



# Типы химических реакций

## 2. Электронные эффекты заместителей.

Лектор: кандидат биологических наук,  
доцент Мицуля Татьяна Петровна

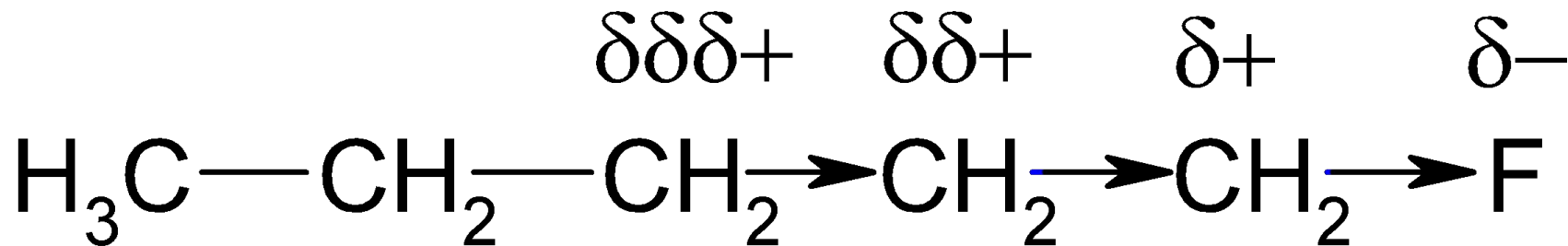
## **2. Электронные эффекты заместителей**

---

**Взаимное влияние атомов в молекуле может осуществляться по системе  $\sigma$ -связей (индуктивный эффект), по системе  $\pi$ -связей (мезомерный эффект).**

---

**Индуктивный эффект (I-эффект) –  
смещение электронной плотности по  
цепи  $\sigma$ -связей, которое обусловлено  
различиями в  
электроотрицательностях атомов:**



---

**Индуктивный эффект обозначают буквой I и графически изображают стрелкой, остриё которой направлено в сторону более ЭО элемента.**

**Действие индуктивного эффекта наиболее сильно проявляется на двух ближайших атомах углерода, а через 3-4 связи он затухает.**

---

**–/ эффект проявляют заместители, которые содержат атомы с большей ЭО, чем у углерода: -F, -Cl, -Br, -OH, -NH<sub>2</sub>, -NO<sub>2</sub>, >C=O, -COOH и др.**

**Это электроноакцепторные заместители (ЭА). Они снижают электронную плотность в углеродной цепи.**

---

**+ / эффект проявляют заместители, содержащие атомы с низкой электроотрицательностью: металлы (-Mg, -Li); насыщенные углеводородные радикалы (-CH<sub>3</sub>, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>) и т.п.**

**Это электронодонорные (ЭД) заместители. Они повышают электронную плотность в углеродной цепи.**

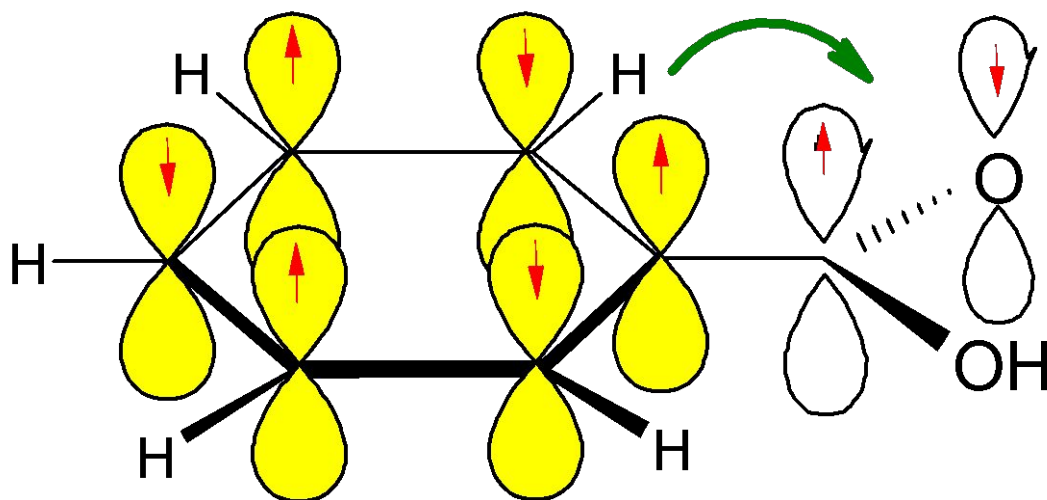
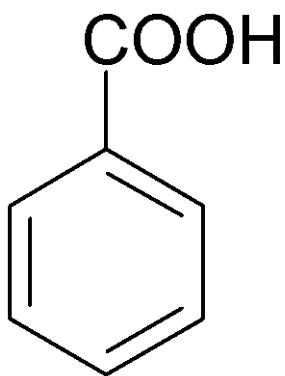
---

**Мезомерный эффект – смещение электронной плотности по цепи сопряженных  $\pi$ -связей. Возникает только при наличии сопряжения связей.**

**Действие мезомерного эффекта заместителей проявляется как в открытых, так и замкнутых системах.**

- *M*-эффект проявляют заместители, понижающие электронную плотность в сопряженной системе. Заместители содержат кратные связи: -CHO, -COOH, -NO<sub>2</sub>, -SO<sub>3</sub>H, -CN).

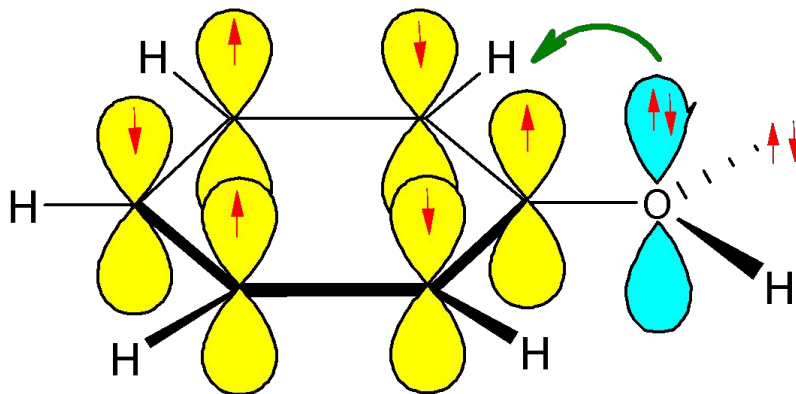
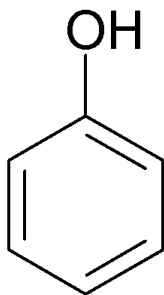
**Это электроноакцепторные (ЭА) заместители.**





**+M-эффектом** обладают заместители, повышающие электронную плотность в сопряженной системе. К ним относятся  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OCH}_3$ ,  $-\text{O}^-$ ,  $-\text{F}$ ,  $-\text{Cl}$ ,  $-\text{Br}$ ,  $-\text{I}$  и др.

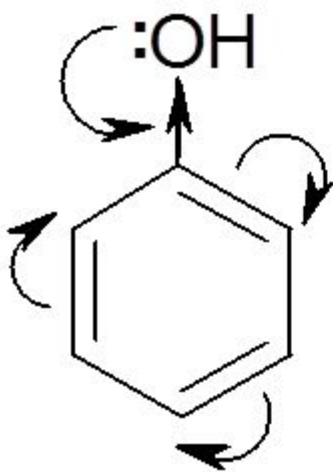
**Это электронодонорные заместители (ЭД).**



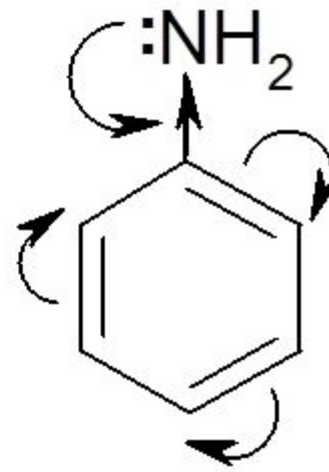
---

**В молекулах органических соединений индуктивный и мезомерный эффекты заместителей, действуют одновременно.**

Если мезомерный и индуктивный эффекты имеют разные знаки, то мезомерный эффект в основном значительно преобладает над индуктивным эффектом. (+M >> -I)



-I, +M

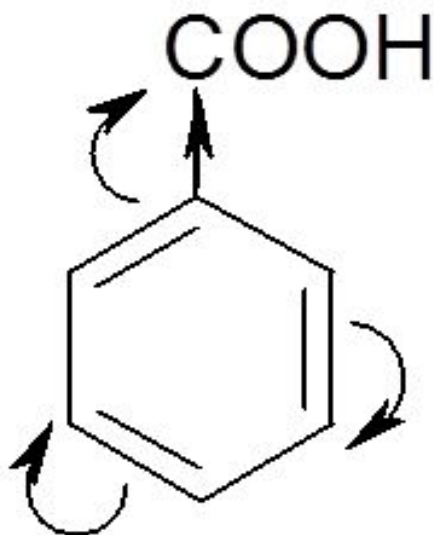


-OH : электронодонорный  
заместитель

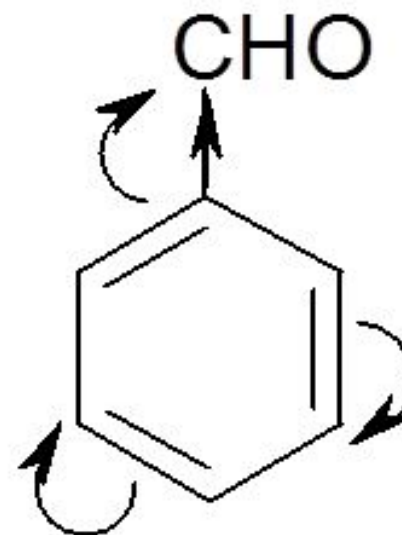
-NH<sub>2</sub>: электронодонорный  
заместитель

**-COOH, -CHO: электроноакцепторный заместитель**

---



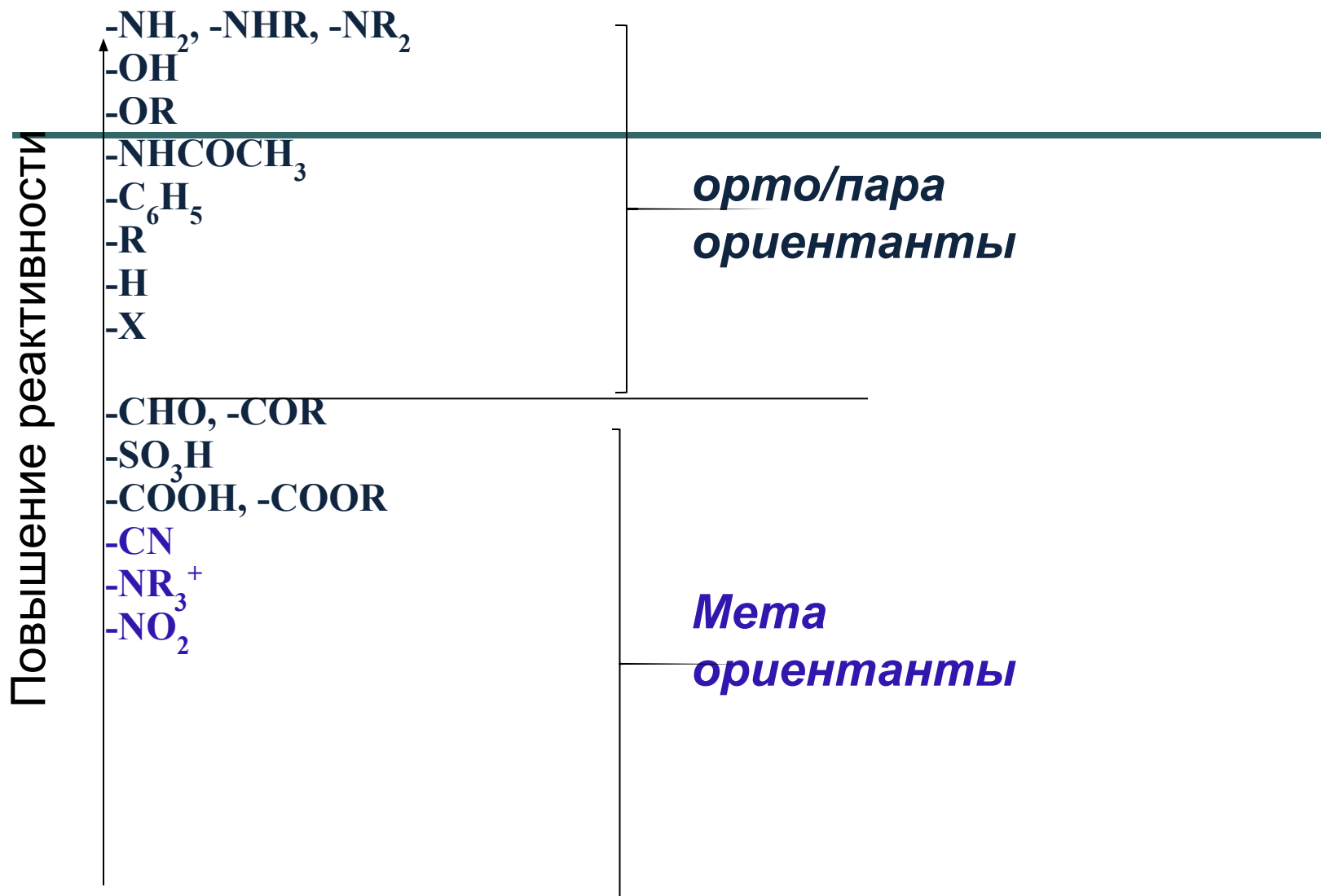
$\text{-I, -M}$



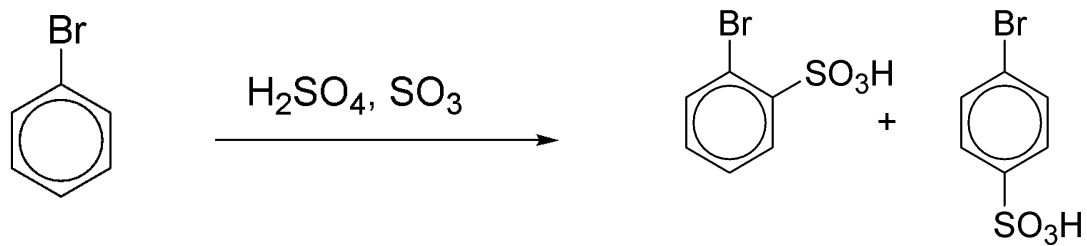
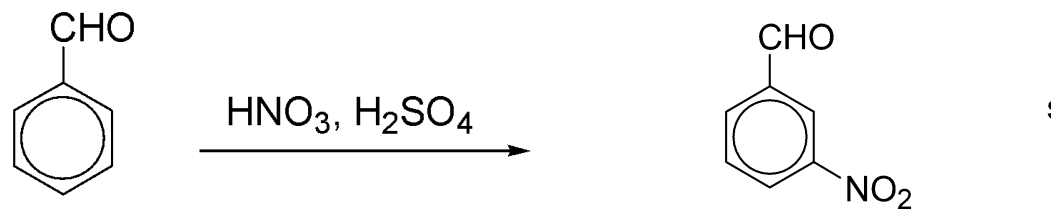
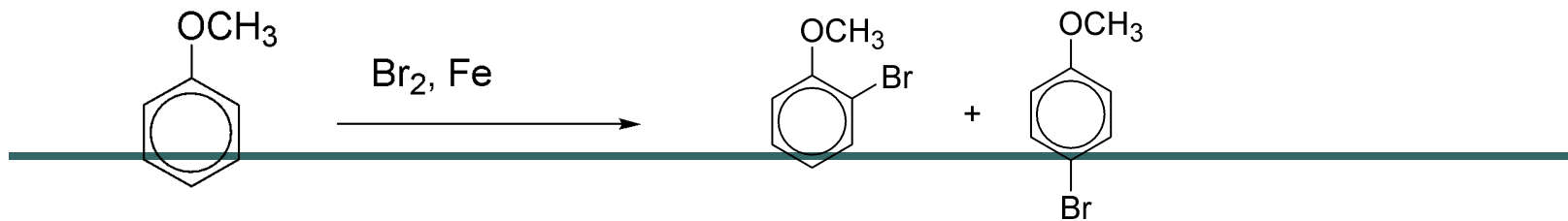
---

**Таким образом, учитывая перераспределение электронной плотности в молекулах органических соединений можно прогнозировать их свойства.**

# Классификация заместителей



# Электронные эффекты заместителей





# Гидроксисоединения

1. Общая характеристика спиртов.
2. Одноатомные спирты: физические и химические свойства, способы получения.
3. Многоатомные спирты.
4. Фенолы: характеристика, способы получения, свойства, применение.
5. Простые эфиры (самостоятельное изучение)

**Лектор: кандидат биологических наук,  
доцент Мицуля Татьяна Петровна**



**1.**

---

Общая характеристика спиртов.  
Номенклатура, классификация,  
изомерия.

**Гидроксисоединения – это вещества, которые в своем составе содержат ОН-группы. К ним относят спирты, фенолы, нафтолы и др. вещества.**

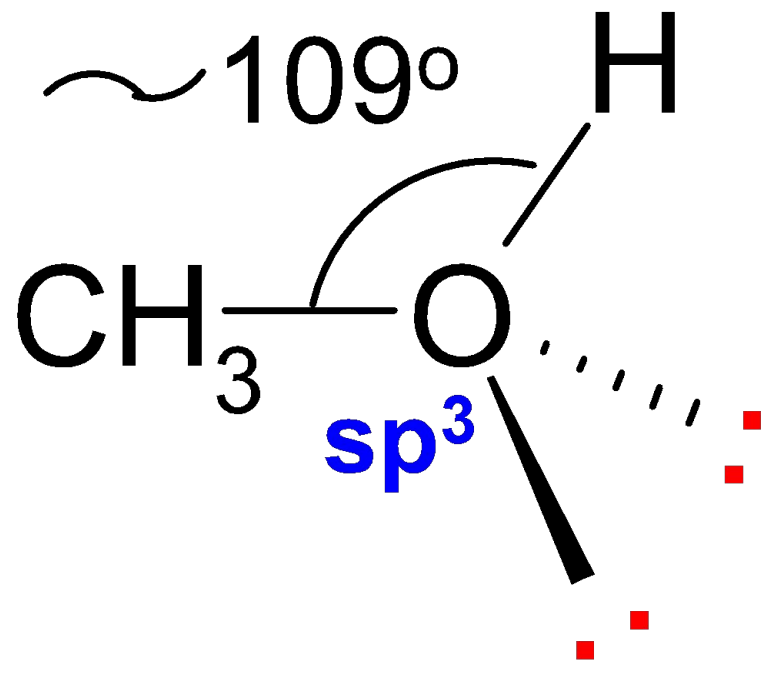


Спирты – это гидроксисоединения, в молекулах которых  $\text{OH}$ -группы связаны с насыщенным атомом углерода,

Общая формула **R-OH**.

Общая формула гомологического ряда предельных одноатомных спиртов





## *Классификация спиртов*

### **I. По строению углеводородного радикала:**

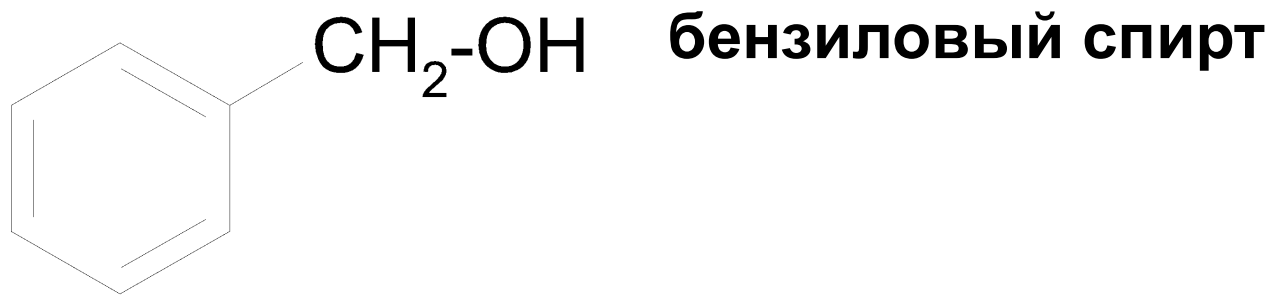
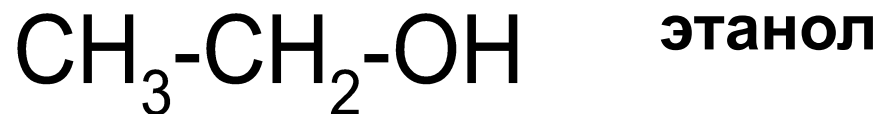
---

- алифатические предельные и непредельные: пропанол-1, бутен-2-ол-1
- алициклические: циклогексанол
- ароматические: бензиловый спирт (фенилметанол)

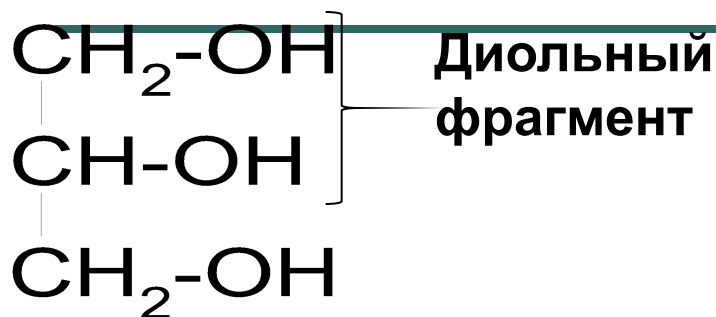
## II. По числу OH-групп:

### а) одноатомные спирты

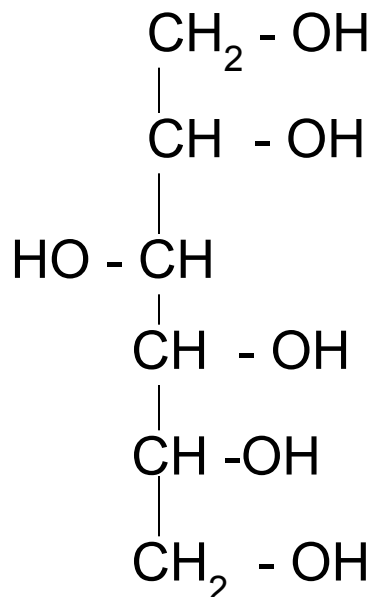
---



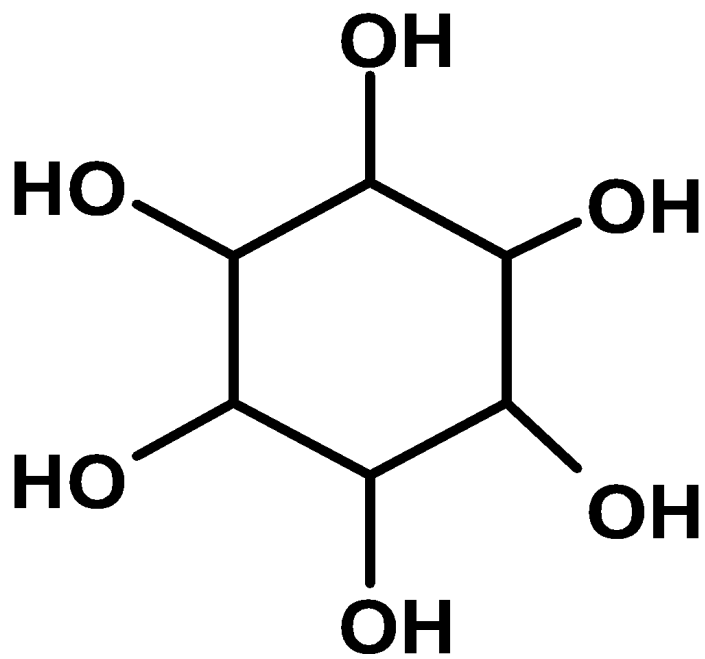
## б) многоатомные спирты (содержат 2 и более гидроксильные группы)



**Глицерин**



**Сорбит (используется в качестве заменителя сахара)**



**ИНОЗИТ**



### III. По характеру атома углерода звена, с которым соединена ОН-группа

---

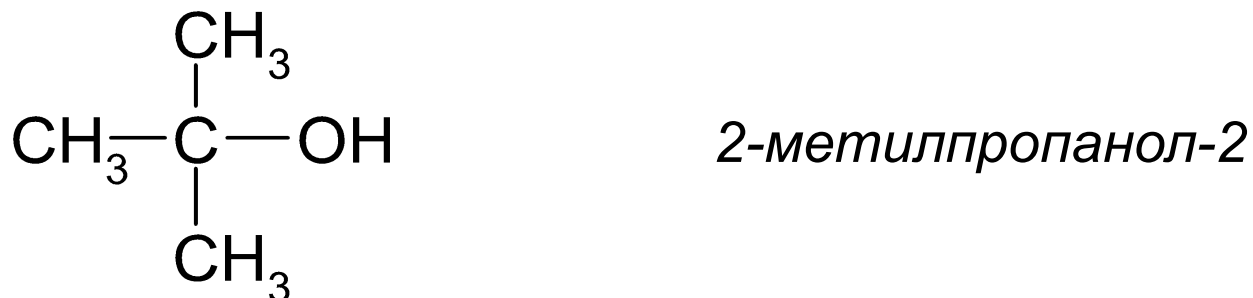
#### а) первичные спирты



#### б) вторичные спирты



#### в) третичные спирты



## Номенклатура спиртов

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

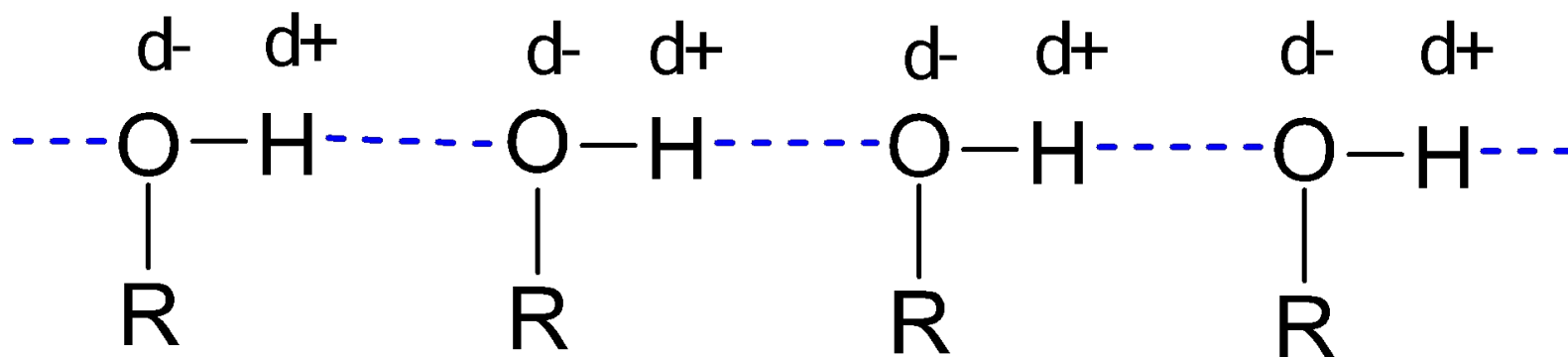
## 2.

---

Одноатомные спирты: физические и химические свойства, способы получения.

## Физические свойства спиртов

Молекулы спиртов образуют водородные связи между собой и с молекулами воды.



Нижние члены гомологического ряда спиртов являются жидкостями и, начиная с  $C_{12}$ , одноатомные спирты становятся твёрдыми телами.

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

**С увеличением количества атомов углерода растворимость уменьшается.**

**Растворимость амилового спирта (пентанола-1) – 2,7 г/ 100 мл, растворимость октанола-1 – 0,059 г/ 100 мл.**

# НЕ ПЕЙ МЕТИЛОВЫЙ СПИРТ



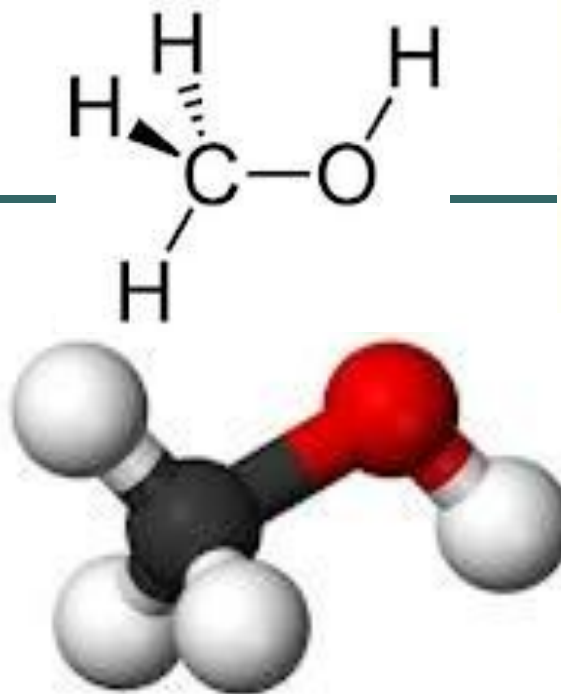
## МЕТИЛОВЫЙ (ДРЕВЕСНЫЙ) СПИРТ—ОПАСНЫЙ ЯД

По вкусу и запаху этот спирт похож на обычный винный спирт, но достаточно выпить небольшую рюмку его, чтобы ослепнуть или даже умереть.

**Древесный спирт ничем нельзя обезвредить—он предназначен только для технических целей.**

Предупреждай товарищей!

Главное учебно-методическое издание ИНИС  
Центральной научно-исследовательской лаборатории записки и этикетирования



## Метиловый спирт

считается самым ядовитым  
спиртом. Прием внутрь  
вызывает слепоту или  
смерть.

**В молекуле спиртов можно выделить несколько реакционных центров:**

---

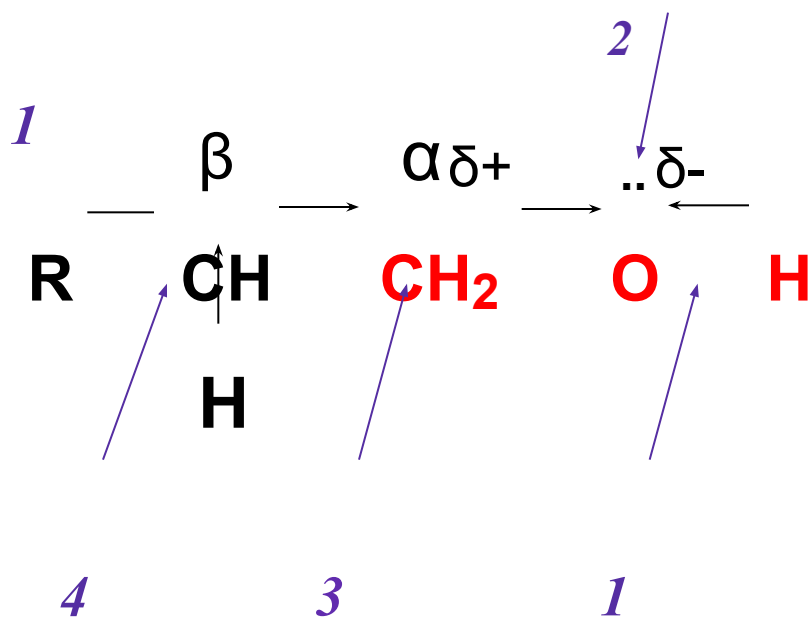
**О-Н кислотный центр, за счет полярности связи способный к отщеплению протона.**

**Нуклеофильный и п-основный центр - атом кислорода, имеющий неподеленную пару электронов:**



• Электрофильный центр –  $\alpha$ -атом углерода, на котором дефицит электронов вызван –I-эффектом соседней гидроксильной группы.

•  $\beta$ -СН-кислотный центр, в котором поляризация связи С – Н обусловлена электроноакцепторным влиянием гидроксильной группы.



1. OH-кислотный центр

2. Нуклеофильный и n

основный центр

3. – электрофильный центр

4. –  $\beta$ -СН-кислотный центр



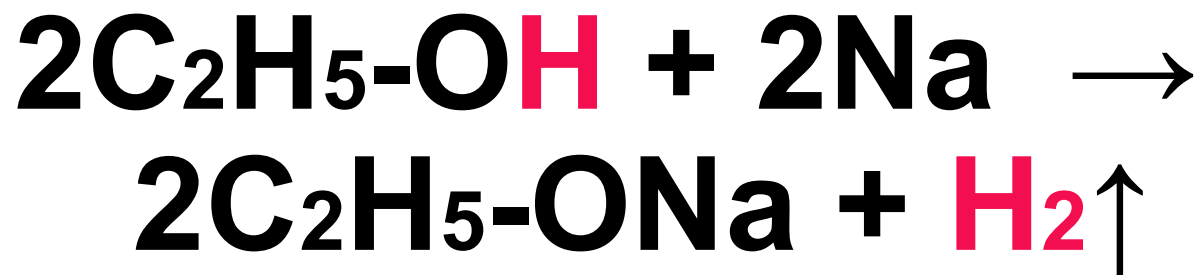
# Химические свойства

---

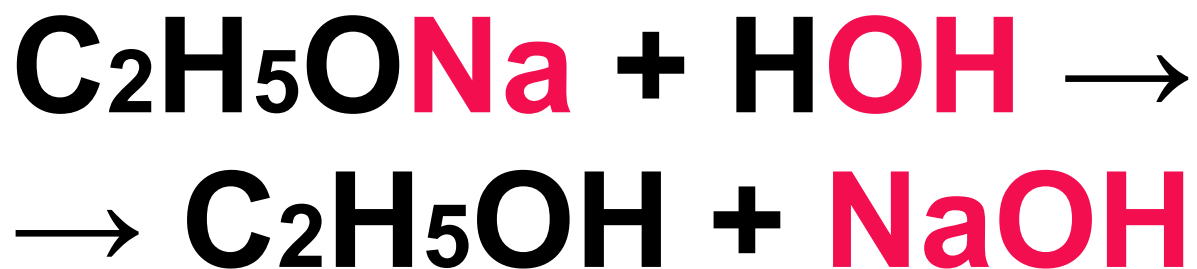
Спирты проявляют **слабые кислотные и слабые основные свойства**, то есть являются амфолитами.

## I. Реакции замещения

1. замещение атомов водорода в группе –ОН атомами металлов (образование алкоголятов):



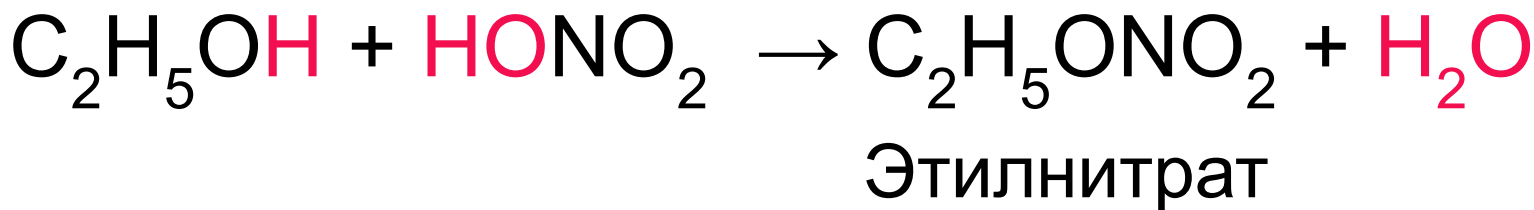
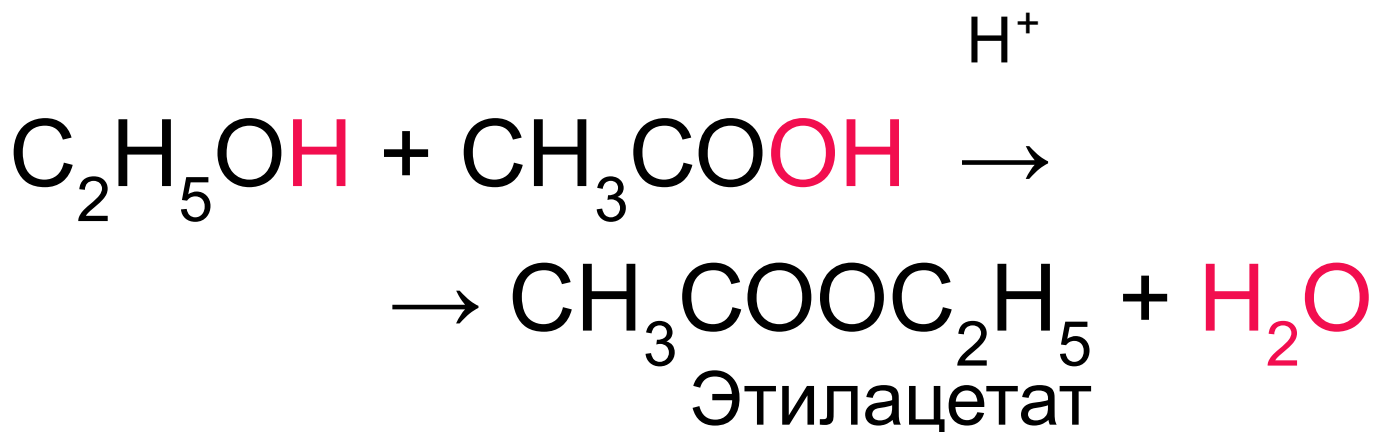
В присутствии  
следов влаги соли спиртов (алкоголяты)  
разлагаются  
до исходных спиртов:



Это доказывает, что спирты — более слабые кислоты, чем вода, т.е. не проявляют кислотных свойств.

## 2. Реакция этерификации (образуются сложные эфиры органических и неорганических кислот)

---



### 3. Замещение гидроксильной группы на галоген

---

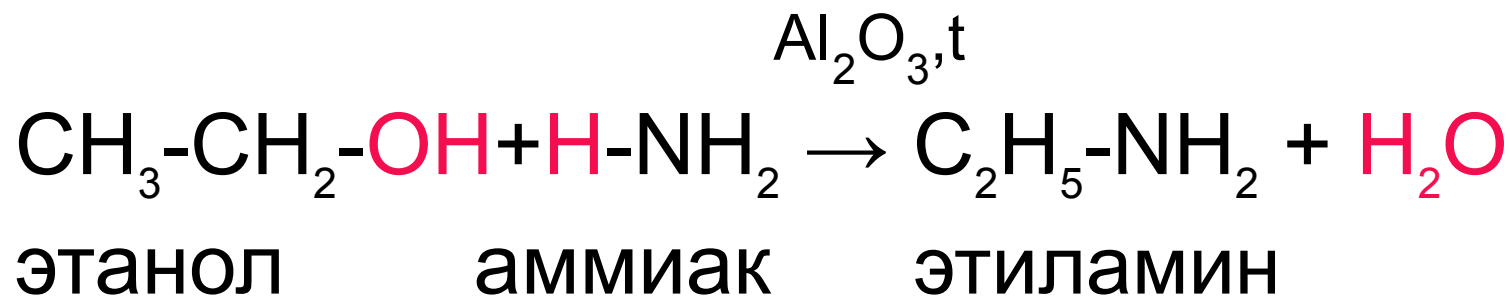


этанол

бромэтан

## 4. Замещение гидроксильной группы на аминогруппу

---

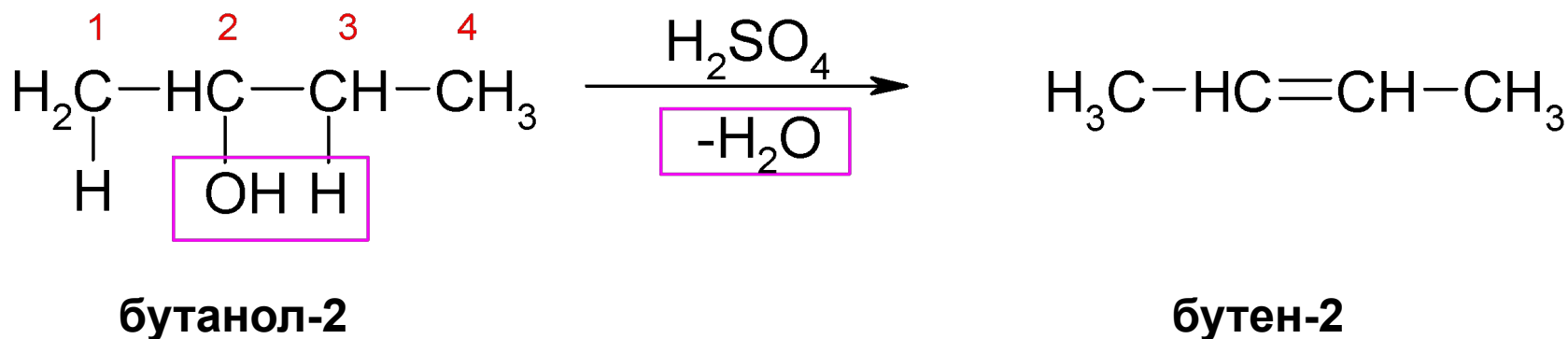
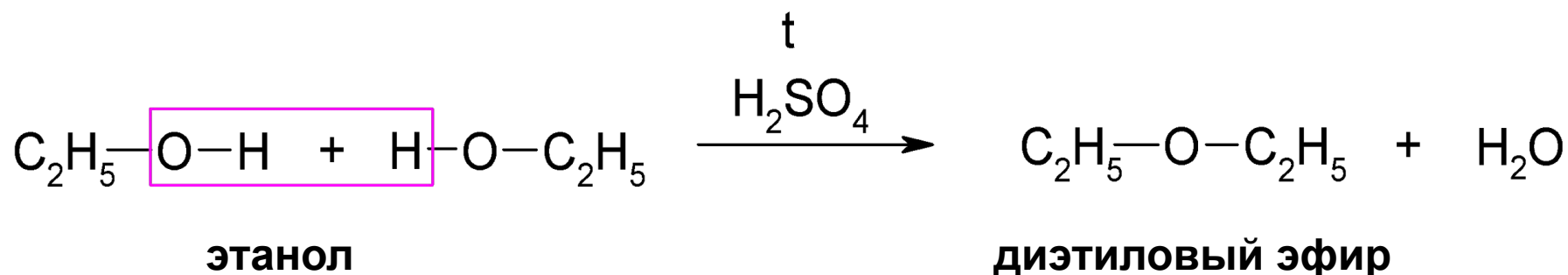


## II. Реакции отщепления (элиминирования)

---

- Виды реакций отщепления:
  - межмолекулярная дегидратация
  - внутримолекулярная дегидратация
  - дегидрирование

**При межмолекулярной дегидратации образуются простые эфиры, при внутримолекулярной – алкены.**



## Правило Зайцева

$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})}$ ,  $180^\circ\text{C}$



бутанол-2

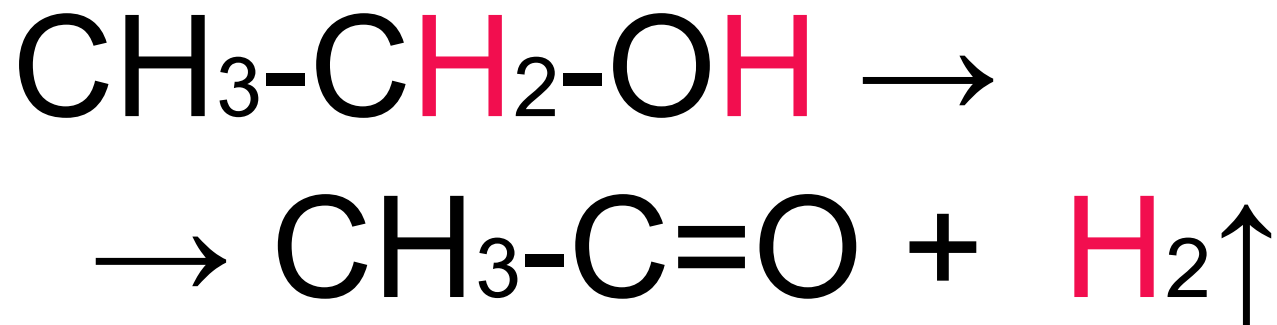


бутен-2



# Дегидрирование (образуются альдегиды или кетоны)

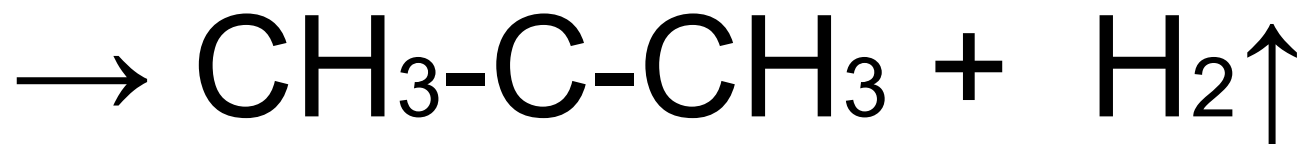
---



|

H

этаналь (уксусный альдегид)

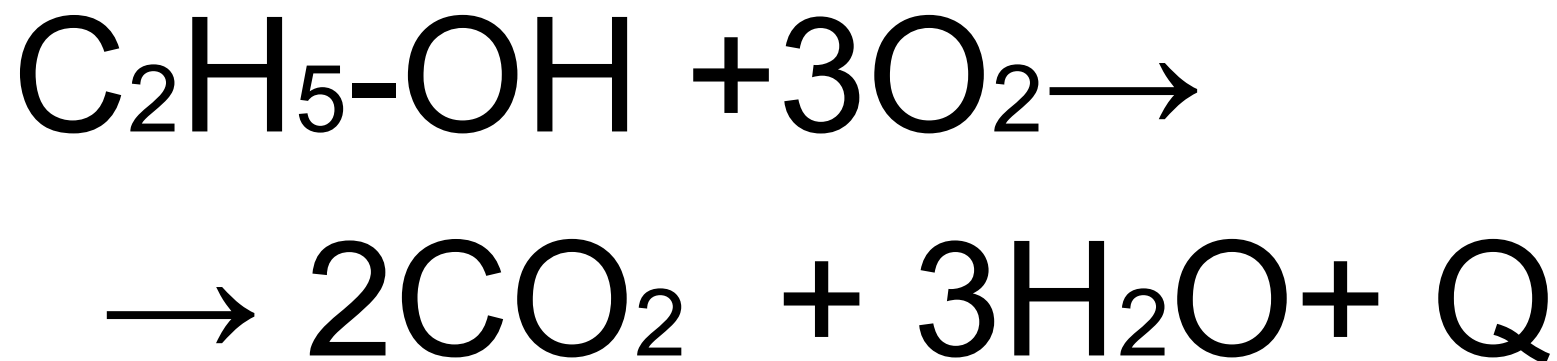


этанон (ацетон, диэтилкетон)

### III. Реакции окисления

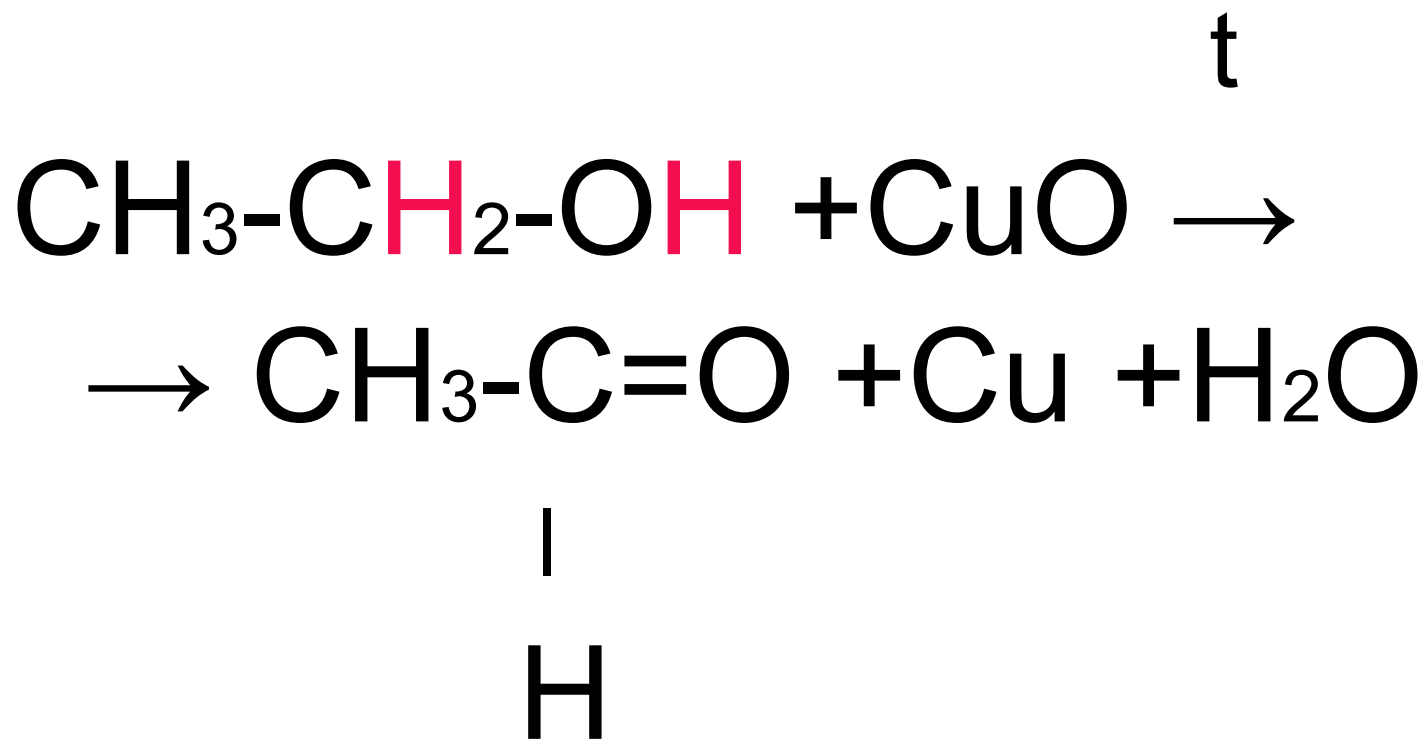
---

#### 1. Горение



Неполное окисление.

---



этаналь (уксусный альдегид)

## Способы получения спиртов

---

1. Гидратация алкенов
2. Щелочной гидролиз галогеноалканов (в присутствии водного раствора щелочи)
3. Гидрирование альдегидов и кетонов (восстановление альдегидов и кетонов)
4. Гидролиз сложных эфиров

Специфические способы получения метанола и этанола

---

1. Синтез метанола из водяного газа  
(катализатор, давление, температура):



2. Спиртовое брожение глюкозы (под действием ферментов):



**3.**

---

## Многоатомные спирты

## Многоатомные спирты

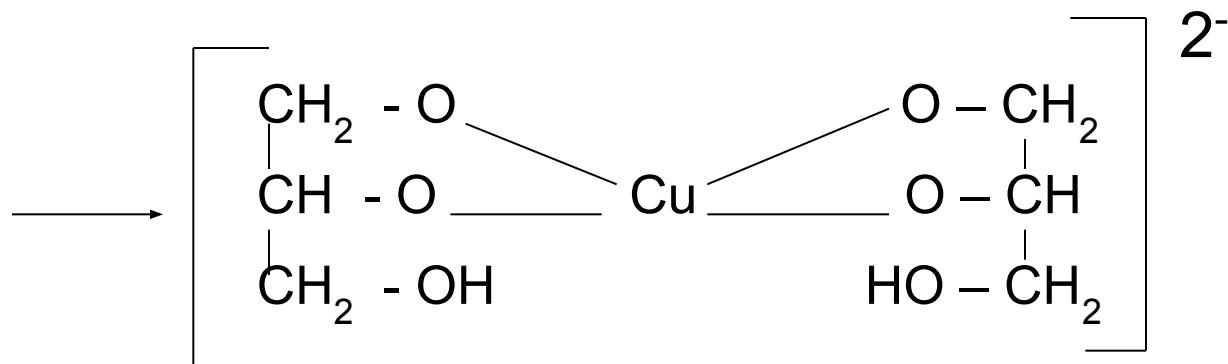
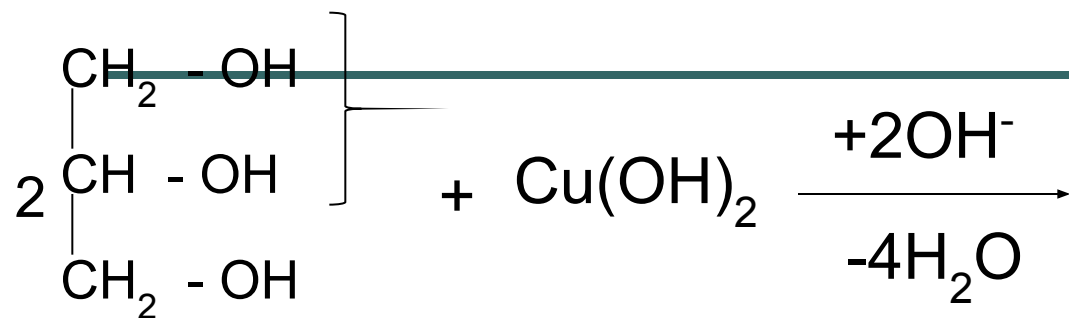
---

Присутствие в молекулах многоатомных спиртов двух и более гидроксильных групп обуславливает некоторые отличия в их свойствах по сравнению с одноатомными спиртами:

- гликоли и другие многоатомные спирты **реагируют со щелочами**, образуя соли по одной из гидроксильных групп;
- многоатомные спирты **взаимодействуют с гидроксидом меди (II)**

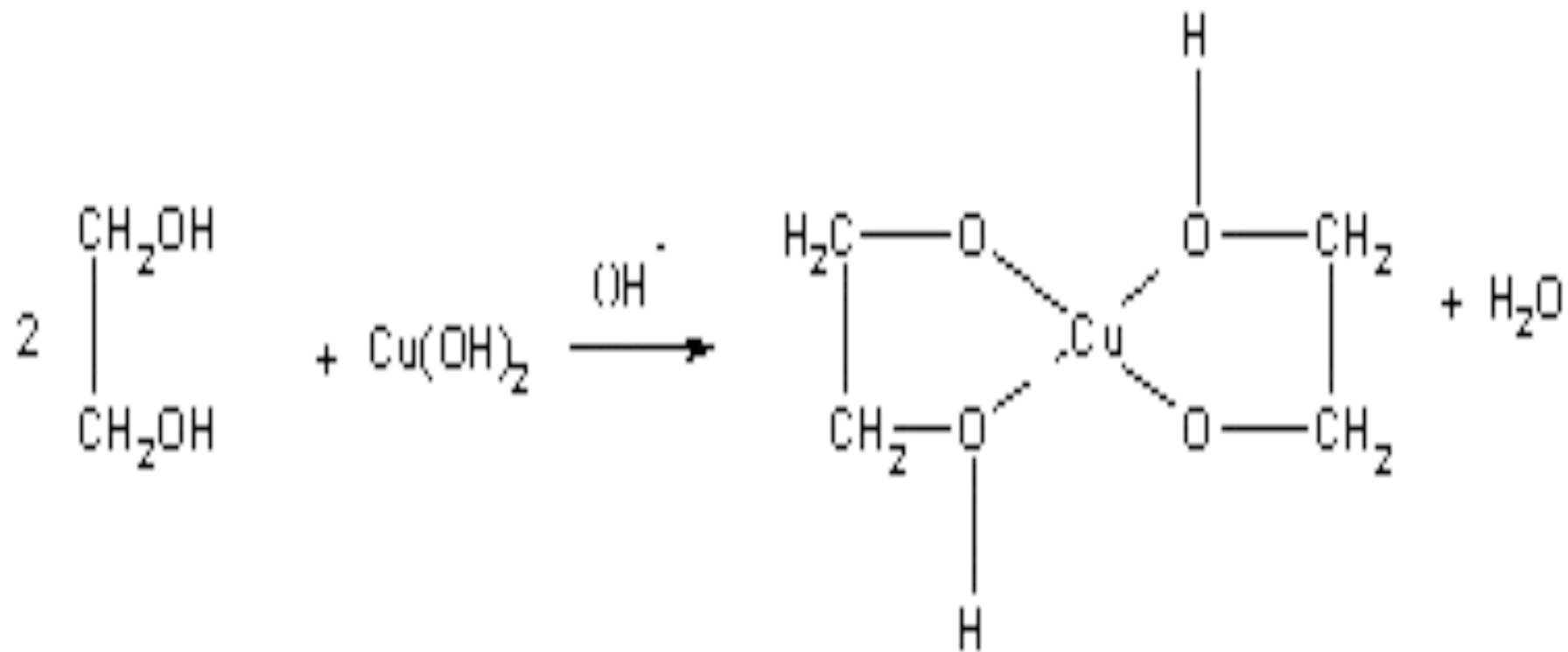


# Химические свойства



Анионный хелатный комплекс глицерат меди (II)

Раствор синего цвета



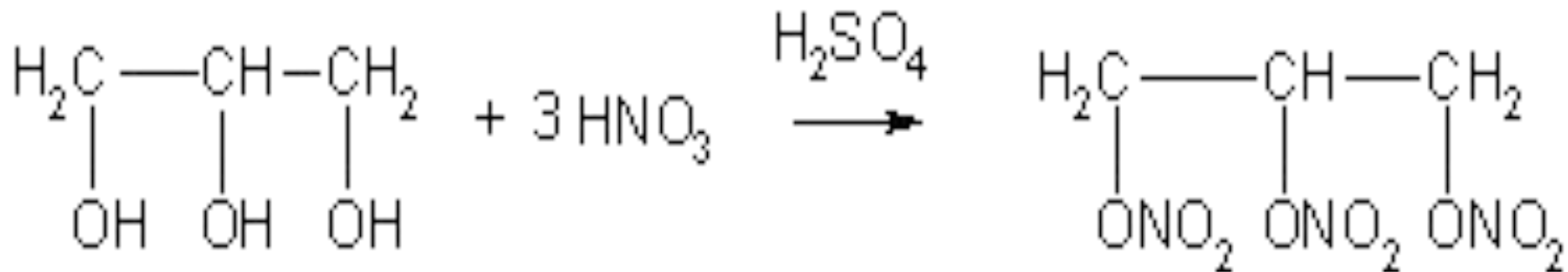
---

**Данная реакция используется для  
качественного обнаружения  
многоатомных спиртов.**

**В реакцию при этом вступает  $\alpha$ -  
диольный фрагмент.**

## 2. Реакция этерификации с органическими и неорганическими кислотами

---



## Способы получения

### 1. **Получение гликолей**

1. Окисление алкенов перманганатом калия в нейтральной среде (гидроксилирование)
2. Щелочной гидролиз дигалогеналканов

### 2. **Получение глицерина**

1. Кислотный гидролиз животных жиров или растительных масел
2. Щелочной гидролиз природных жиров

## Физические свойства

---

Этиленгликоль и глицерин при обычных условиях представляют собой бесцветные вязкие жидкости, легко смешивающиеся с водой; температура кипения этиленгликоля около  $200^{\circ}\text{C}$ , а глицерина – чуть ниже  $300^{\circ}\text{C}$ .

Этиленгликоль ядовит,  
глицерин сладкий на вкус.

**4.**

---

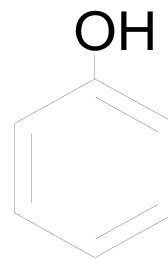
**Фенолы:** характеристика, способы  
получения, свойства, применение

# Фенолы

Фенолы – гидроксисоединения, в молекулах которых ОН-группы непосредственно связаны с

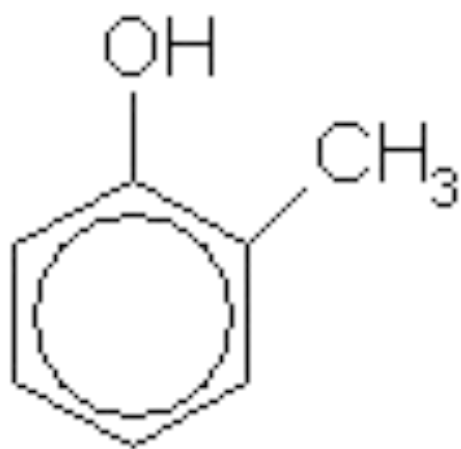
По количеству ОН-групп различают:

а) Одноатомные фенолы

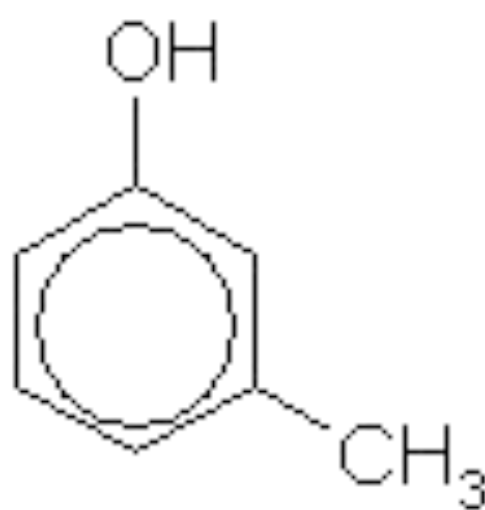


фенол

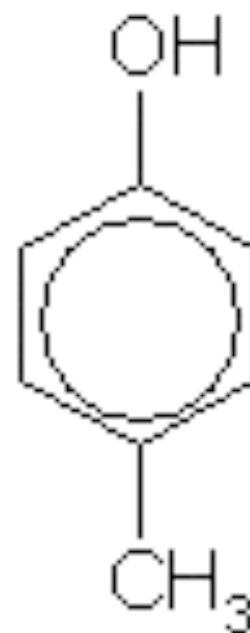




o-крезол



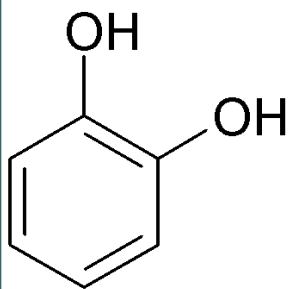
m-крезол



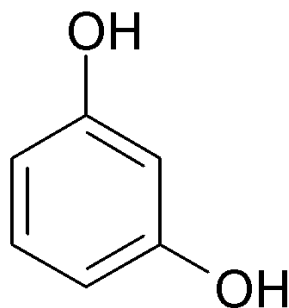
p-крезол

## б) многоатомные фенолы

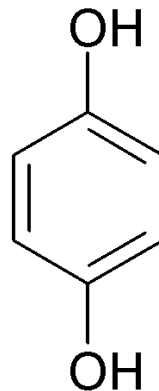
---



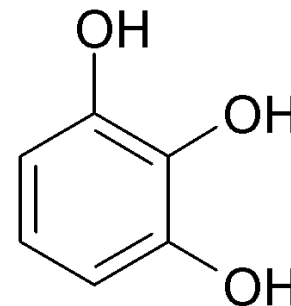
*пирокатехин*



*резорцин*

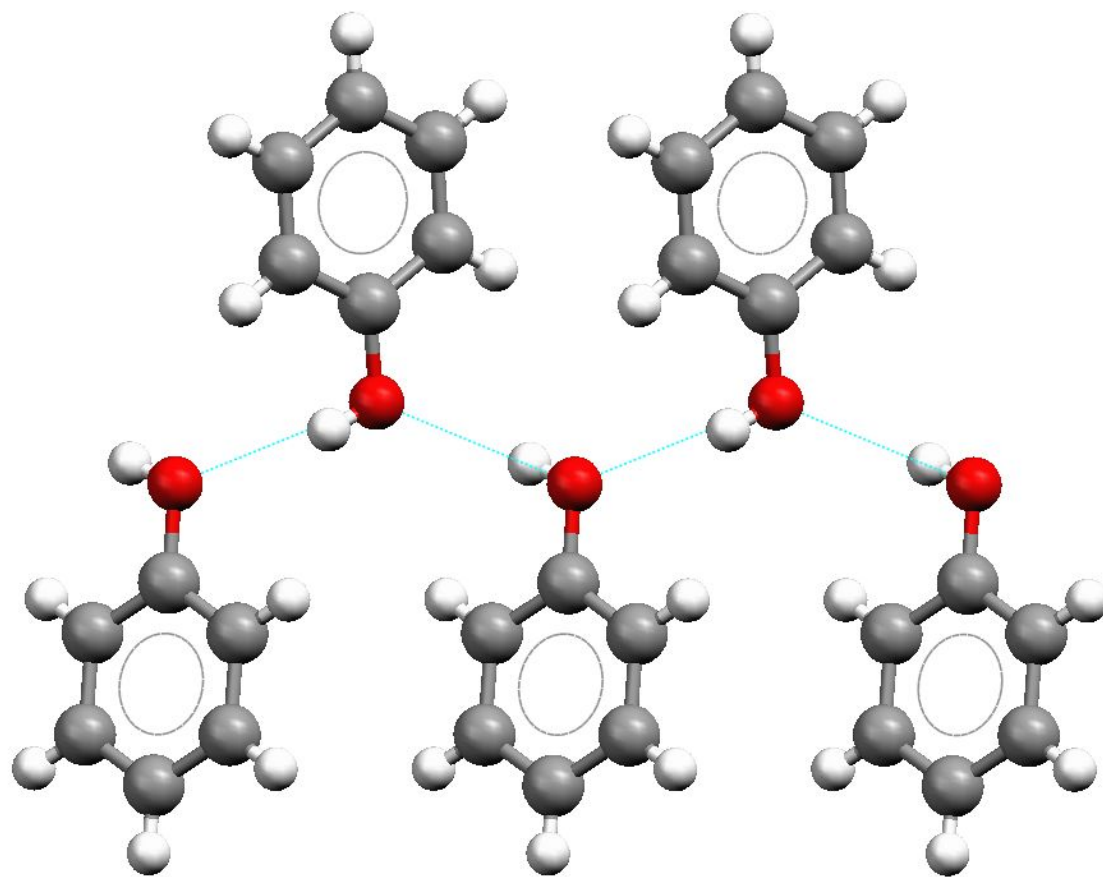


*гидрохинон*



*пирогаллол*

## Физические свойства фенола

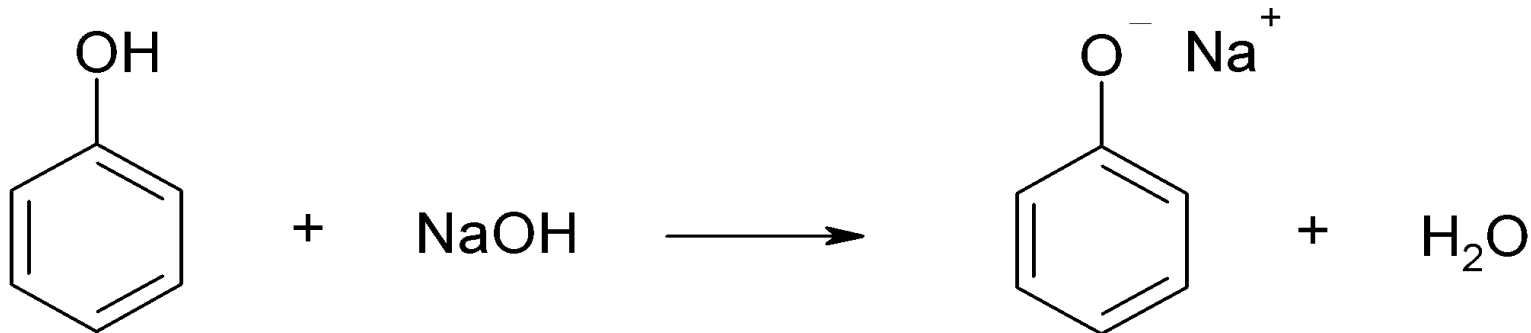


**Фенол- кристаллическое вещество, антисептик.**

# Химические свойства фенолов

---

## 1. Кислотные свойства:

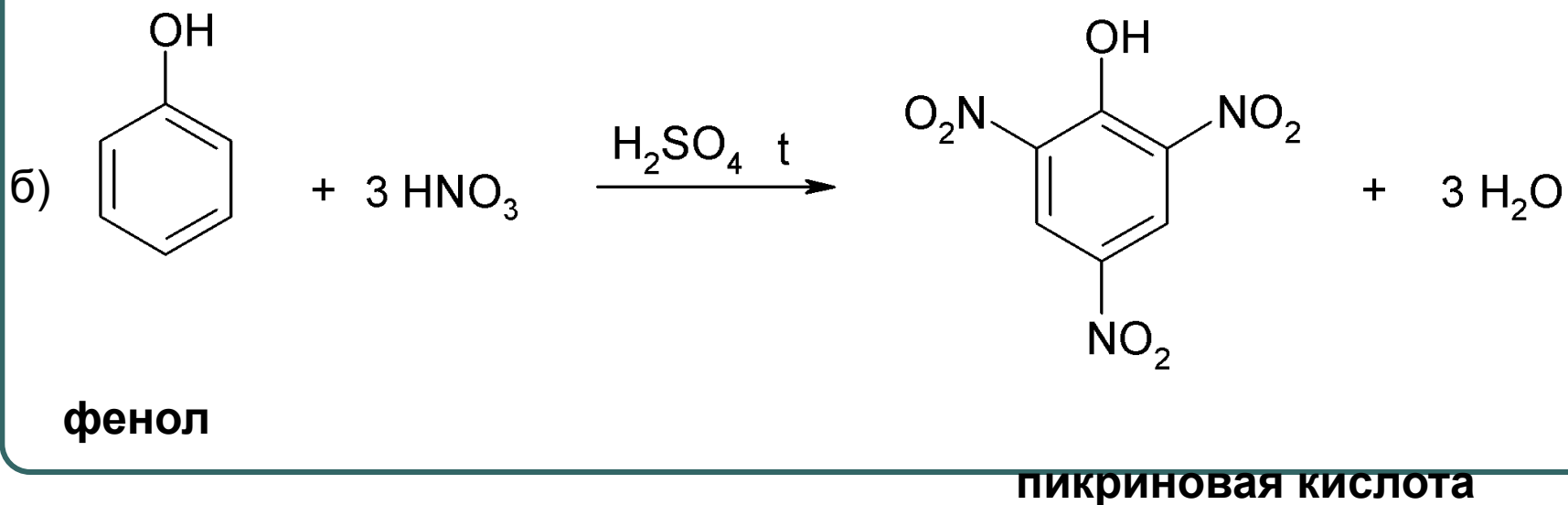
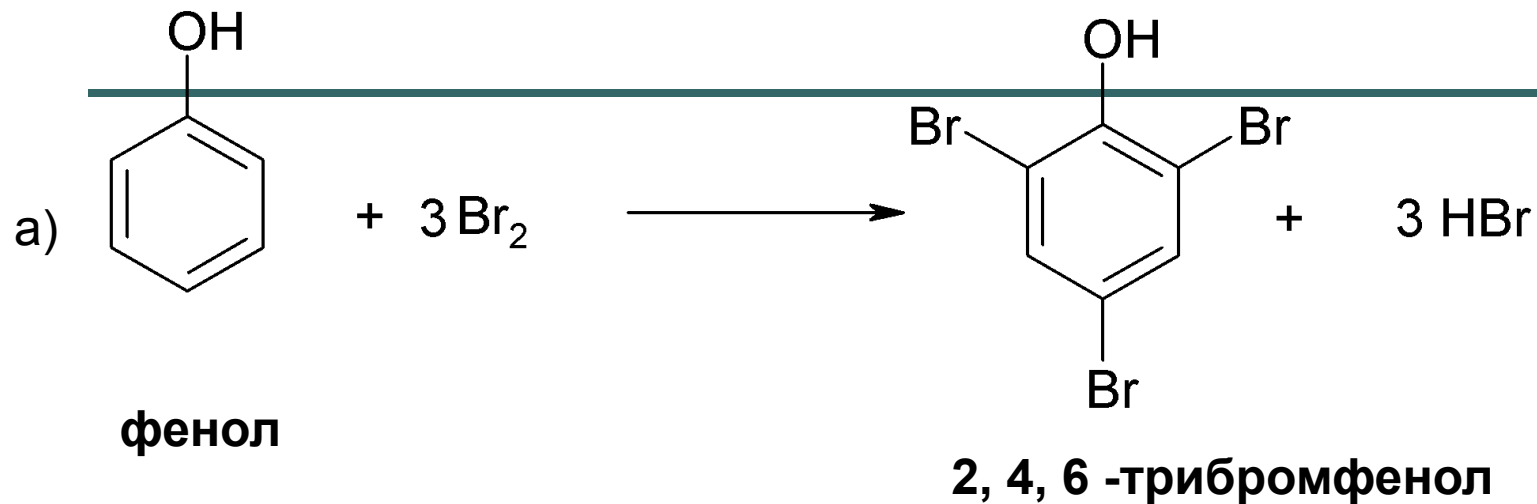


фенол

фенолят натрия

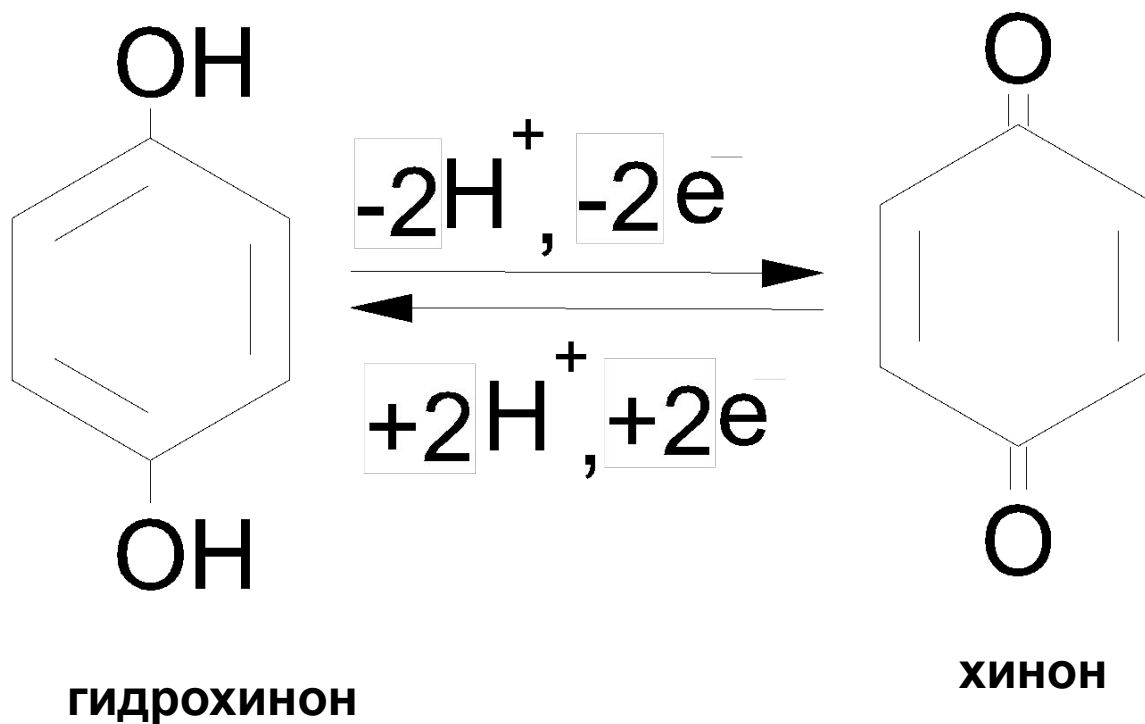


## 2. Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ):



### 3. Окисление фенолов:

---



4. Реакции присоединения  
(гидрирование) с образованием  
~~алициклических спиртов~~  
(циклогексанол)

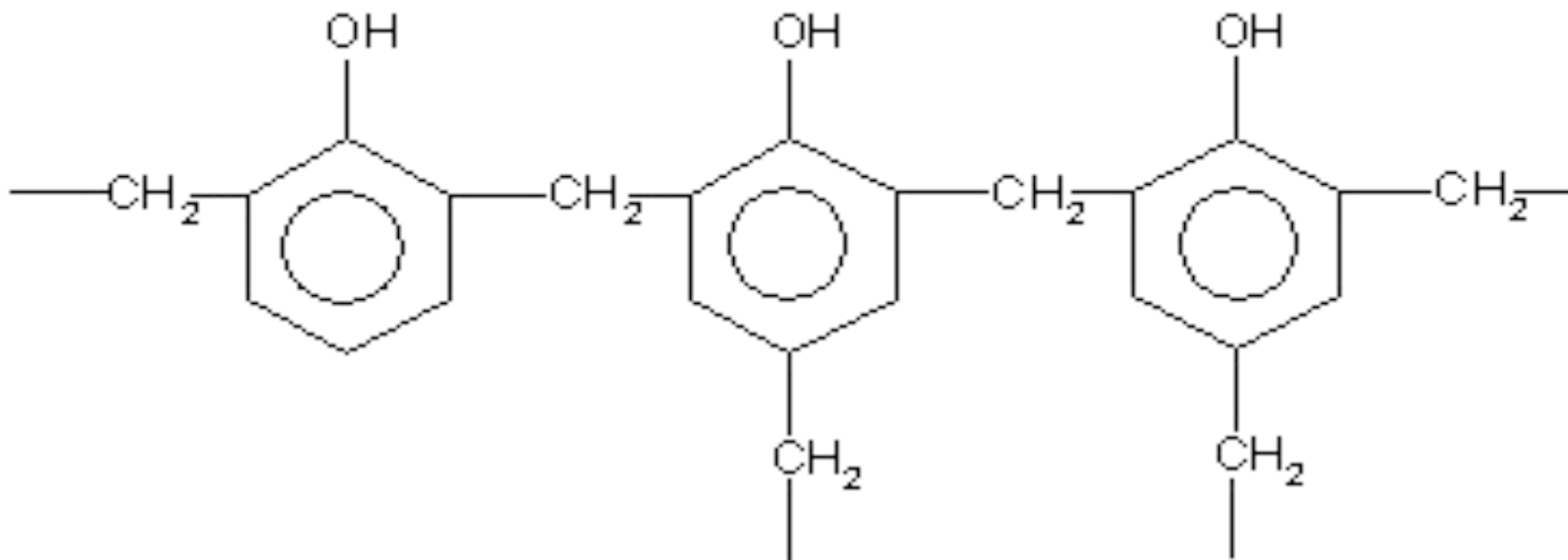
5. Качественная реакция с хлоридом  
железа (III):

Одноатомные фенолы + хлорид железа  
→ сине-фиолетовая окраска,  
исчезающая при подкислении

Многоатомные фенолы + хлорид железа  
→ окраска различных оттенков

## 6. Реакции поликонденсации.

Фенол + формальдегид → катализатор →  
фенолформальдегидная смола :





---

**Спасибо за  
внимание!**