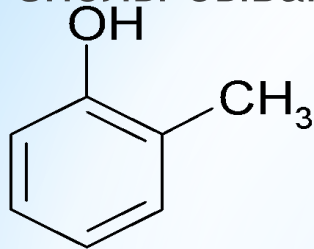


# Фенолы

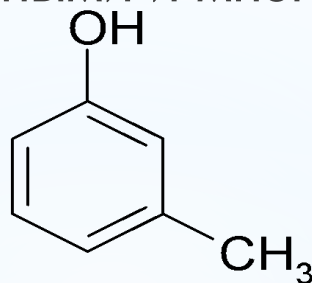
- это кислородсодержащие производные ароматических углеводородов, содержащие одну или несколько гидроксильных групп -ОН.

# I. Классификация и изомерия

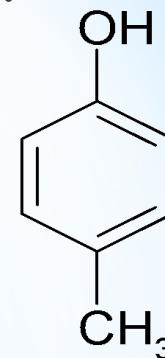
Фенолы бывают одноатомными и многоатомными:



*o*-крезол

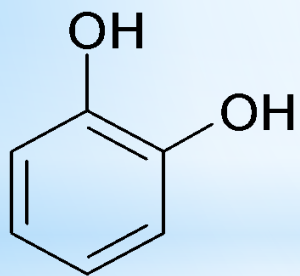


*m*-крезол

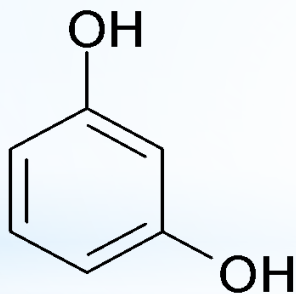


*p*-крезол

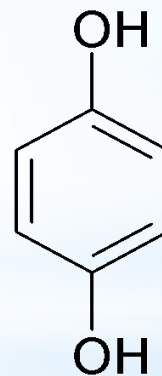
*одноатомные фенолы* ( $C_n H_{2n-7} OH$ )



пирокатехин



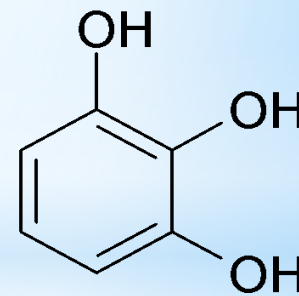
резорцин



гидрохинон

*двухатомные фенолы*

( $C_n H_{2n-8} (OH)_2$ )

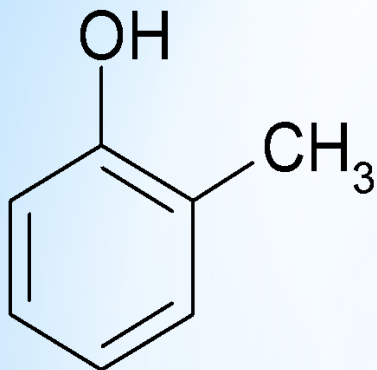


пирогаллол

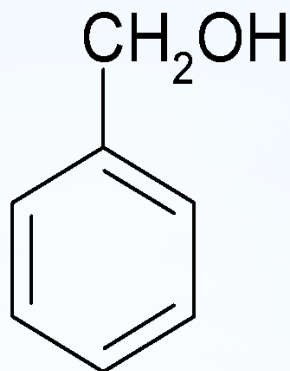
*трехатомный фенол*

( $C_n H_{2n-9} (OH)_3$ )

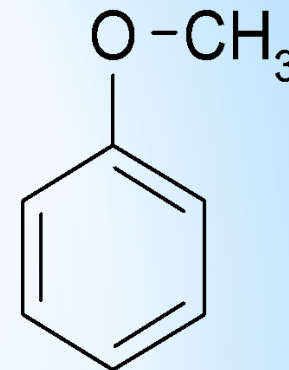
Для фенолов характерна структурная изомерия:  
положения OH-группы и межклассовая изомерия



*o*-крезол  
(фенол)



бензиловый спирт  
(ароматический спирт)

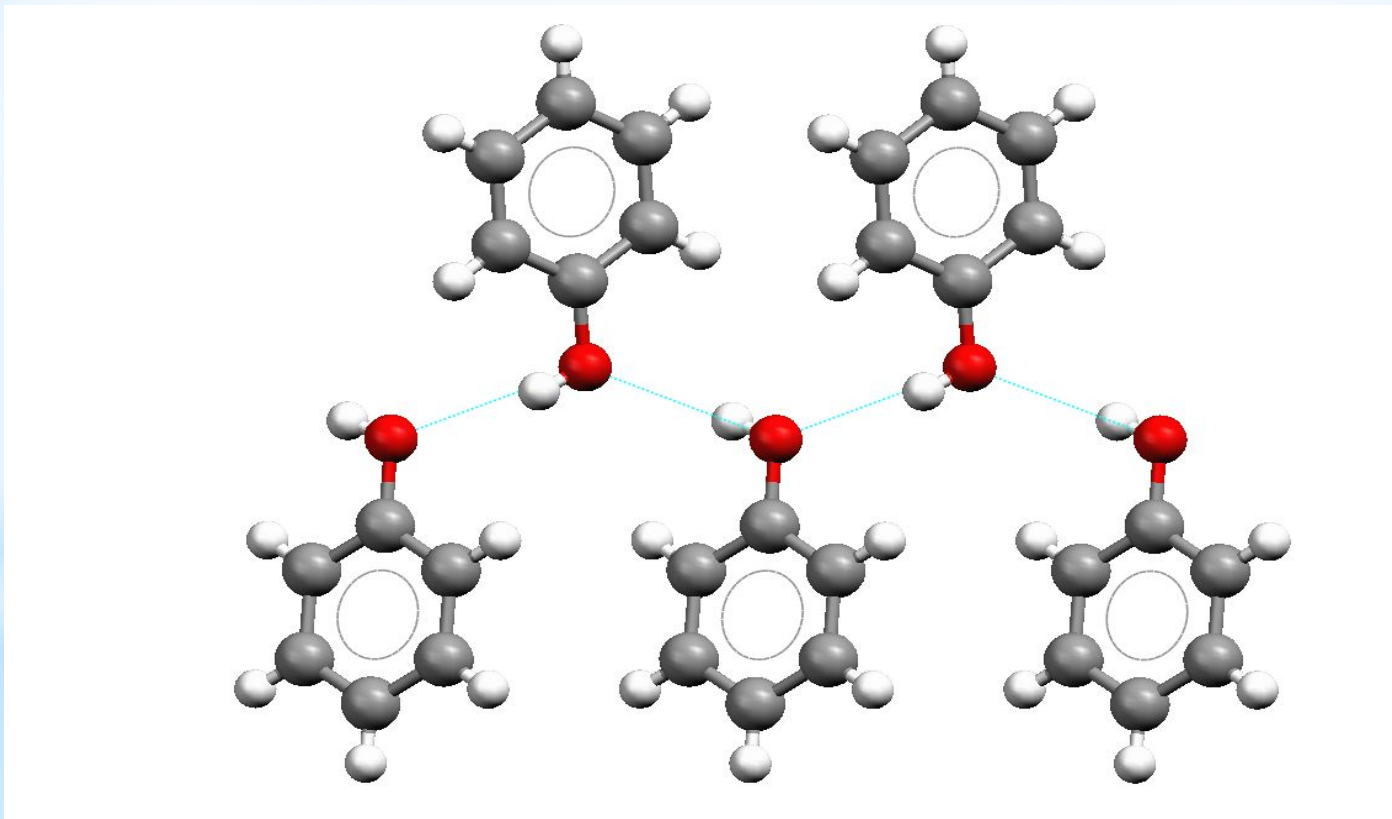


анизол  
(простой эфир)

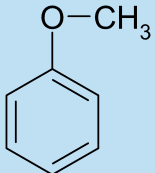
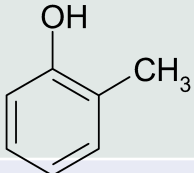
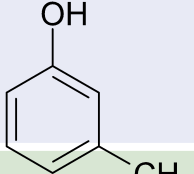
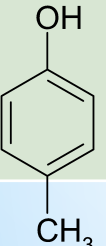
*Межклассовые изомеры одноатомных фенолов*

## II. Физические свойства фенолов

*Фенол – белое кристаллическое вещество с характерным запахом. На воздухе розовеет. Плохо растворим в воде, но при повышении температуры до 70 0С растворяется полностью. Такие особенности фенола объясняются наличием межмолекулярной водородной связи:*



**Таблица.** Температуры плавления и кипения  
 изомерных крезолов и метилфенилового эфира (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>O)

Формула	Название вещества	Температура плавления, °С	Температура кипения, °С
	анизол	-37	153
	о-крезол	30	191
	м-крезол	4	203
	п-крезол	36	202

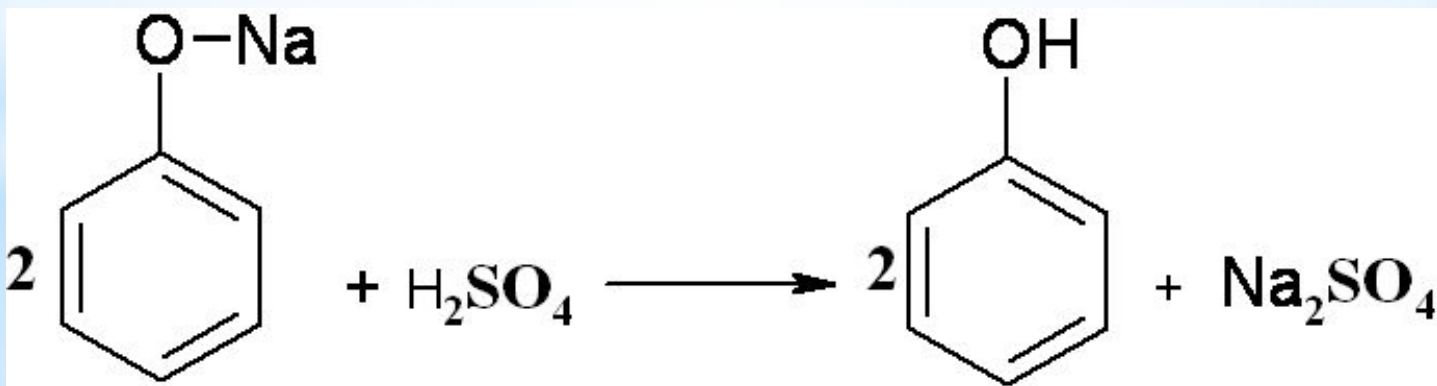
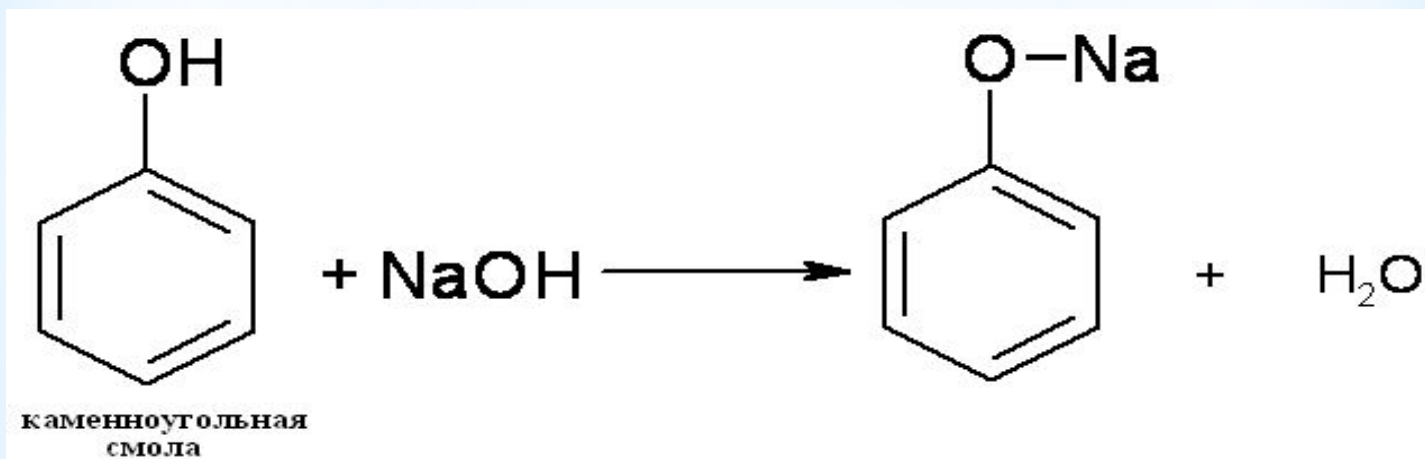
- \* Фенол очень токсичен, при попадании на кожу вызывает ожоги. Фенол обладает хорошими дезинфицирующими свойствами; это было первое вещество, которое использовалось для дезинфекции (Дж. Листер, 1867)
- \* Фенолы входят в состав креозота - жидкости, получаемой из каменноугольной смолы и используемой для пропитки шпал для предотвращения их гниения. Очищенный креозот используется как антисептик в медицине.
- \* Пентахлорфенол применяется для пропитки древесины как антисептик, инсектицид и фунгицид. Пентахлорфенолятом натрия обработаны брёвна Кижских церквей.



### III. Способы получения фенолов

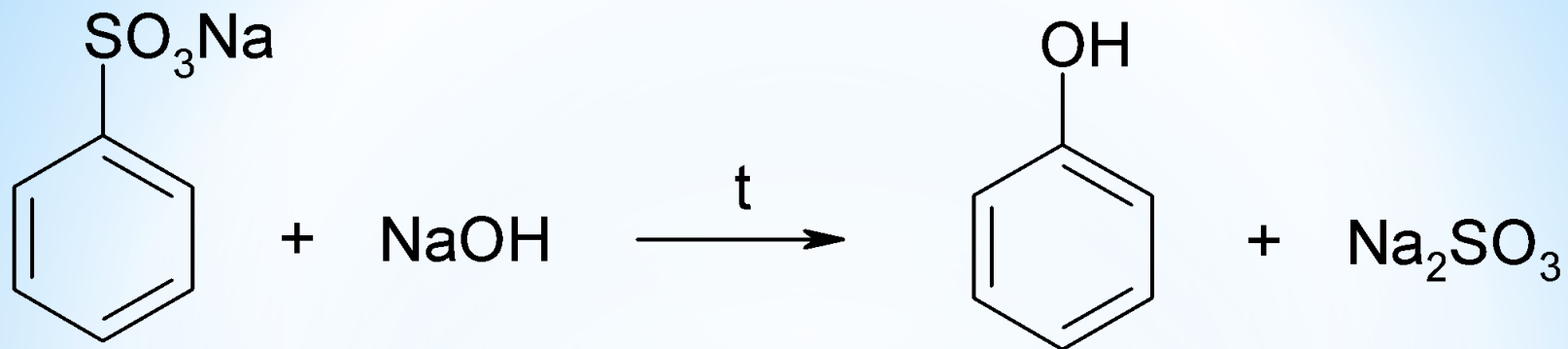
#### 1. Из каменноугольной смолы.

Фенол был впервые выделен из каменноугольной смолы Рунге в 1834 году.

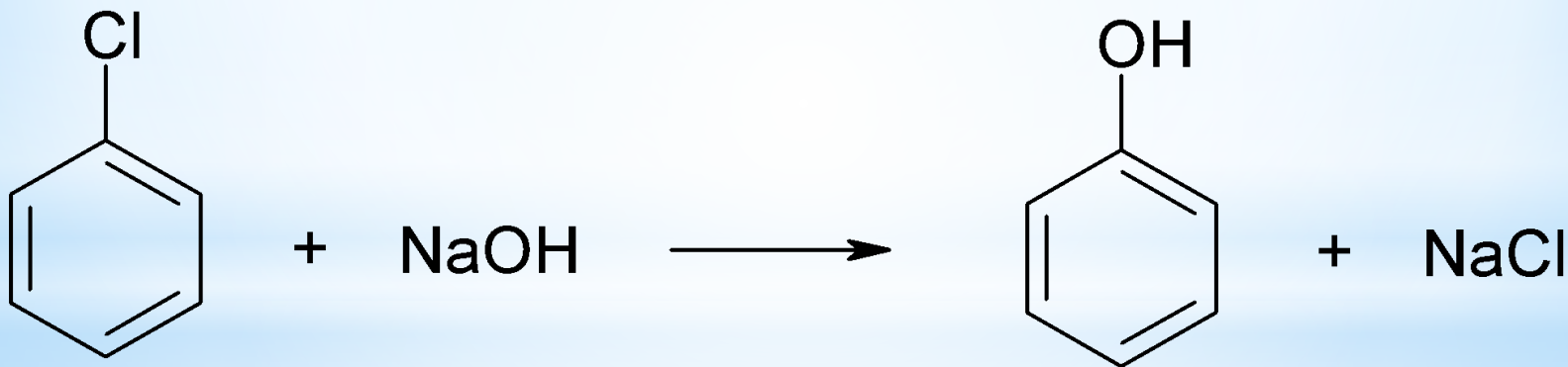




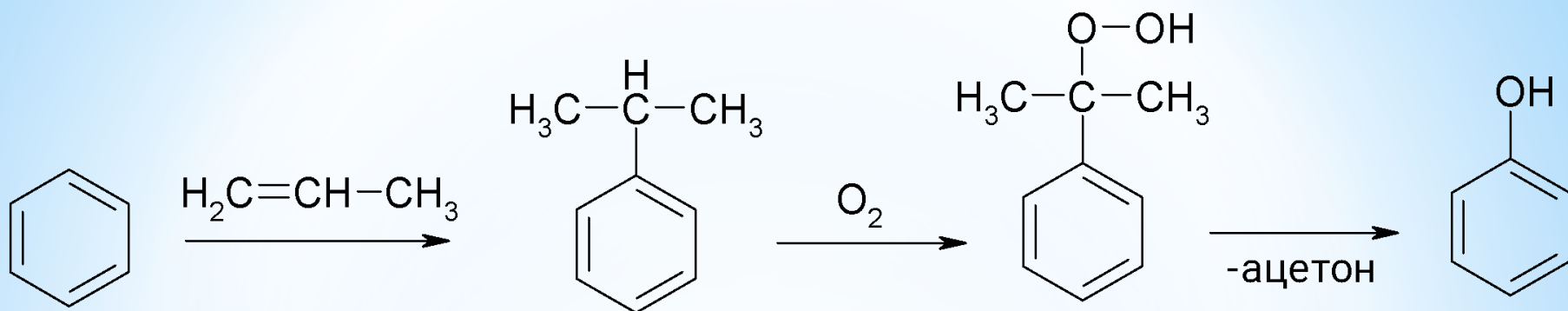
## 2. Сплавление солей сульфокислот со щелочами



## 3. Гидролиз галогенопроизводных бензола



#### 4. Кумольный способ (синтез Сергеева)



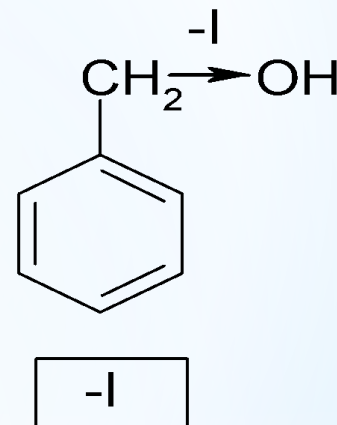
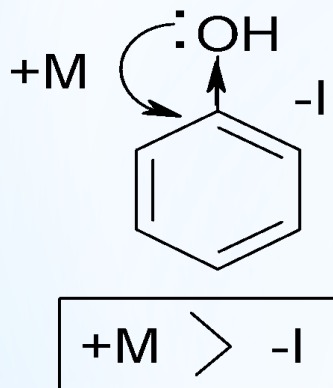
Реакция открыта Р.Ю. Удрисом и Б.Д. Кружаловым в 1942 году в лаборатории, которой руководил П.Г. Сергеев.

В это время они были репрессированы и работали в лаборатории, которая была и местом их заключения.

# IV. Химические свойства фенола

Химические свойства фенолов обусловлены наличием в их молекулах функциональной группы -ОН и бензольного кольца.

В молекуле фенола неподеленная пара электронов на атоме кислорода гидроксильной группы вступает в сопряжение с  $\pi$ -электронной плотностью бензольного кольца (+ М эф-т группы ОН).



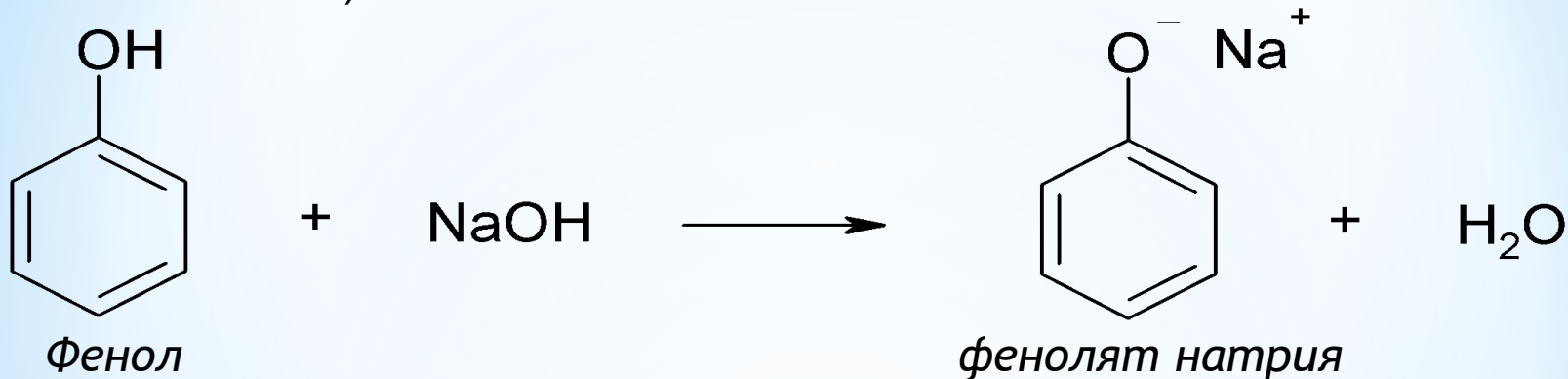
Это приводит к двум эффектам:

**1 эффект:** проявляется в высокой активности фенола в реакциях электрофильного замещения (по сравнению с бензолом), причем максимумы электронной плотности находятся в орто- и пара- положениях по отношению к группе ОН.

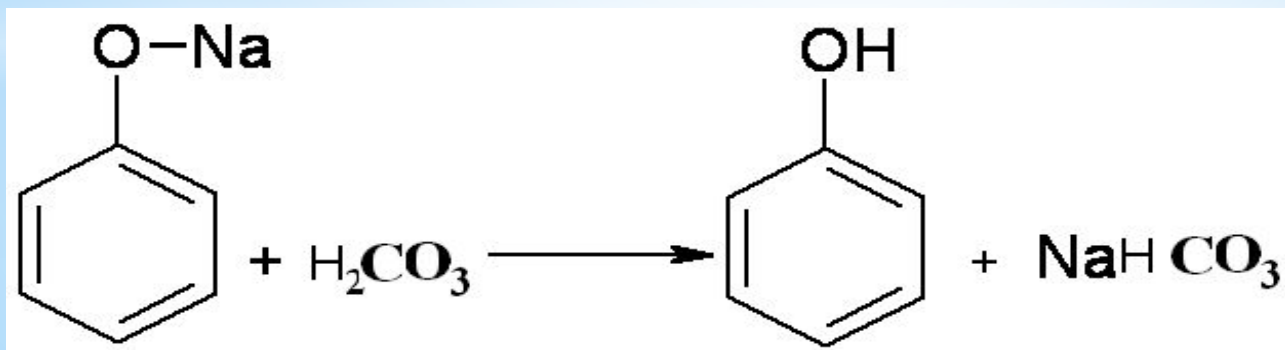
**2 эффект:** проявляется в повышенной кислотности фенола по сравнению с предельными спиртами. Это объясняется тем, что вследствие втягивания пары электронов атома кислорода, электронная плотность на атоме кислорода, уменьшается и как следствие приводит к поляризации и ослаблению связи О-Н.

# 1. Кислотные свойства фенола

Кислотность фенолов значительно выше, чем у предельных спиртов. Данный факт подтверждается тем, что он реагирует как со щелочными металлами, так и с гидроксидами щелочных металлов (отсюда тривиальное название фенола - карболовая кислота)



Образующиеся феноляты взаимодействуют с неорганическими кислотами по принципу – более сильная кислота вытеснит менее сильную из раствора ее соли.

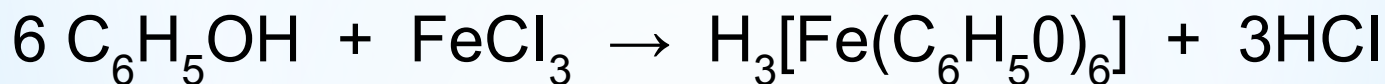


**! Кислотные свойства фенола ослабляются при введении в кольцо заместителей I рода и усиливаются при введении заместителей II рода.**

## **2. Комплексообразование с солями железа(III)**

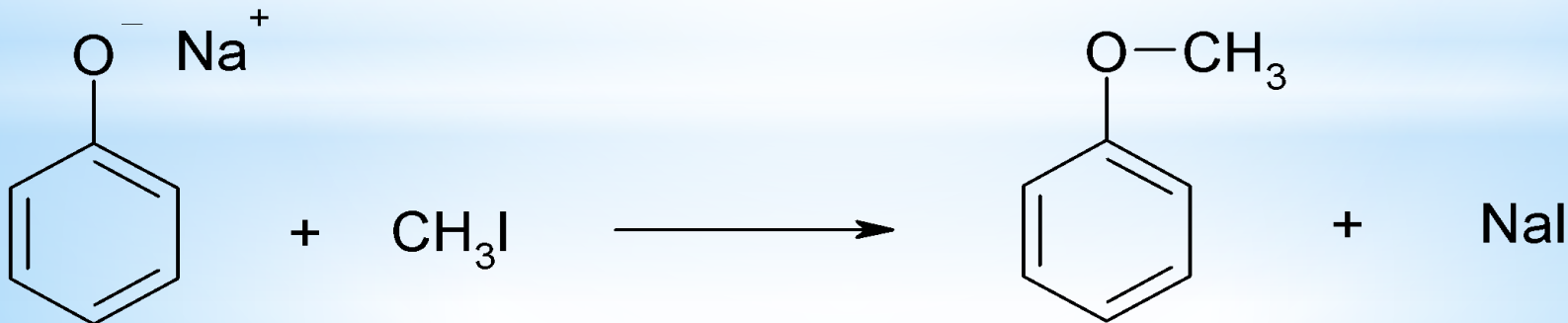
**(качественная реакция на фенолы)**

**В результате взаимодействия с хлоридом железа (III) с образуется комплексная соль, окрашенная в сине-фиолетовые цвет.**



## **3. Образование эфиров**

**Образование простых эфиров**

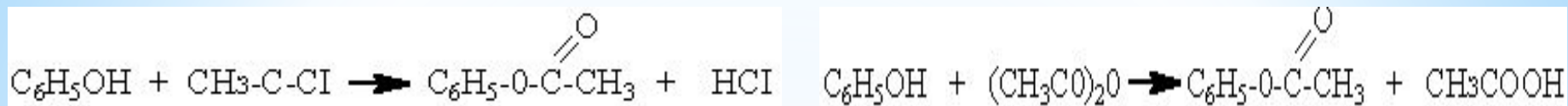


*фенолят натрия*

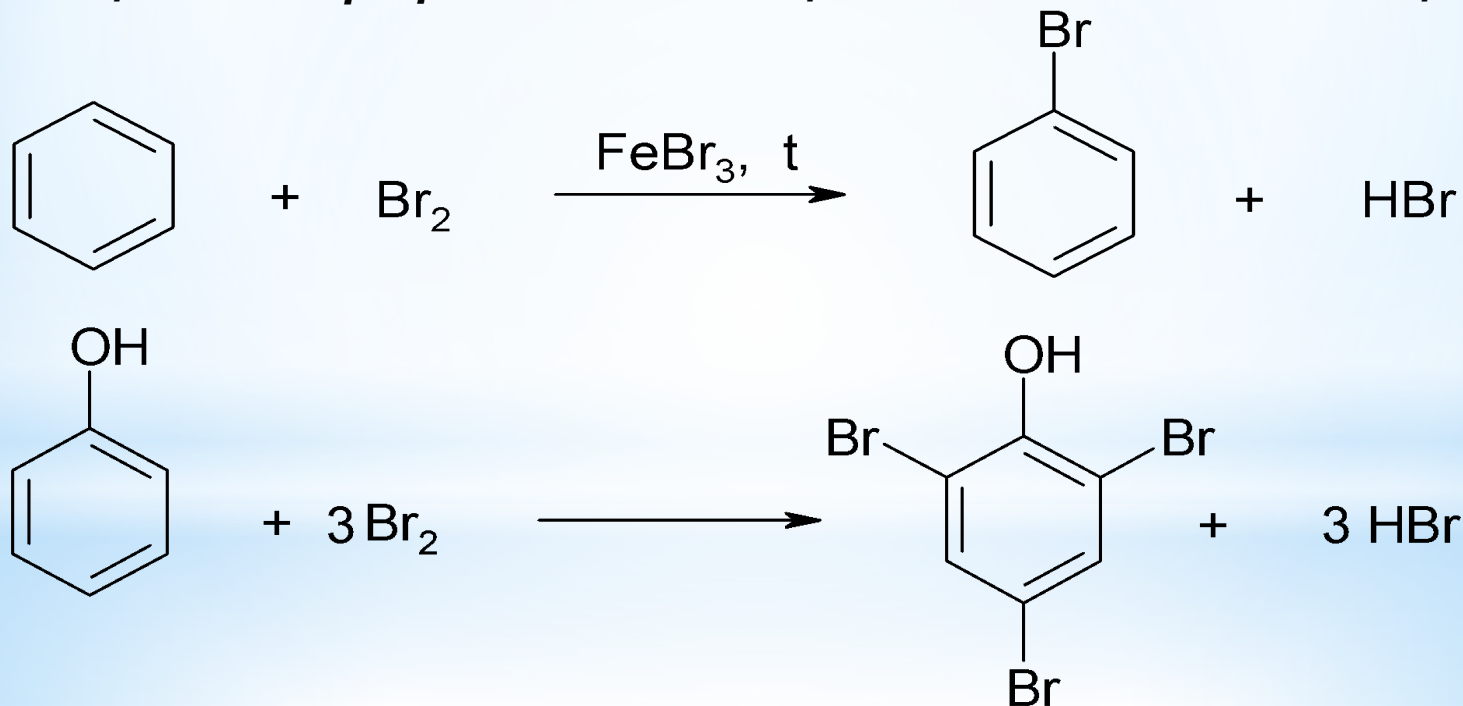
*анизол*

## Образование сложных эфиров

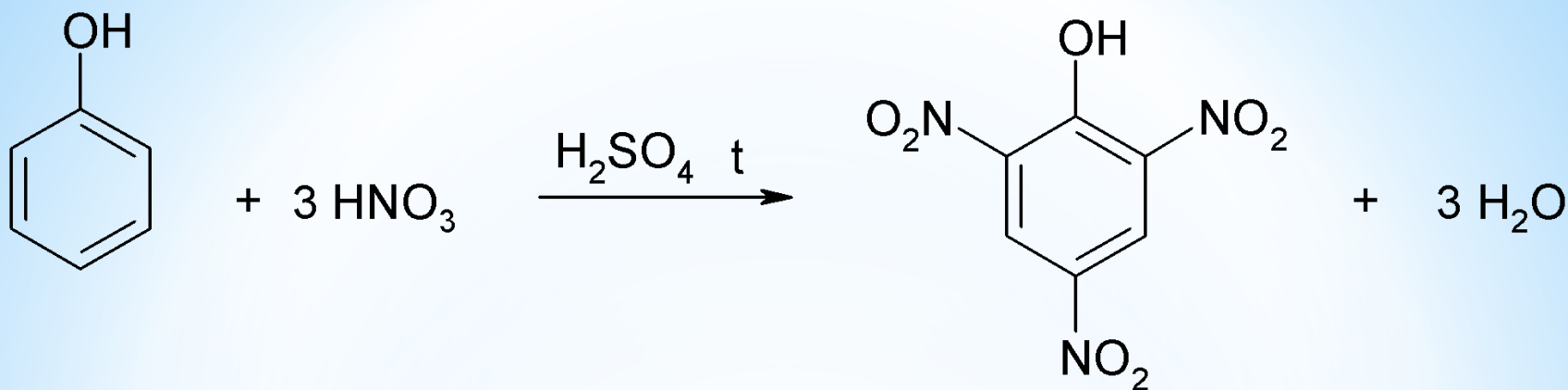
В отличие от спиртов, фенолы не образуют сложных эфиров при действии на них карбоновых кислот, для этого используются хлорангидриды и ангидриды кислот:



### 4. Реакции электрофильного замещения в бензольном кольце



**! Реакция бромирования фенола в водных растворах является качественной на фенол, так как сопровождается образованием белого осадка**



*пикриновая кислота*  
(2,4,6 – тринитрофенол )

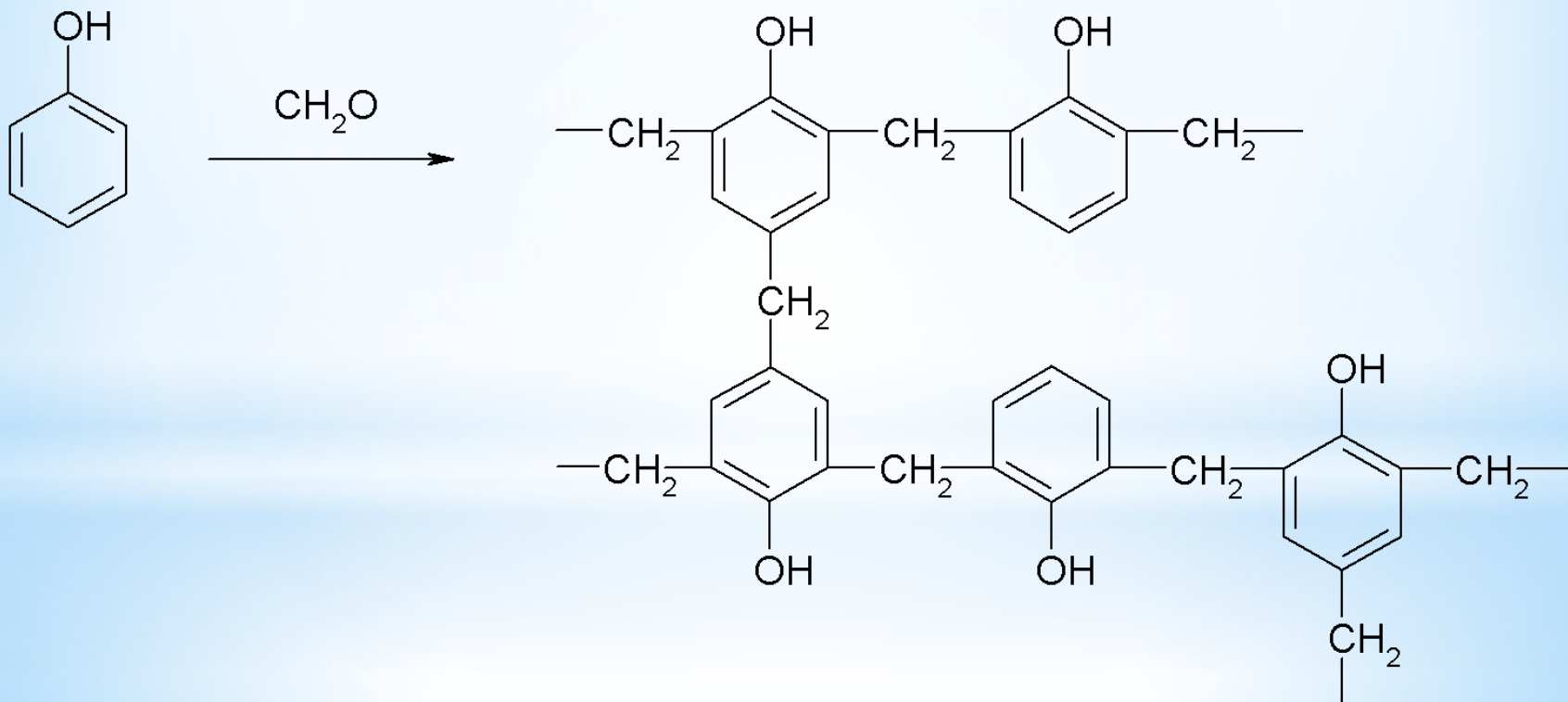
Пикриновая кислота представляет собой светло-желтые кристаллы,  $t_{пл}$  122,5 °С. Является мощным взрывчатым веществом. Применялась как взрывчатое вещество в кон. 19 – нач. 20 вв. под названиями **мелинит** (Россия, Франция), **лиддит** (Великобритания), **шимоза** (Япония) и **с/88** (Германия).

Так же применялась также как краситель для тканей.

## 5. Реакции поликонденсации

**Фенол взаимодействует с формальдегидом, образуя важные промышленные полимеры – фенолформальдегидные смолы**

**Фенол легко конденсируется с альдегидами в присутствии щелочных или кислых катализаторов. Эта реакция лежит в основе получения пластических масс и лаков. При обычной температуре образуется полимер линейной структуры (новолачная смола). При нагревании - образуется полимер разветвленной структуры (фенолформальдегидная смола).**



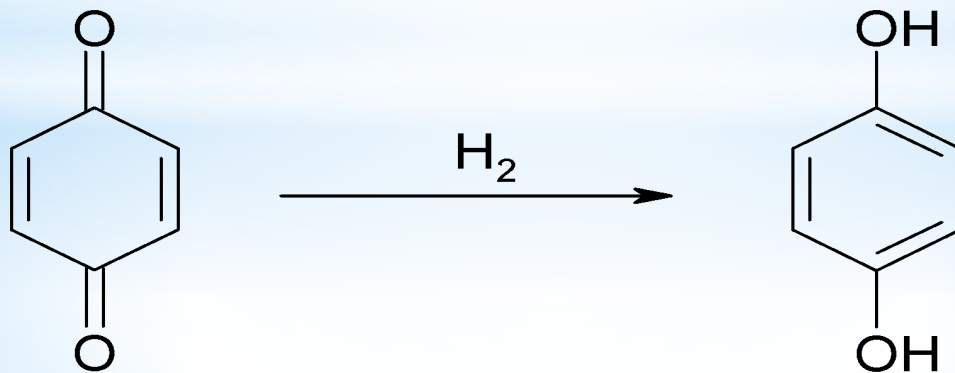
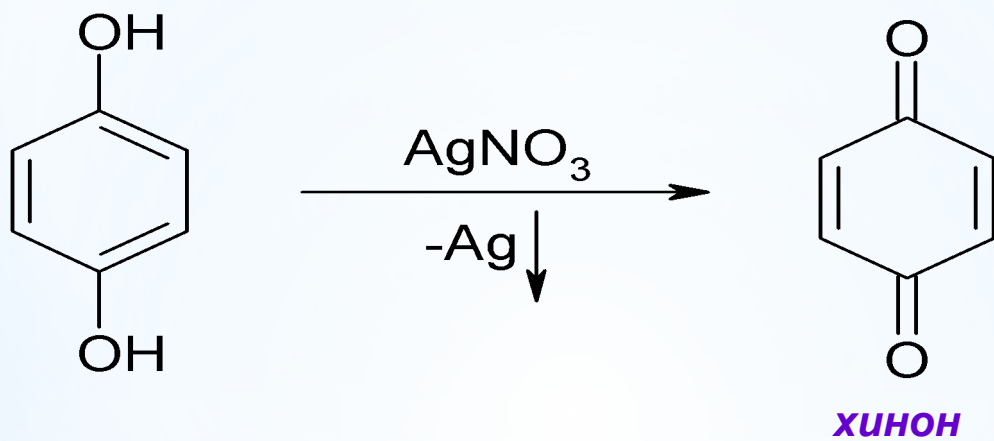
**фенолформальдегидная смола**



- \* Фенолформальдегидные смолы являются вязкими жидкостями или твердыми веществами. Отвержденные фенолоформальдегидные смолы обладают электроизоляционными и механическими свойствами. Применяются в производстве фенопластов, клеев, лаков, герметиков, фанеры, фенолформальдегидного волокна (кайнол).
- \* Фенолформальдегидные смолы являлись первыми промышленными синтетическими смолами; их производство под названием “бакелит” было начато в 1909 году.
- \* Также, в промышленности используются крезоло-формальдегидные смолы, резорцино-формальдегидные смолы, феноло-анилино-формальдегидные смолы, феноло-гексаметилентетраминовые смолы, феноло-фурфурольные смолы и смешанные смолы.

## 6. Реакции окисления

Фенол легко окисляется даже при действии кислорода воздуха. Так, при стоянии на воздухе фенол постепенно окрашивается в розовато-красный цвет. При энергичном окислении фенола хромовой смесью основным продуктом окисления является *хинон*. Двух и трехатомные фенолы окисляются еще легче.



\*Производные бензохинона - убихиноны (коэнзимы Q) в митохондриях и пластохиноны в хлоропластах участвуют в переносе электрона и синтезе АТФ:

