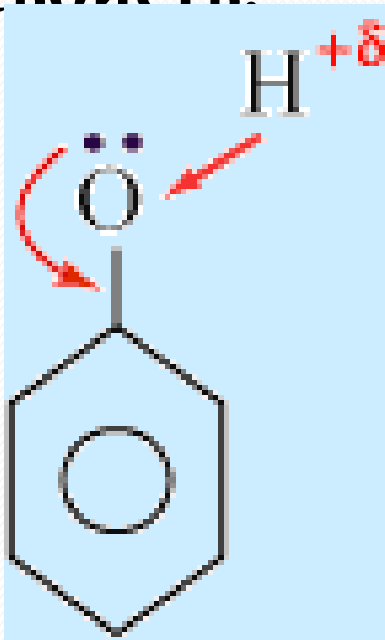


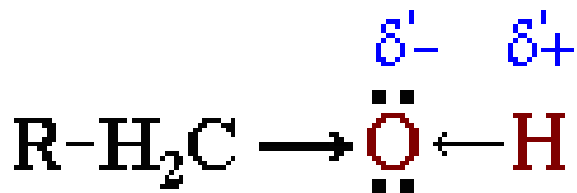
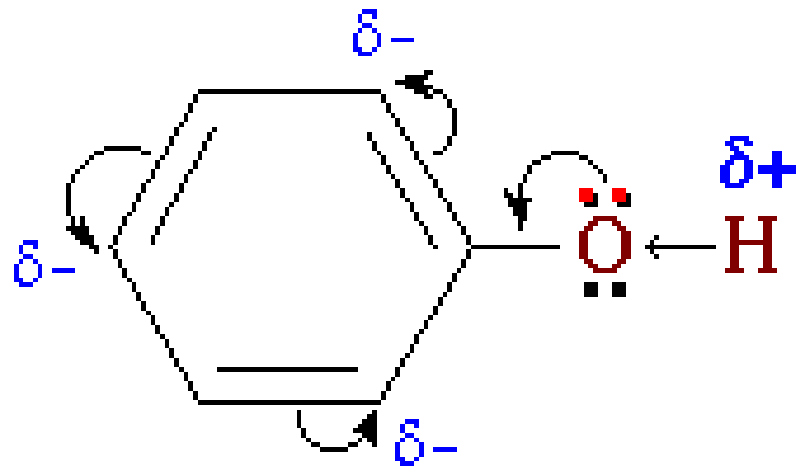
5.



# Строение молекулы фенола

- Гидроксогруппа и бензольное кольцо оказывают друг на друга взаимное влияние, приводя к трансформации их химических свойств.





$$\delta+ > \delta'+$$

Суть влияния заключается в том, что неразделённая пара электронов кислорода гидроксигруппы вступает в сопряжение с  $\pi$ -электронами бензольного кольца.

**Фенол ядовит!** При попадании на кожу вызывает ожоги поэтому с фенолом необходимо обращаться осторожно!



# **Получение фенола**

- 1. Фенол выделяют из каменноугольной смолы.**
- 2. Синтез фенола из бензола**

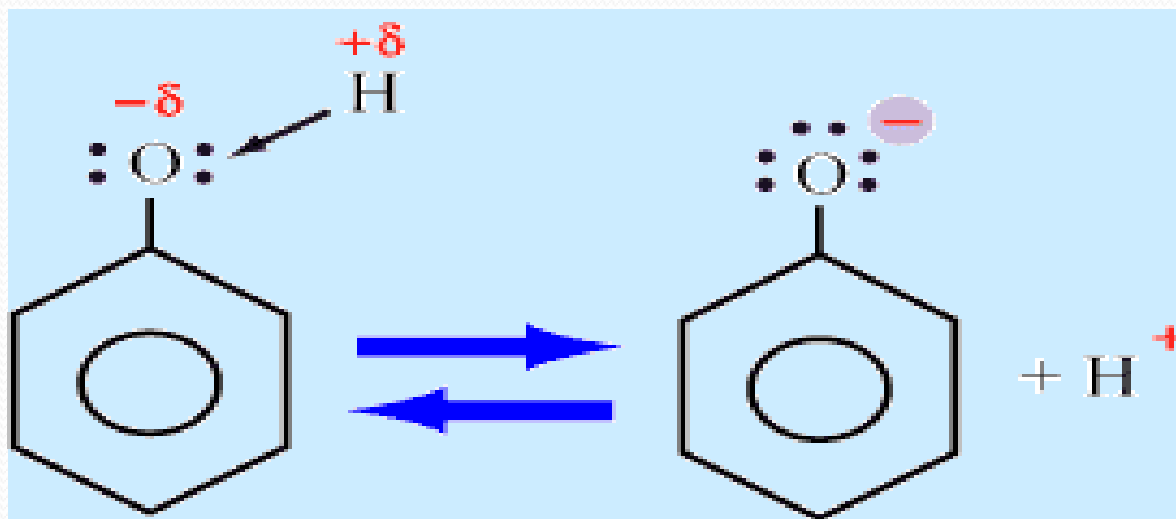
# Химические свойства фенола

- Химические свойства фенола обусловлены наличием в его молекуле
  - 1) гидроксильной группы
  - 2) бензольного ядра

# Химические свойства, обусловленные наличием гидроксильной группы

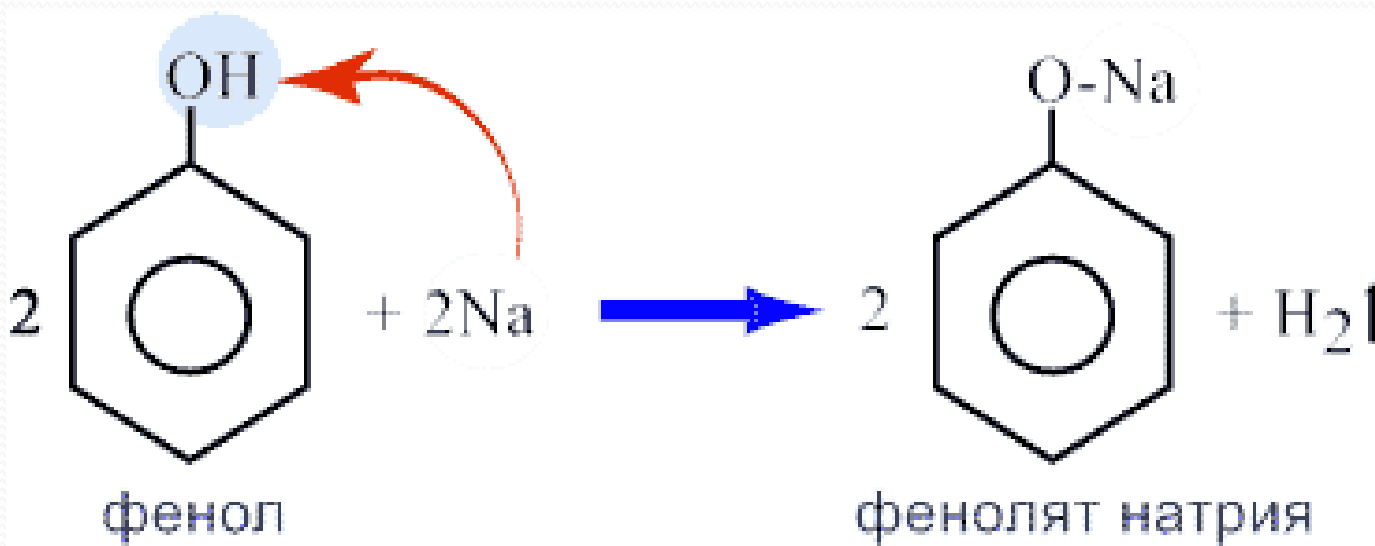
## 1. Диссоциация фенола

Влияние бензольного кольца на гидроксильную группу выражается в том, что связь атома водорода с кислородом ослабевает, и фенол способен диссоциировать в водном растворе



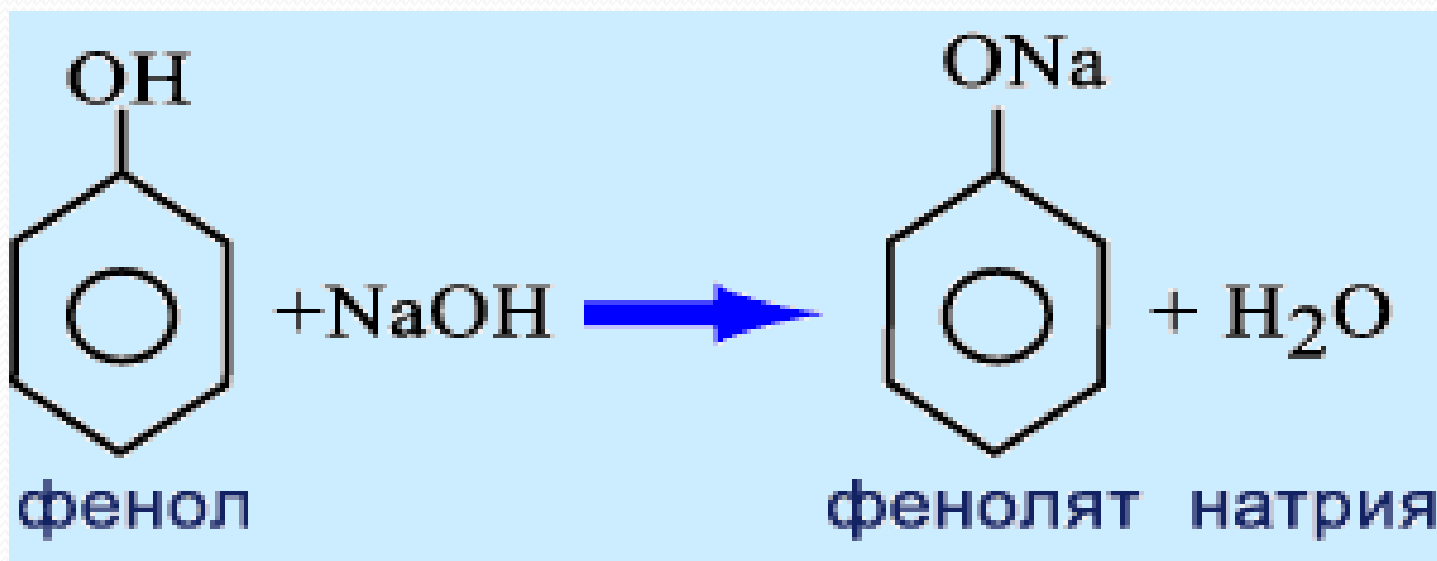
## 2. Взаимодействие с натрием

Фенол, как и спирты, взаимодействует с металлическим натрием с образованием соли (фенолята натрия) и водорода



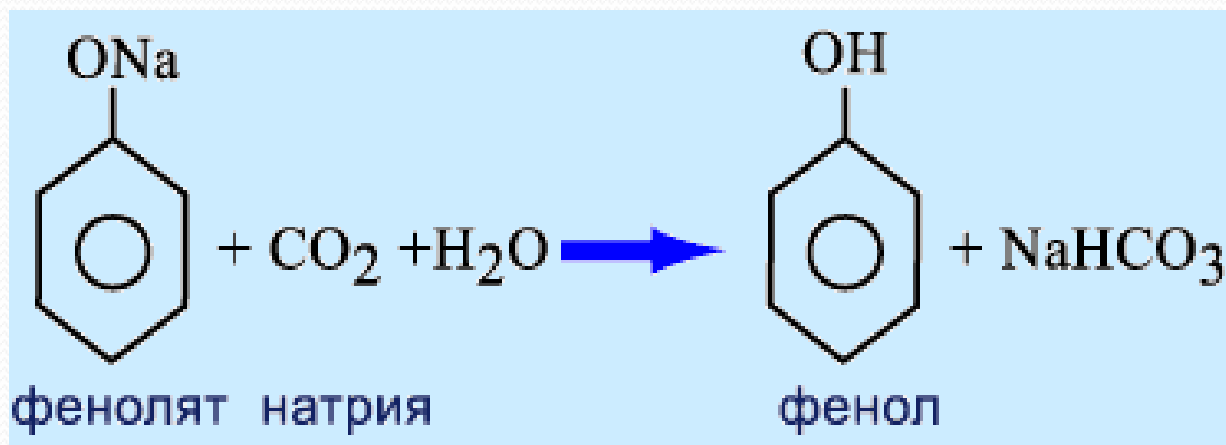
### 3. Взаимодействие со щелочами

Влияние бензольного ядра обуславливает свойство, которое совсем не характерно для спиртов, фенол может взаимодействовать со щелочами, проявляя свойства слабой кислоты.





Карболовая кислота в 300 раз слабее угольной. Фенол – кислота довольно слабая, более сильные кислоты вытесняют фенол из фенолятов.



# **Химические свойства, обусловленные наличием бензольного ядра**

**Отличия от ароматических углеводородов:**

## **1. Реакции окисления**

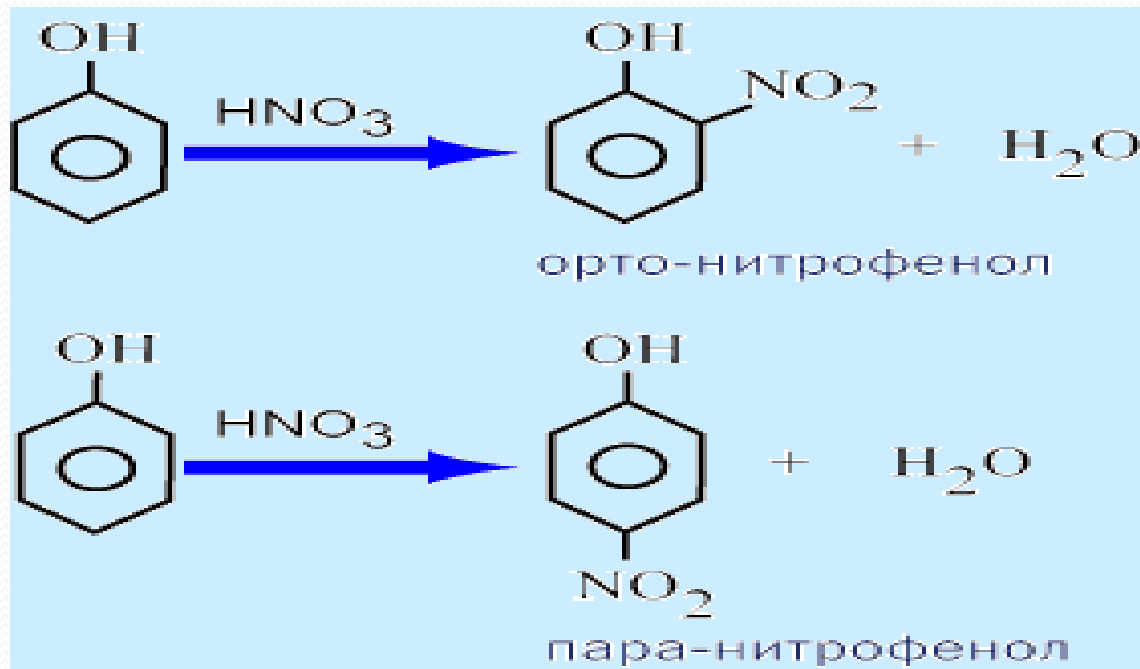
**Фенол окисляется кислородом воздуха, приобретая фиолетовую окраску.**



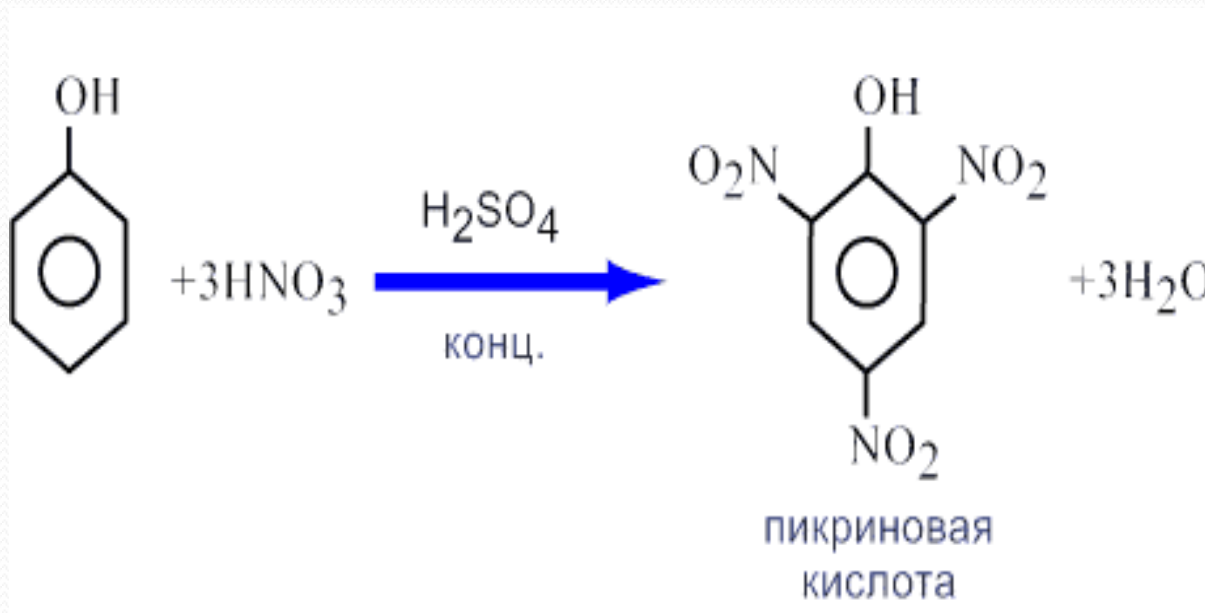


## Б. Нитрование фенола

Нитрование фенола также происходит легче, чем нитрование бензола.

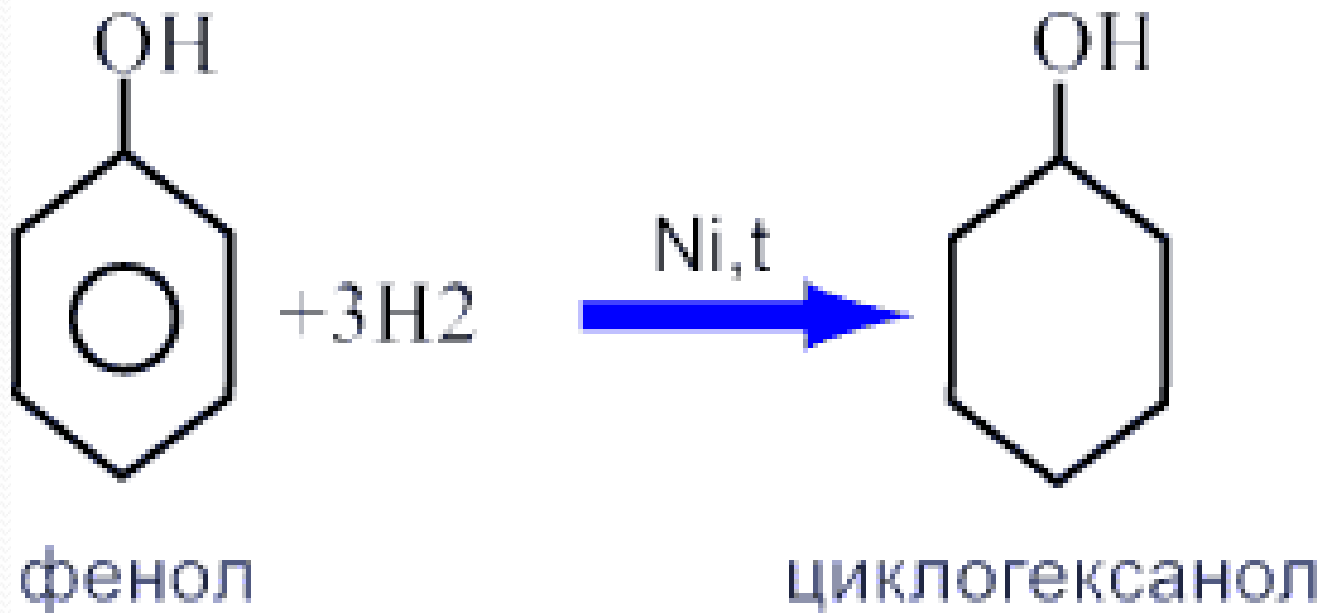


В результате полного нитрования фенола образуется 2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота) – взрывчатое вещество.



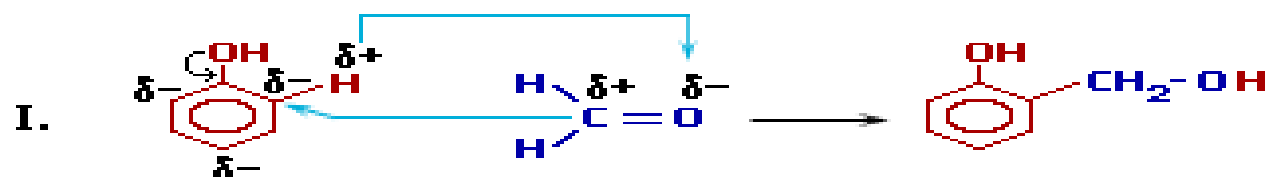
### 3. Реакции гидрирования

При нагревании в присутствии никелевого катализатора фенол присоединяет три молекулы водорода. В результате чего образуется предельный циклический спирт – циклогексанол.

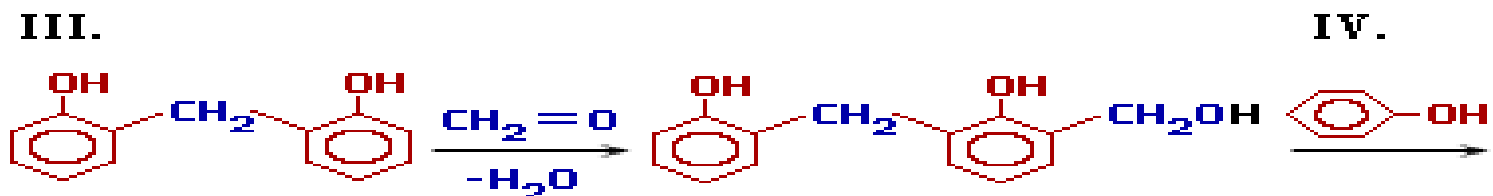
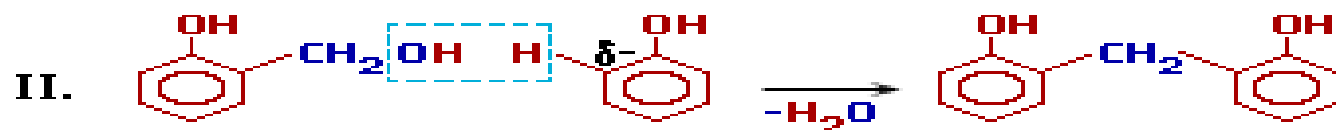


## 4. Реакции поликонденсации с альдегидами

### Конденсация фенола с формальдегидом



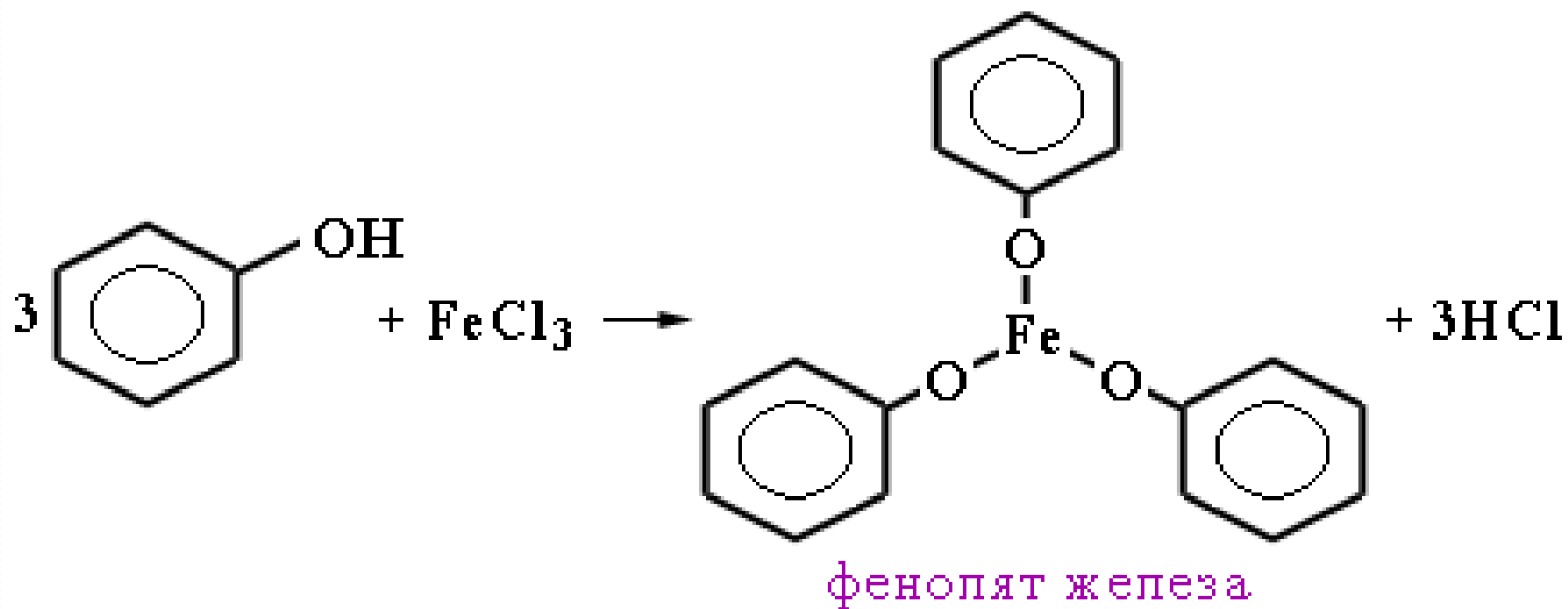
Для фенола реакция I - электрофильное замещение ( $S_E$ ),  
для формальдегида - нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ).



и так далее ...

## 5. Качественная реакция на фенол



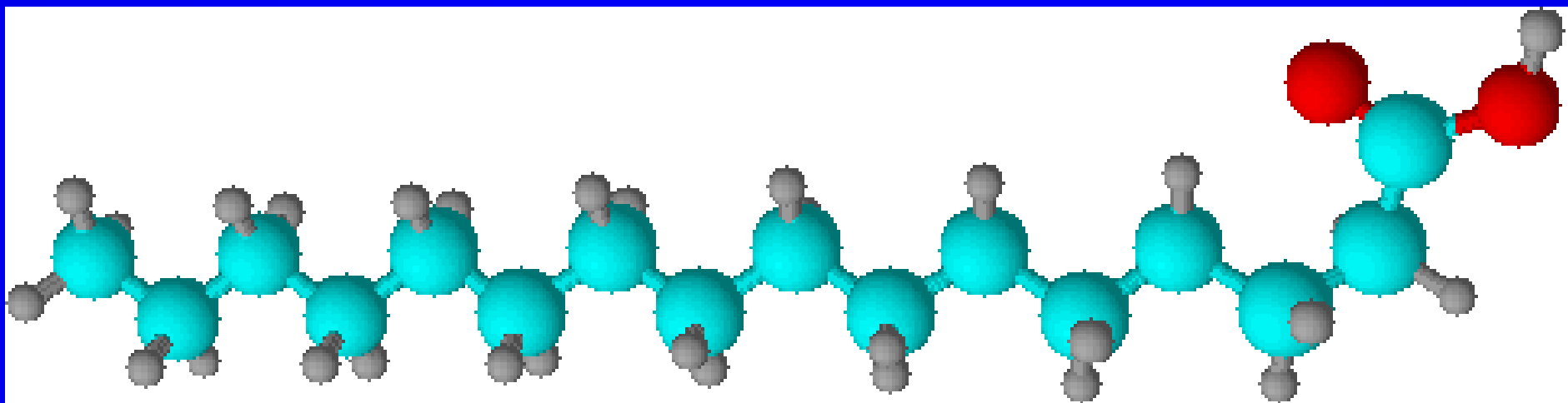


# Применение фенола.

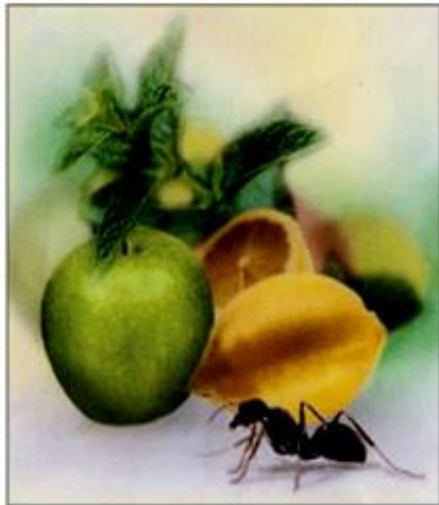
- Фенол применяют для производства фенолформальдегидных пластмасс, синтетического волокна капролактама, красителей, лекарств, взрывчатых веществ и других продуктов.



# *Карбоновые кислоты*



***Карбоновые кислоты***  
органические соединения,  
содержащие одну или  
несколько карбоксильных  
групп –COOH.



# Открытие кислот:



Благодаря работам известного шведского химика Карла Вильгельма Шееле к концу 18 века стало известно около десяти различных органических кислот. Он выделил и описал щавелевую, лимонную, молочную и другие кислоты.

# Классификация карбоновых кислот

*По типу углеводородного радикала*

*предельные*

*непредельные*

*ароматические*

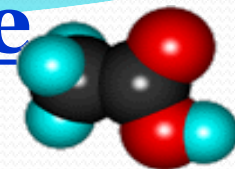
*По числу карбоксильных групп*

*одноосновные*

*двухосновные*

*многоосновные*

# Предельные одноосновные карбоновые кислоты



– можно рассматривать как производные алканов, в молекулах которых один атом водорода заменен на функциональную группу -COOH (карбоксильная группа).

**Общая формула этих кислот:  
 $C_nH_{2n+1}COOH$**

Систематические названия кислот даются по названию соответствующего углеводорода с добавлением суффикса **-овая** и слова **«кислота»**. Часто используются также

# Номенклатура карбоновых кислот:

Формула	Название кислоты R-COOH		Название остатка RCOO-
	систематическое	тривиальное	
$\text{HCOOH}$	метановая	муравьиная	формиат
$\text{CH}_3\text{COOH}$	этановая	уксусная	ацетат
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	пропановая	пропионовая	пропионат
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	бутановая	масляная	бутират
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	пентановая	валерьяновая	валерат
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	гексановая	капроновая	капрат
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	гексадекановая	пальмитиновая	пальмитат
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	октадекановая	стеариновая	стеарат
$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	бензолкарбоновая	бензойная	бензоат
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$	пропеновая	акриловая	акрилат

**Классификация:**

## **Карбоновые кислоты**

### **Монокарбоновые кислоты**

<b><math>\text{HCOOH}</math></b>	<b>метановая</b>	<b>муравьиная</b>
<b><math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></b>	<b>этановая</b>	<b>уксусная</b>
<b><math>\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}</math></b>	<b>пропановая</b>	<b>пропионовая</b>
<b><math>\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}</math></b>	<b>бутановая</b>	<b>масляная</b>
<b><math>\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}</math></b>	<b>гексадекановая</b>	<b>пальмитиновая</b>
<b><math>\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}</math></b>	<b>октадекановая</b>	<b>стеариновая</b>

Классификация:

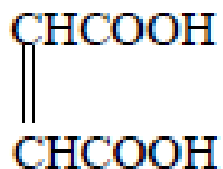
## Карбоновые кислоты

### Дикарбоновые кислоты

$\text{HOOC-COOH}$  Этандиовая или Щавелевая кислота

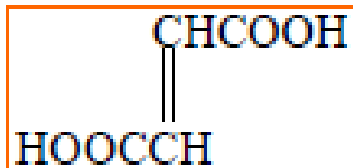
$\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH}$  Пропандиовая кислота или Малоновая.

$\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  Бутандиовая кислота или Янтарная.



Маленная (цис-бутендиовая) к-та

маленнаты



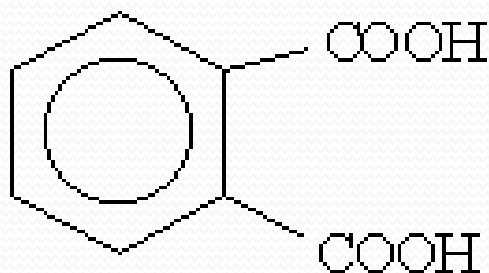
Фумаровая (транс-бутендиовая) к-та

фумараты

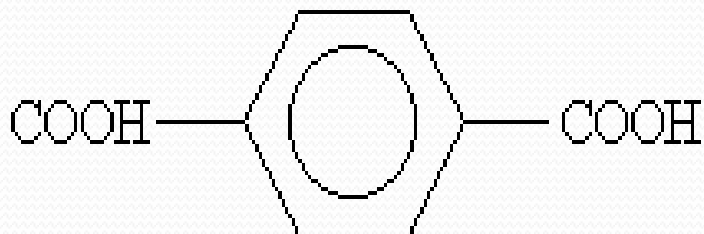


# Дикарбоновые кислоты

## Ароматические

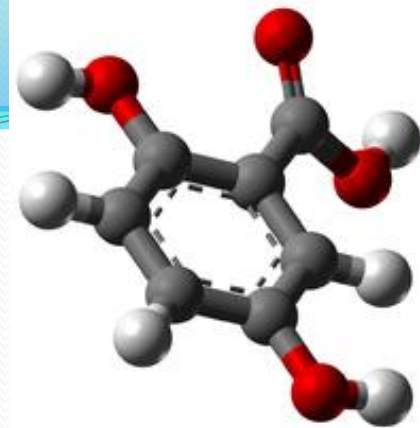


Бензол-1,2-дикарбоновая или Фталевая



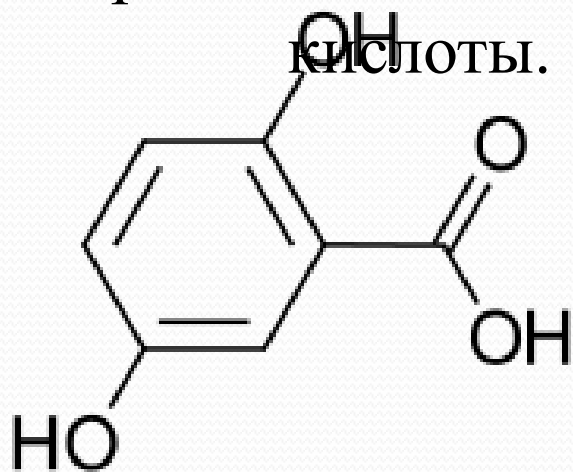
Бензол-1,4-дикарбоновая или Терепталевая

# 2,5-дигидроксибензойная кислота



2,5-дигидроксибензойная кислота (гентиизиновая кислота)  $C_7H_6O_4$  — одноосновная ароматическая карбоновая кислота.

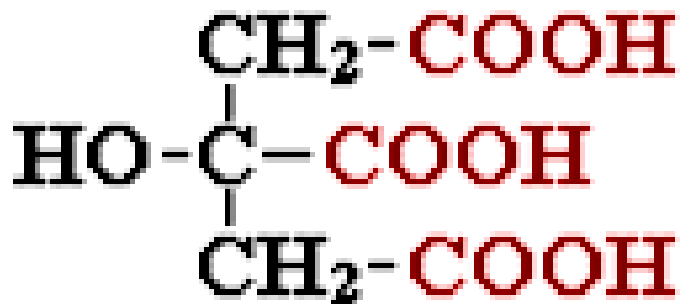
Производное бензойной кислоты.



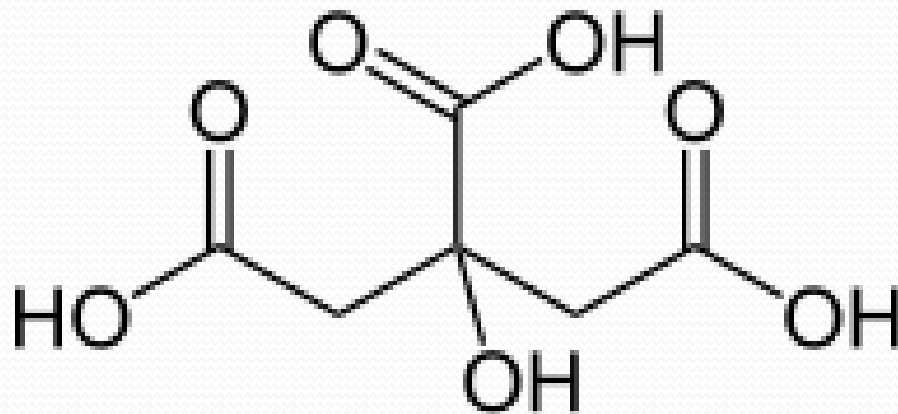
- Гентиизиновая кислота является минорным продуктом метаболизма ацетилсалициловой кислоты, обеспечивая её жаропонижающий эффект.
- Также обладает анальгетическим и противовоспалительным действиями.
- Некоторые производные гентиизиновой кислоты являются антибиотиками.

# Лимонная кислота

- Лимонная кислота́ (2-гидрокси-1,2,3-пропантрикарбоновая кислота, 3-гидрокси-3-карбоксивентандиовая) ( $C_6H_8O_7$ ) — кристаллическое вещество белого цвета, температура плавления  $153\text{ }^{\circ}C$ , хорошо растворима в воде, растворима в этиловом спирте, малорастворима в диэтиловом эфире. Слабая трёхосновная кислота.

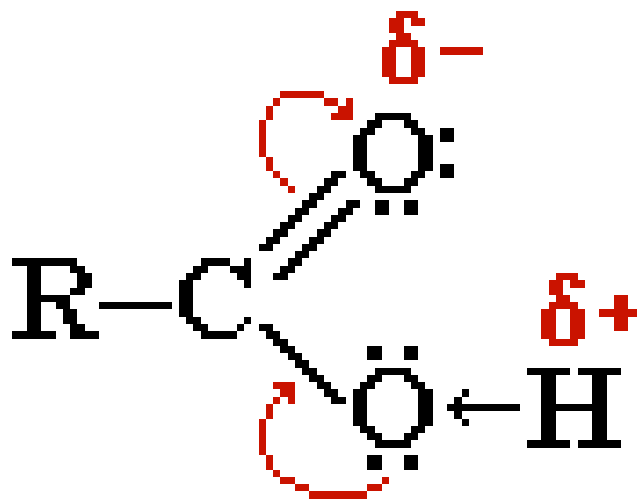


Лимонная  
кислота



# Электронное строение карбоксильной группы

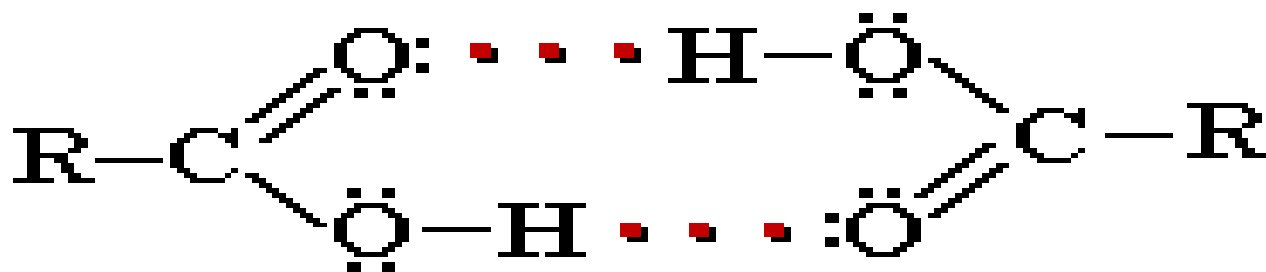
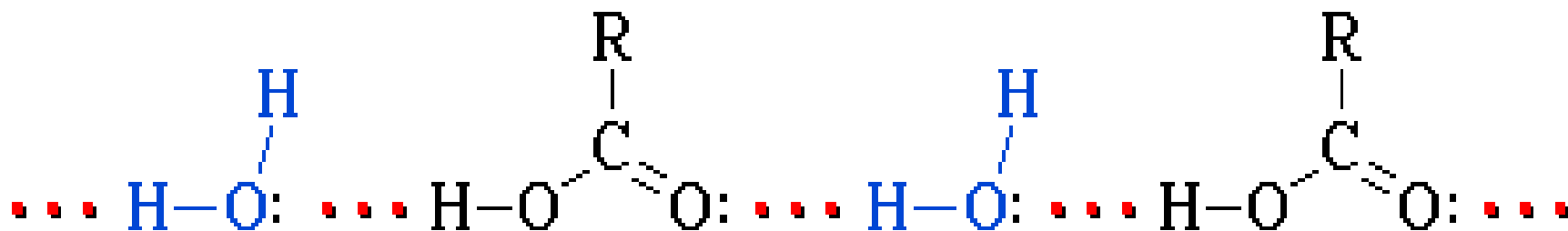
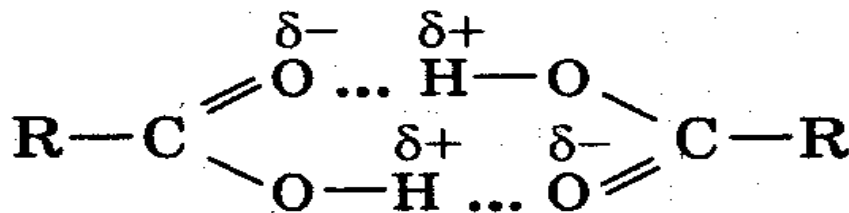
Карбоксильная группа содержит две функциональные группы – карбонил  $>C=O$  и гидроксил  $-OH$ , непосредственно связанные друг с другом.



Электронное строение группы  $-COOH$  придает карбоновым кислотам характерные химические и физические свойства.

Смещение электронной плотности к карбонильному атому кислорода вызывает дополнительную (по сравнению со спиртами и фенолами) поляризацию связи  $O-H$ , что определяет подвижность водородного атома (кислотные свойства).

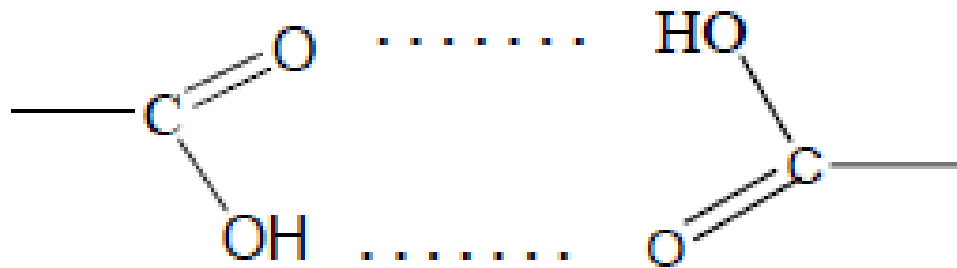
# Физические свойства карбоновых кислот



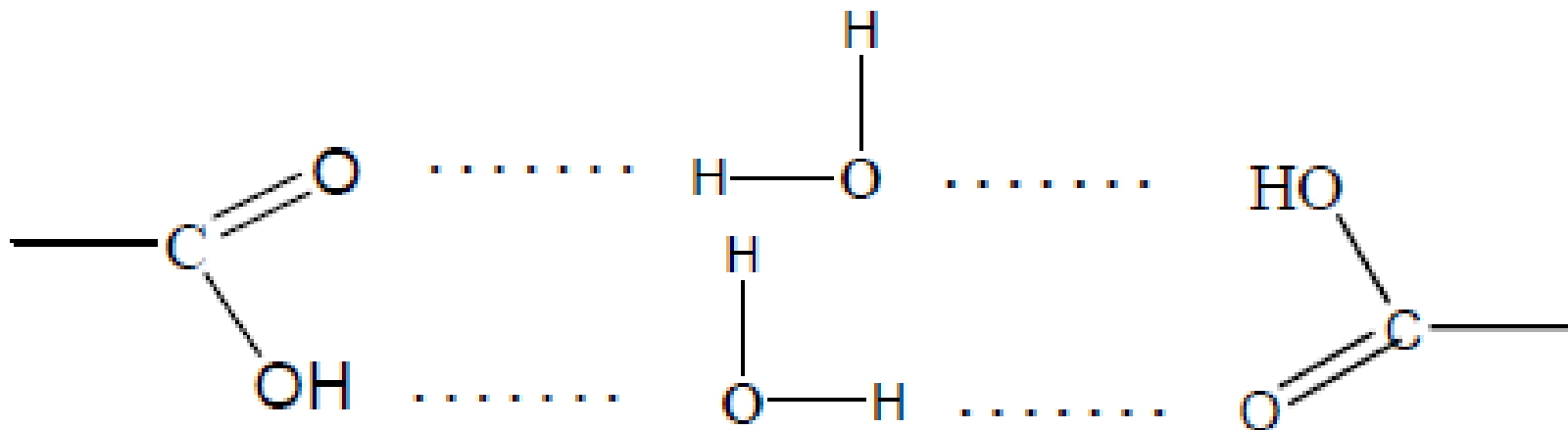
Образование димеров  
карбоновых кислот

С увеличением молекулярной массы растворимость  
кислот в воде уменьшается.

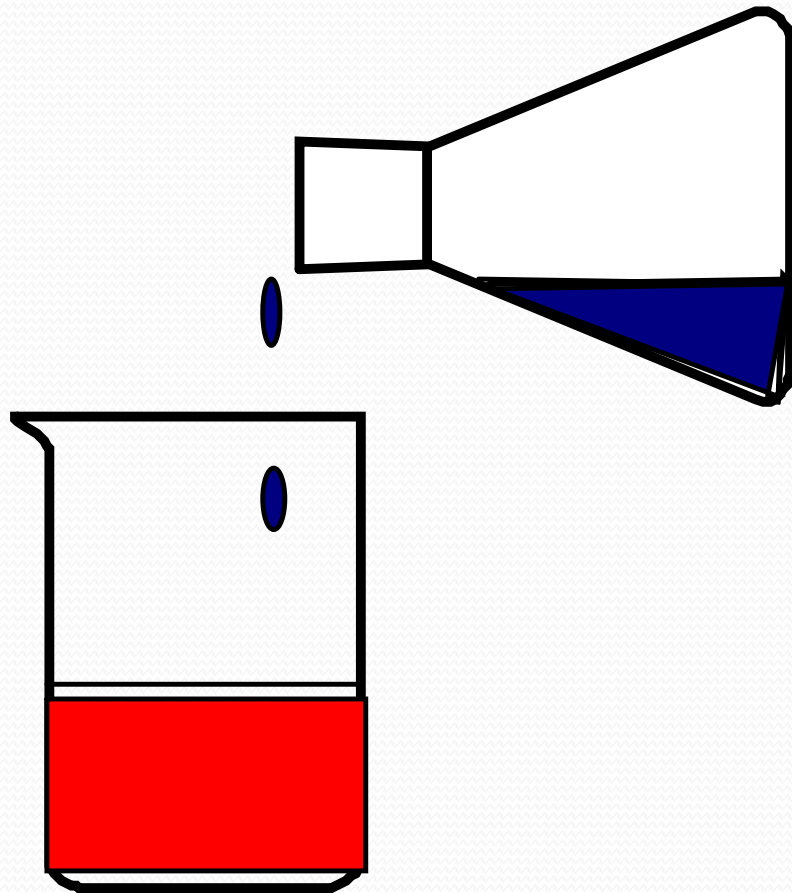
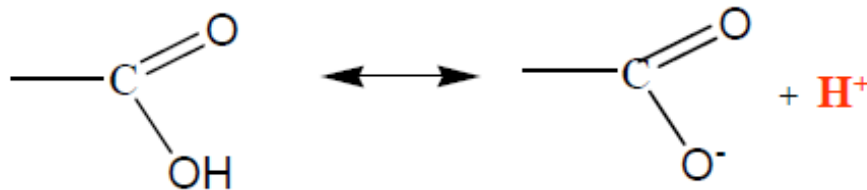
# Водородные связи карбоновых кислот



В водных растворах



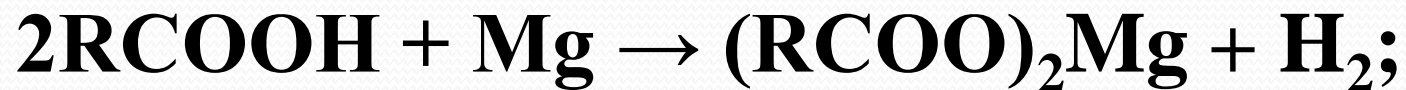
В водном растворе карбоновые кислоты  
диссоциируют на ионы:



# Химические свойства карбоновых кислот

## 1. Образование солей:

а) при взаимодействии с металлами:

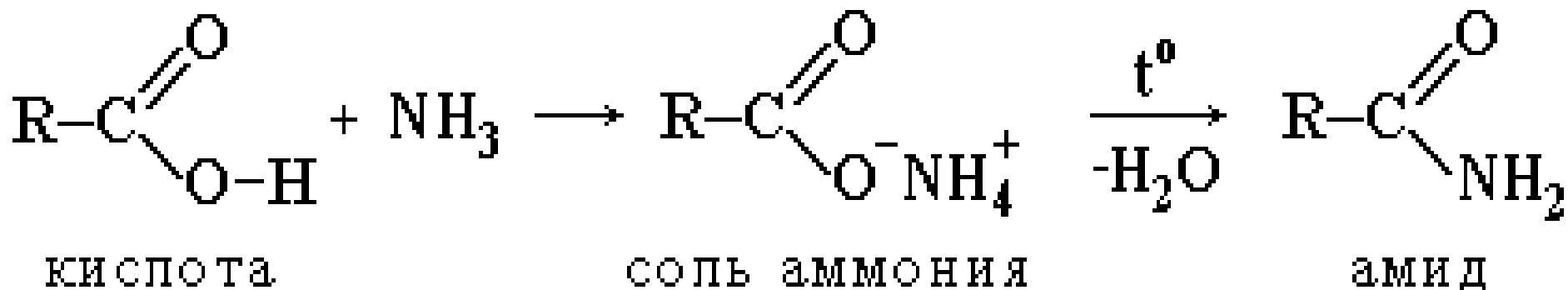


б) в реакциях с гидроксидами металлов:



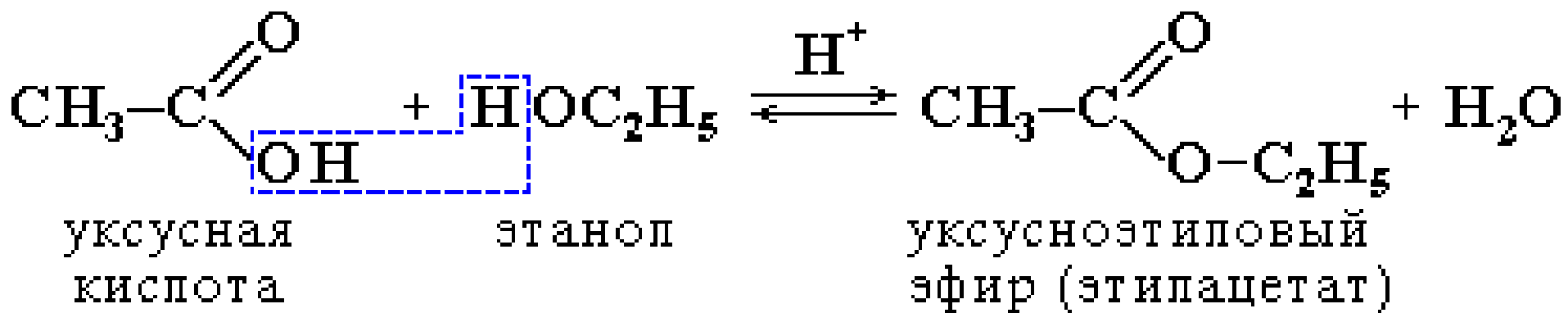
# Химические свойства карбоновых кислот

## 2. Образование амидов:



# Химические свойства карбоновых кислот

## 3. Образование сложных эфиров R'-COOR''

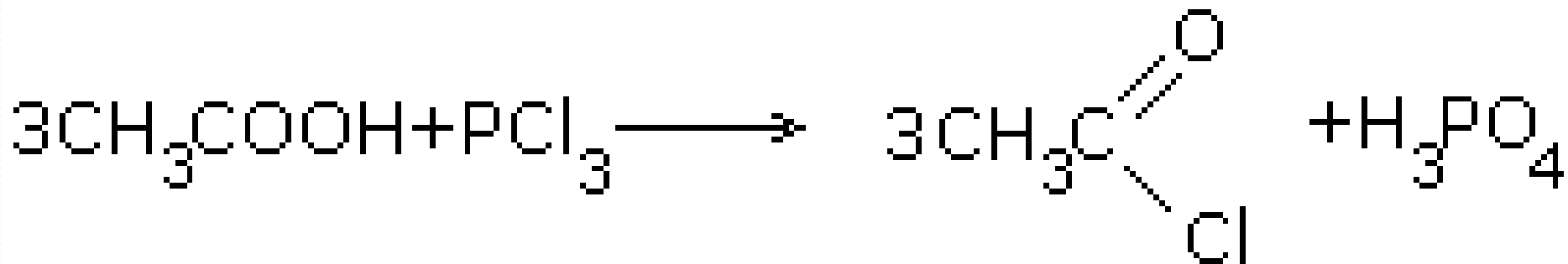


# Химические свойства карбоновых кислот

## 4. Взаимодействие с солями:



## 5. Действие галогенирующих агентов

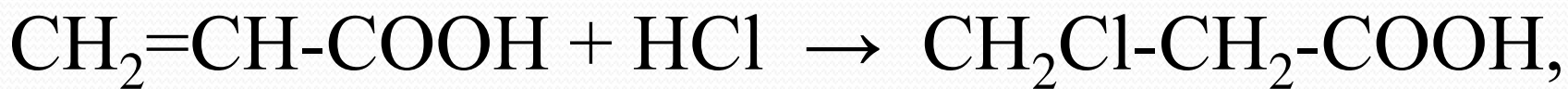
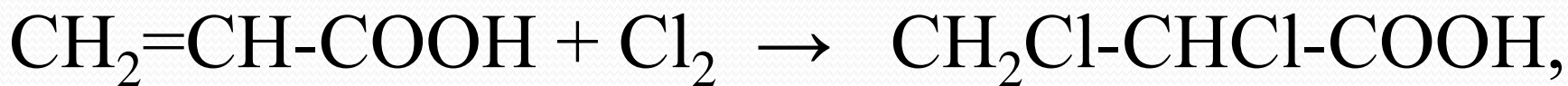


## 6. Галогенирование кислот:



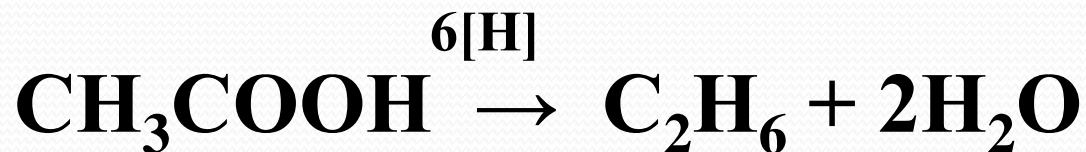
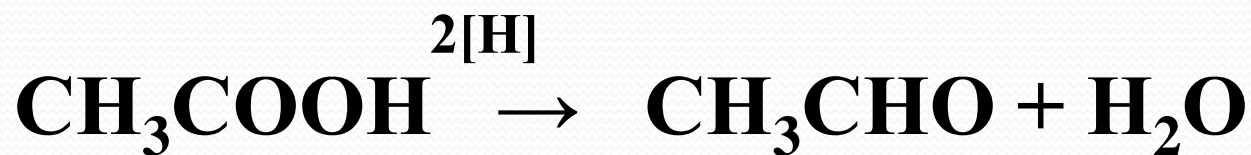
# Химические свойства карбоновых кислот

## 7. Непредельные карбоновые кислоты способны к реакциям присоединения:



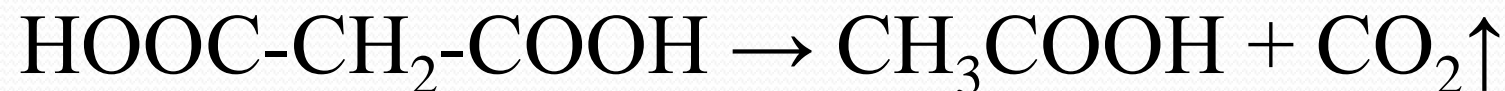
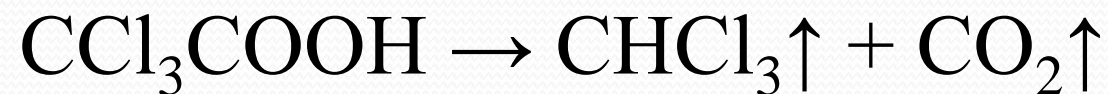
# Химические свойства карбоновых кислот

8. Карбоновые кислоты при действии восстановителей в присутствии катализаторов способны превращаться в альдегиды, спирты и даже углеводороды:



# Химические свойства карбоновых кислот

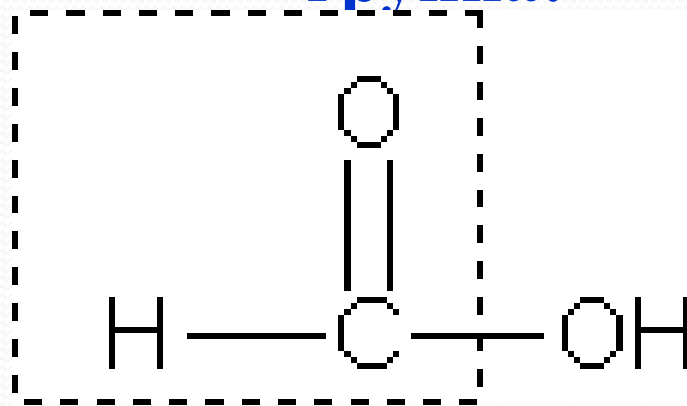
## 9. Реакции декарбокширования:



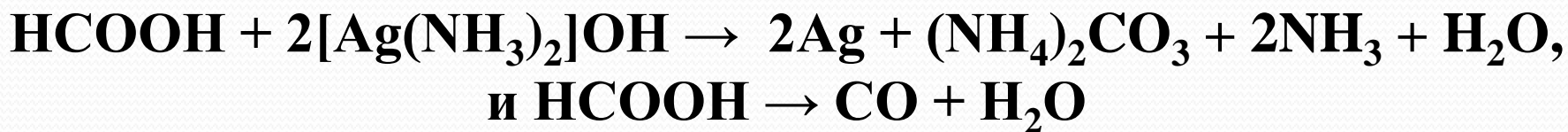
# Химические свойства карбоновых кислот

Муравьиная кислота  $\text{HCOOH}$  отличается рядом особенностей, поскольку в ее составе есть альдегидная

группа:



Она дает реакцию "серебряного зеркала":



# Высшие карбоновые кислоты

**Насыщенные:**

$C_{15}H_{31}COOH$  – пальмитиновая;

$C_{17}H_{35}COOH$  – стеариновая.

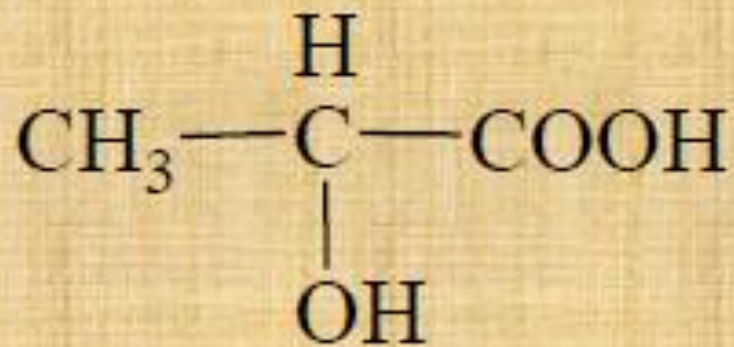
**Ненасыщенные:**

$C_{17}H_{33}COOH$  – олеиновая,

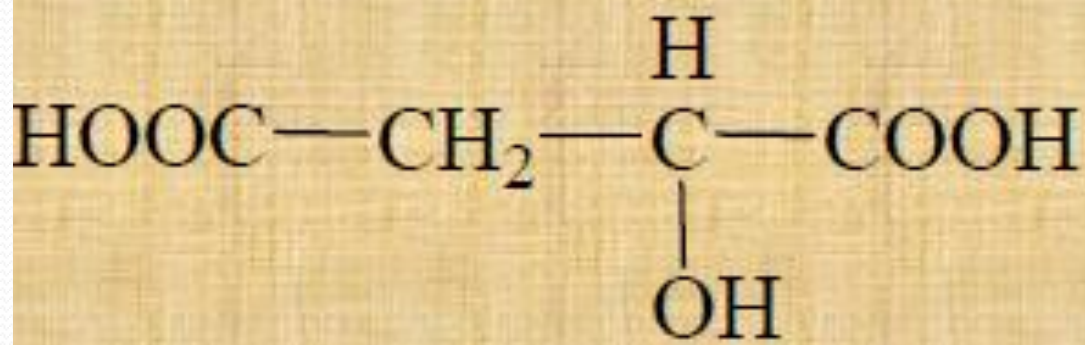
$C_{17}H_{31}COOH$  – линолевая,

$C_{17}H_{29}COOH$  – линоленовая.

# ГИДРОКСИКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ



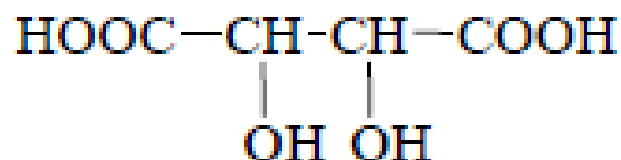
2-гидроксипропановая к-та  
α-гидроксипропановая к-та  
Молочная к-та (соли лактаты)



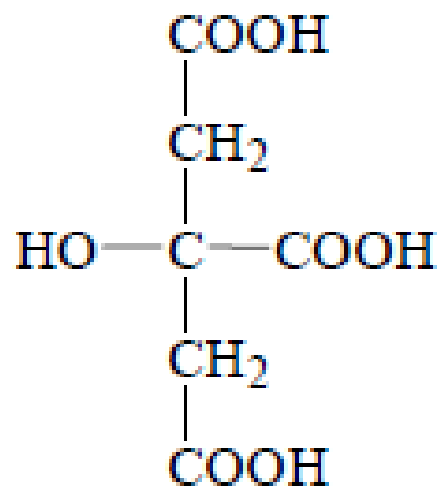
2-гидроксипропанандиовая к-та  
α-гидроксипропанандиовая к-та  
Яблочная к-та (соли малаты)



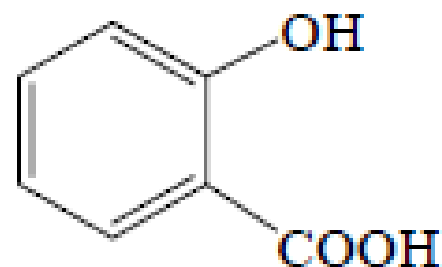
Гликолевая к-та (гликоляты)



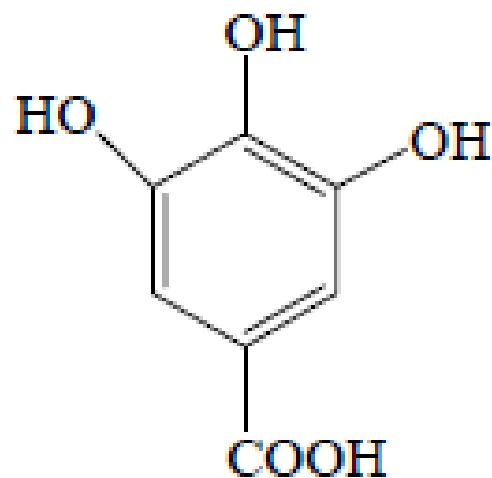
Винная (тарtrato)



Лимонная к-та (цитраты)

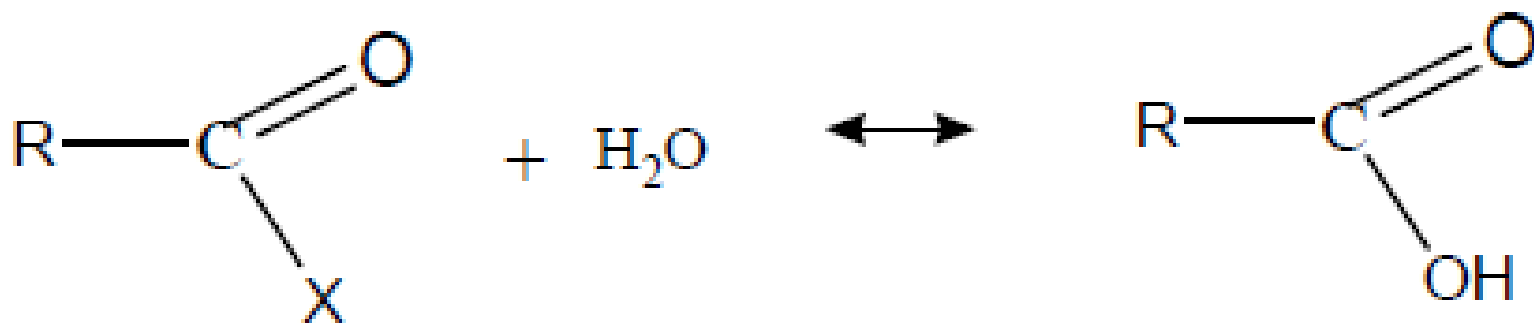


Салициловая к-та (салицилаты)



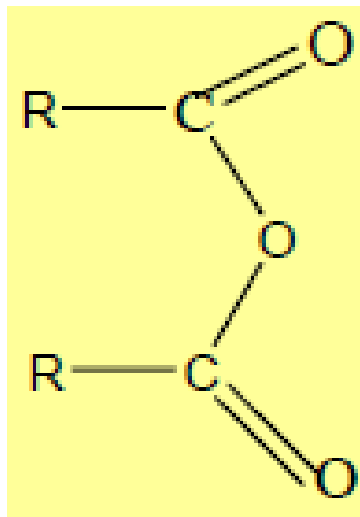
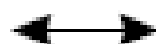
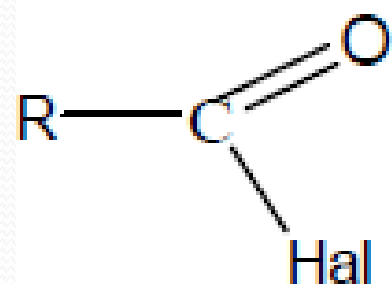
Галловая к-та

# Функциональные производные карбоновых кислот

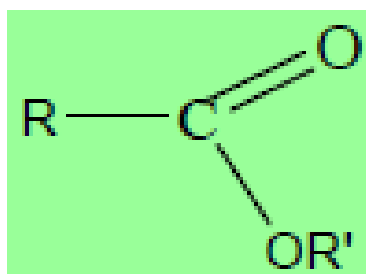


- Галогенангидриды
- Ангидриды кислот
- Сложные эфиры
- Амиды

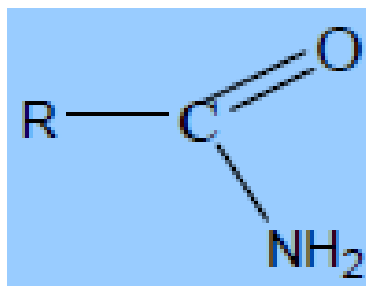
# Галогенангидриды



ангидриды



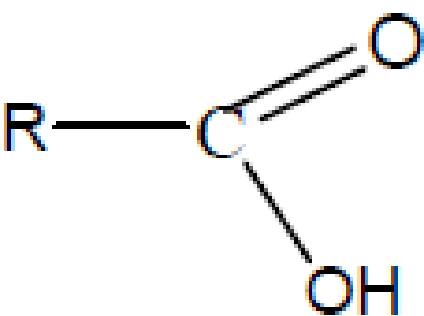
сложные эфиры



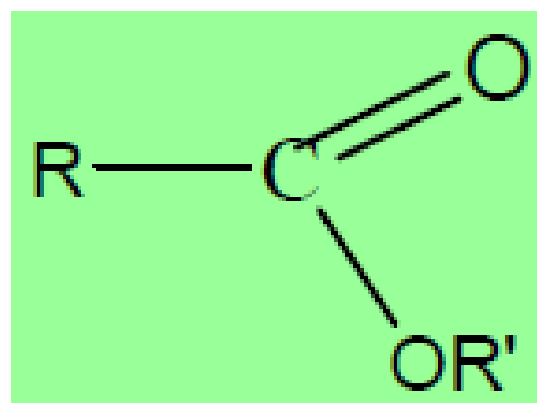
амиды

# Сложные эфиры

этерификация



гидролиз



АЛКИЛ + АЛКАНОАТ = АЛКИЛАЛКАНОАТ

*Спасибо за внимание!*