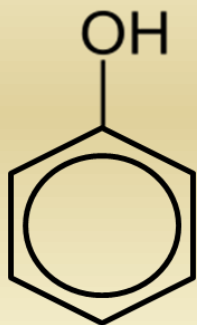


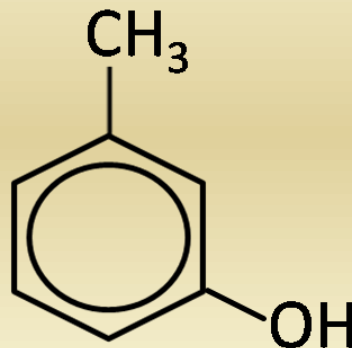


**Фенолы** – это производные ароматических углеводородов, в молекулах которых одна или несколько гидроксогрупп непосредственно связаны с атомами углерода бензольного кольца:



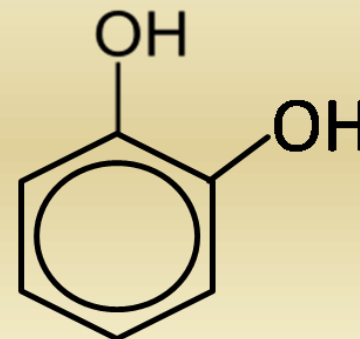
**фенол**

(гидроксibenзол)



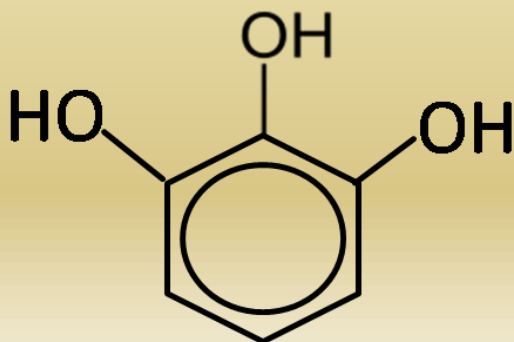
**М.-крезол**

(3-гидрокситолуол,  
или 3-метилфенол)



**пирокатехин**

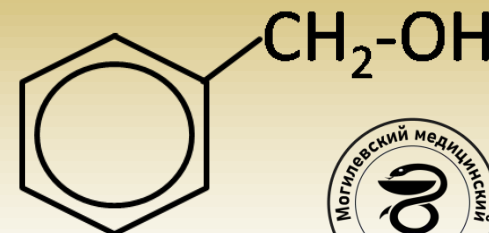
(1,2-  
дигидроксibenзол)



**пирогаллол**

(1,2,3-тригидроксibenзол)

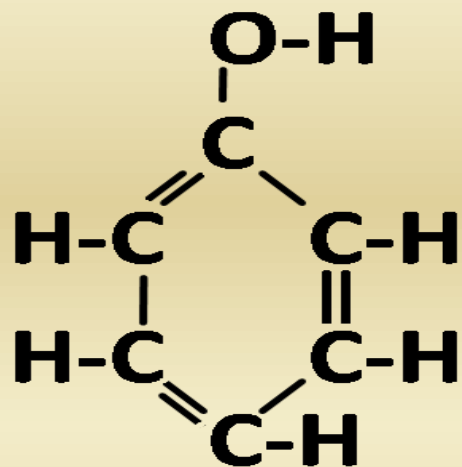
!!! Фенолы необходимо отличать  
от ароматических спиртов:



**бензиловый спирт**



# Строение фенола (гидроксibenзола, карболовой кислоты)



или



или



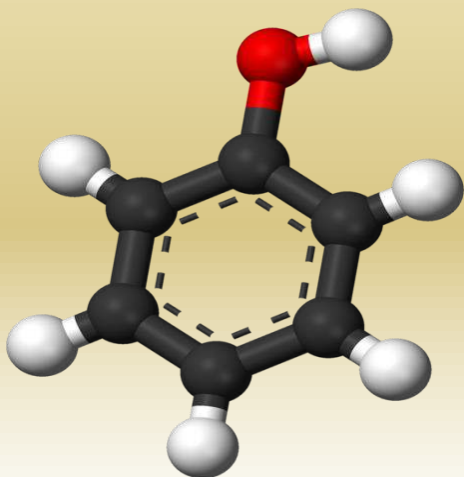
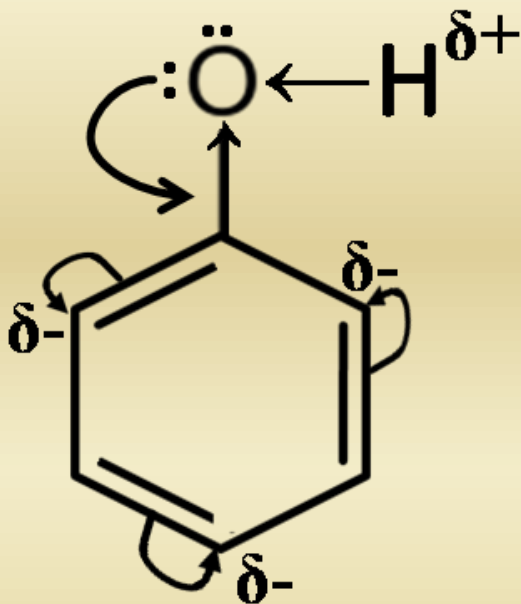
ароматический радикал *фенил*



связан с гидроксогруппой



# Строение фенола (гидроксibenзола, карболовой кислоты)



- электронная плотность смещена к атому кислорода вследствие его большей электроотрицательности;
- в то же время одна из неподелённых пар электронов атома кислорода гидроксигруппы вступает во взаимодействие с  $\pi$ -электронами бензольного кольца;
- в результате чего электронная плотность в бензольном кольце повышается, особенно в *орто*- и *пара*-положениях кольца, а электронная плотность у атома кислорода гидроксигруппы понижается;
- атом кислорода гидроксигруппы стремится скомпенсировать недостаток электронной плотности, смещая к себе ещё сильнее электронную плотность от атома водорода, в результате чего увеличивается его подвижность и способность отщепиться в виде протона, т.е. усиливаются кислотные свойства фенола по сравнению с одноатомными предельными спиртами

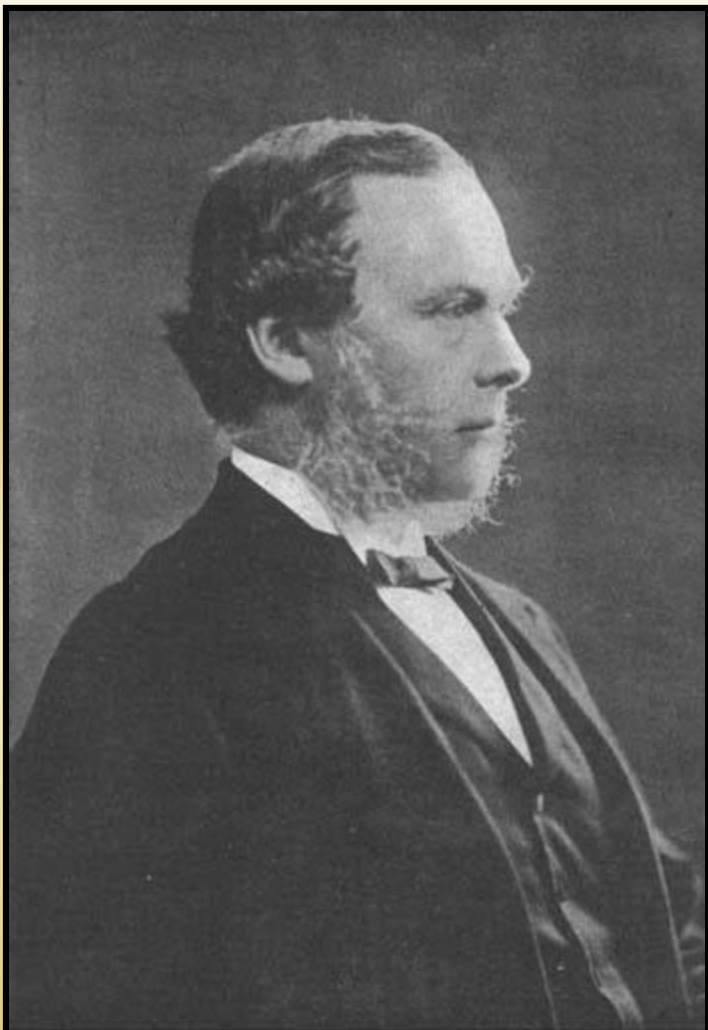
# Физические свойства фенола



Фенол - твёрдое бесцветное кристаллическое вещество, низкоплавкое, очень гигроскопичное, с характерным запахом.

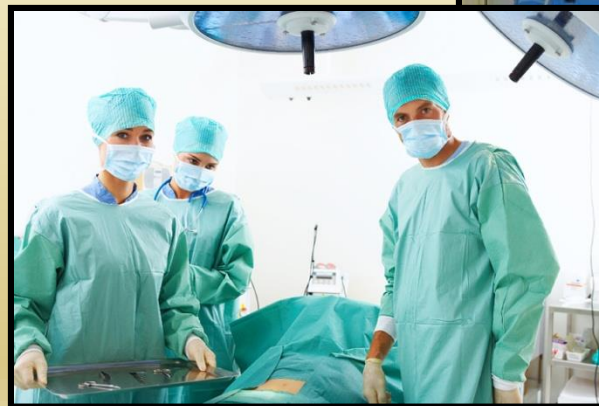
На воздухе фенол окисляется, поэтому его кристаллы приобретают вначале розоватый оттенок, а при длительном хранении темнеют и становятся более красными. Он малорастворим в воде при комнатной температуре, но быстро и хорошо растворяется при 60-70 °С. Фенол легкоплавок, его температура плавления 43 °С. Фенол обладает антисептическими (обеззараживающими) свойствами.

**Фенол ядовит!** При попадании на кожу он вызывает ожоги, при этом он всасывается через кожу и может вызвать отравление!



*Joseph Lister*

В конце XIX в. шотландский врач Д. Листер впервые провёл операцию, используя в качестве антисептика карболовую кислоту. Впоследствии от фенола как антисептика отказались из-за его способности вызывать сильнейшие ожоги тканей. Его вытеснили более эффективные и менее раздражающие кожу производные фенола.



**Джозеф Листер (1827—1912) - английский хирург, известный введением в хирургическую практику антисептики.**



# Применение фенола

для производства пластмасс, красителей, лекарств, взрывчатых веществ

## Применение производных фенола



лекарства



заменители сахара



красители



капролактамы



моющие средства



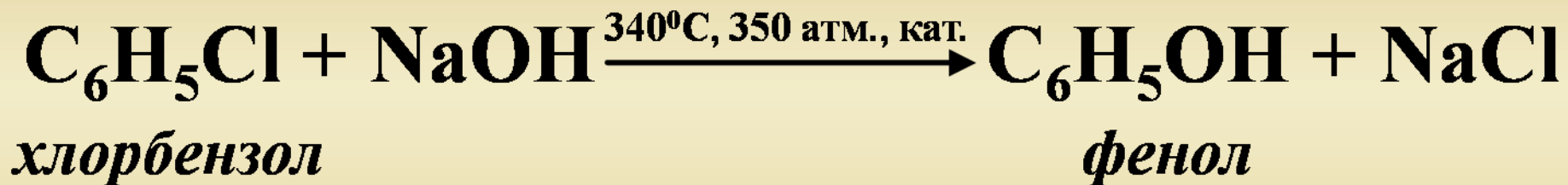
# Способы получения

## 1) Из каменноугольной смолы:

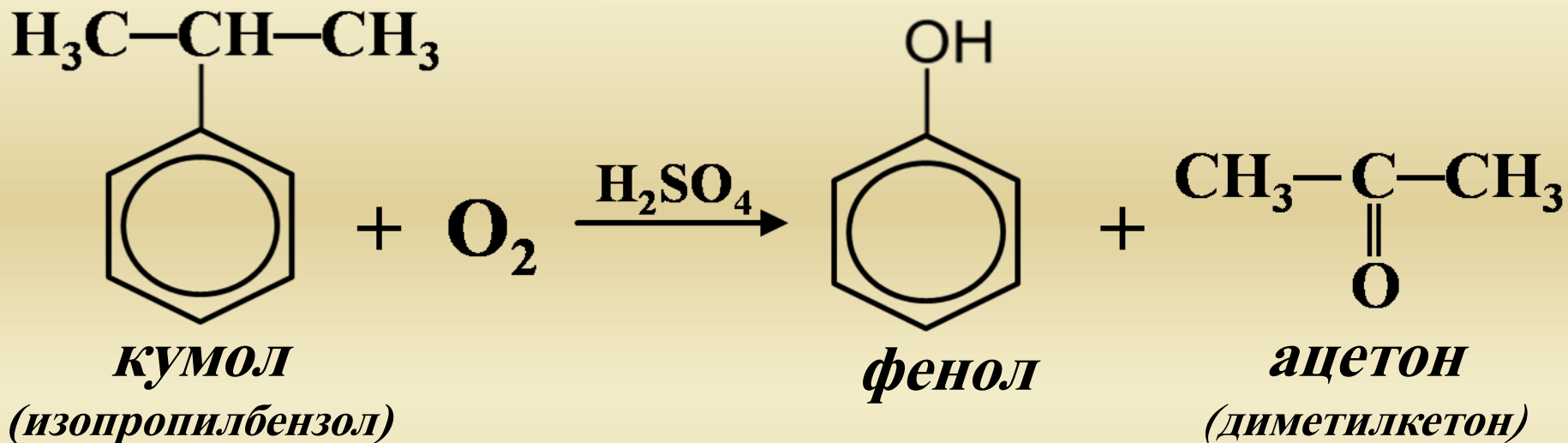
коксовая смола, каменноугольный дёготь - один из продуктов коксования каменных углей; вязкая чёрная жидкость с характерным фенольным запахом



## 2) Гидролиз галогенаренов:



### 3) Кумольный способ:



#### **Преимущества метода:**

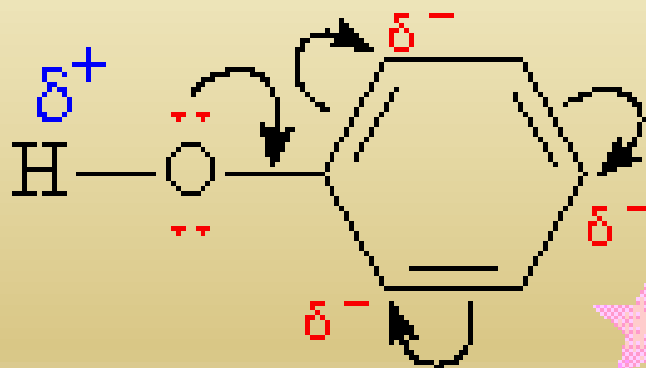
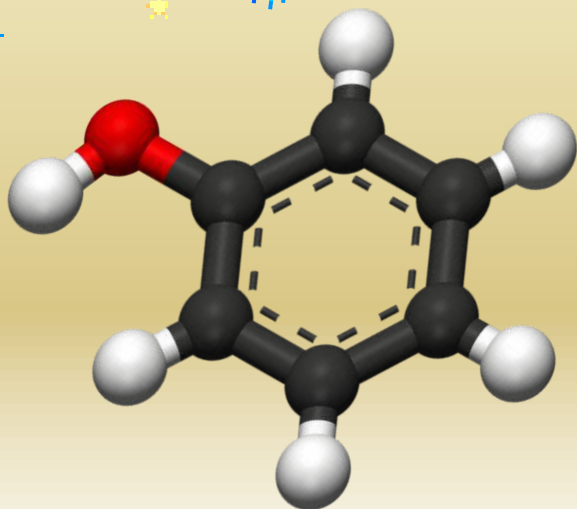
безотходная технология (выход полезных продуктов > 99%) и экономичность. В настоящее время кумольный способ используется как основной в мировом производстве фенола.

## Химические свойства фенола

Химические свойства фенола обусловлены как функциональной группой **-ОН**, так и углеводородным ароматическим радикалом – **фенилом**  $-C_6H_5$ .

На свойствах фенола сказывается взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра:

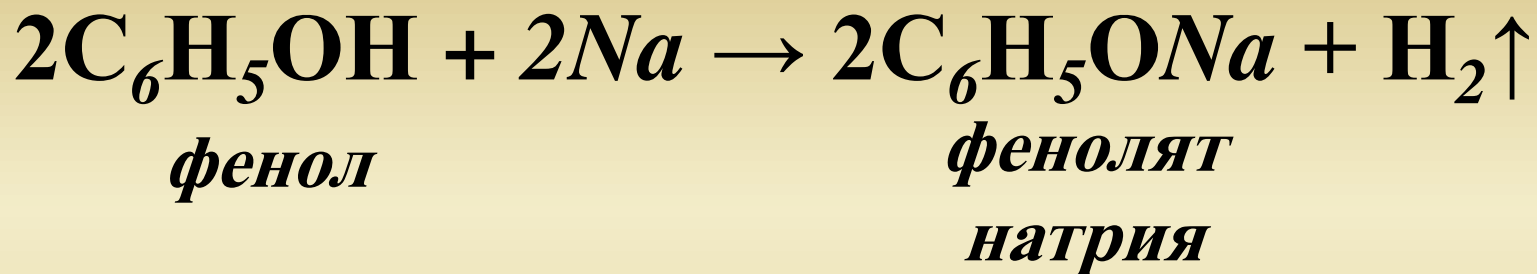
- в отличие от спиртов, он способен взаимодействовать как слабая кислота со щелочами;
- в отличие от бензола, в реакциях замещения атомов водорода бензольного кольца (фенол образует 2,4,6-производные)



# I. Реакции по

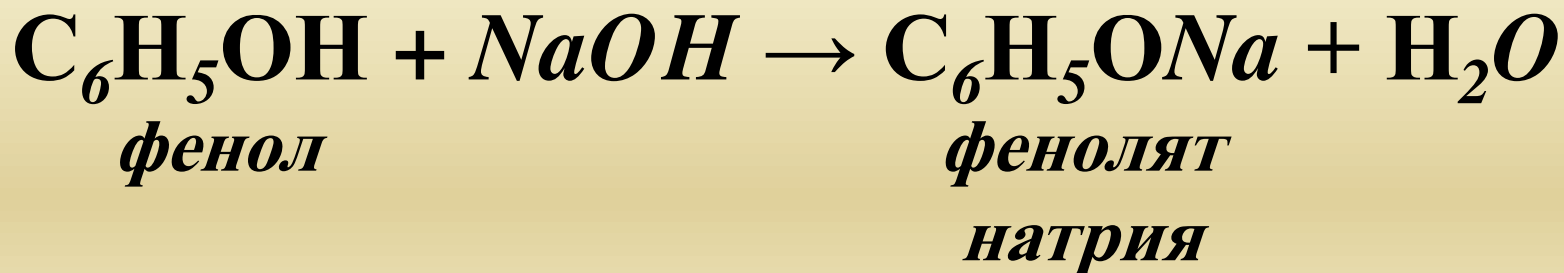
## гидроксигруппе

### 1) Взаимодействие со щелочными металлами:



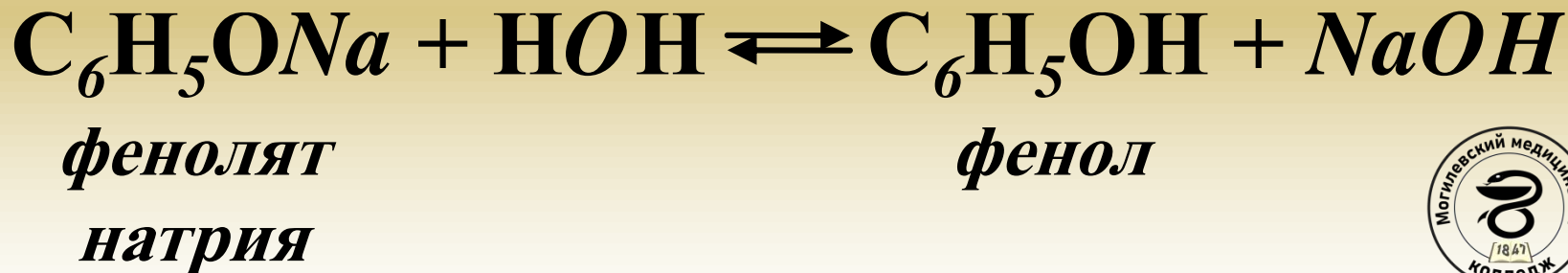
Также как и спирты, фенол взаимодействует со щелочными металлами. В пробирку поместим немного фенола. Нагреем фенол до плавления. При контакте металлического натрия с расплавленным фенолом происходит энергичное взаимодействие. В результате реакции образуется фенолят натрия, и выделяется водород. Эта реакция доказывает сходство фенола с одноатомными спиртами.

## 2) Взаимодействие с водными растворами щелочей:



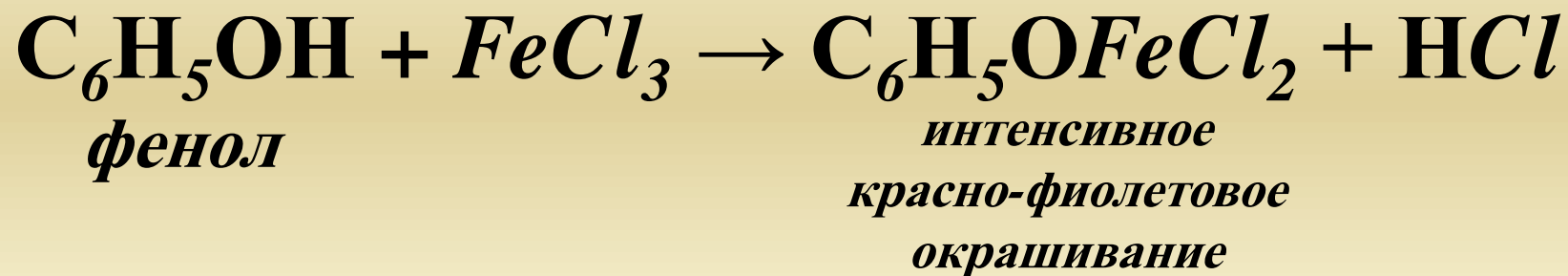
Фенол по сравнению с одноатомными спиртами проявляет бóльшие кислотные свойства. Он способен реагировать с растворами щелочей. К водной эмульсии фенола прильём несколько капель раствора гидроксида натрия. Образуется прозрачный раствор фенолята натрия.

*Феноляты подвергаются гидролизу:*



### 3) Реакция с хлоридом железа(III)-

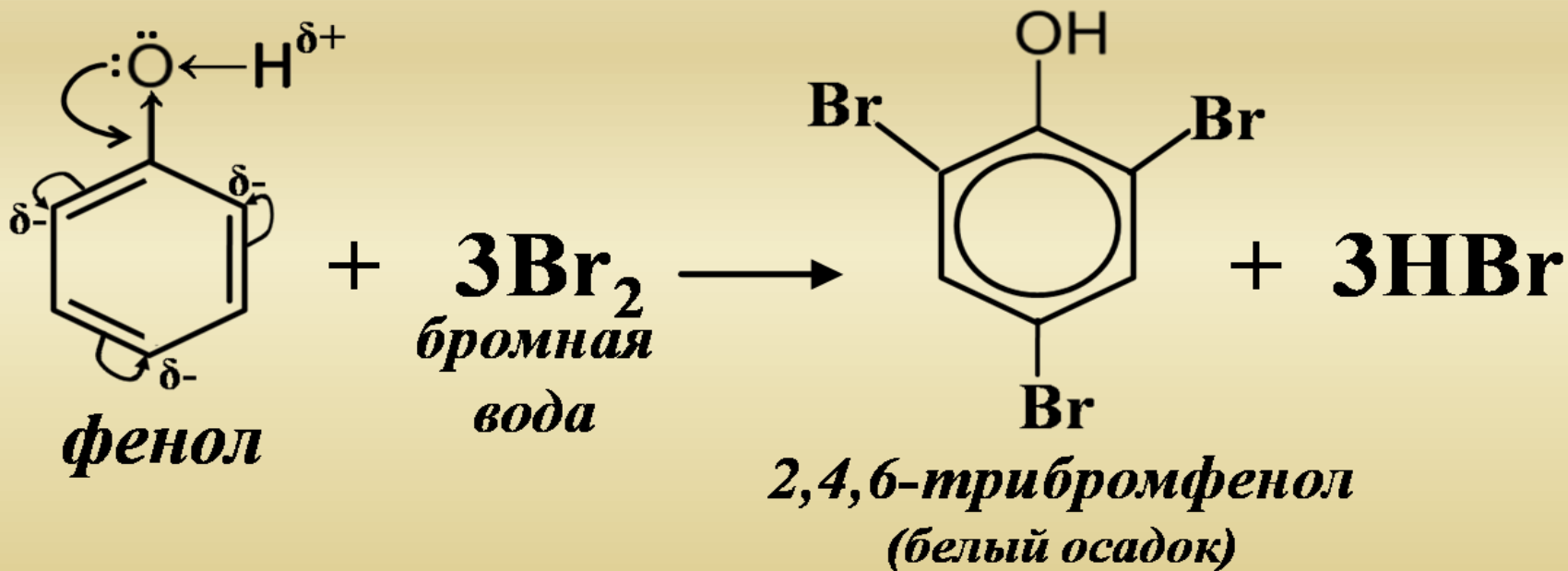
- **качественная реакция (!)**



Качественной реакцией на фенол является реакция с хлоридом железа (III). К сильно разбавленному раствору фенола добавляем раствор хлорида железа. Жидкость в пробирке окрашивается в тёмно-фиолетовый цвет. С помощью этой реакции можно определить фенол даже при очень малых его концентрациях.

## II. Реакции по бензольному кольцу

1) Галогенирование (замещение атомов водорода на галоген) **- качественная реакция на фенол (!)**

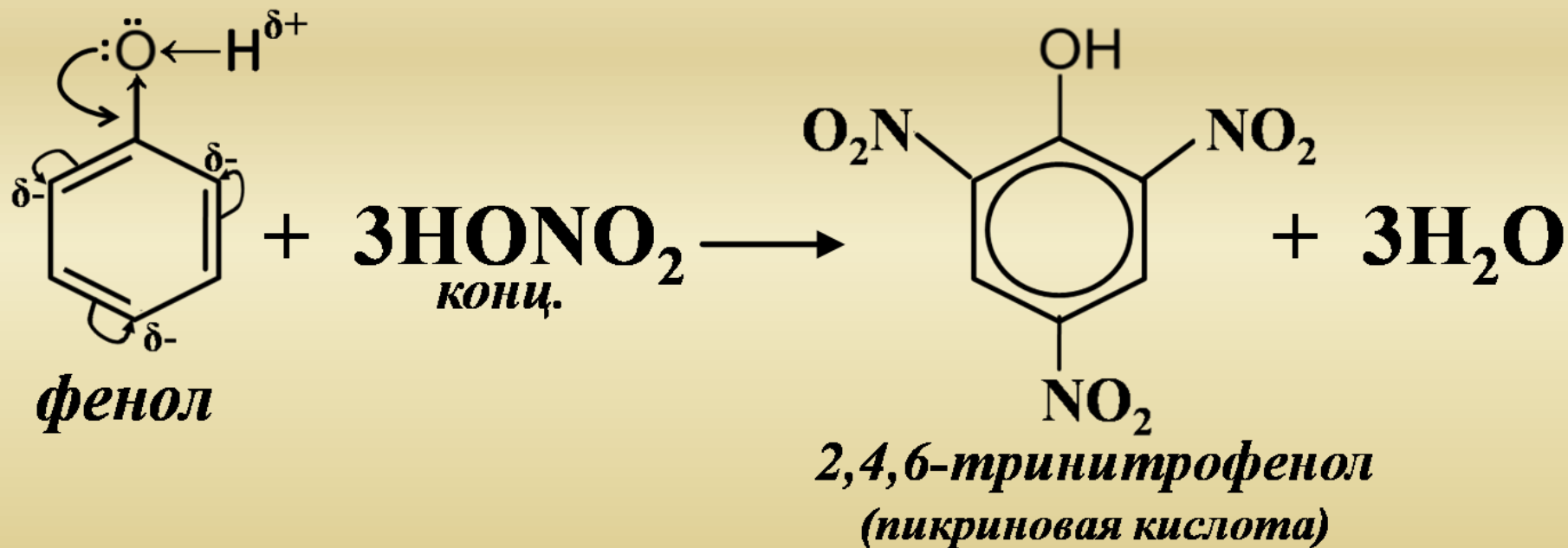


К раствору фенола в воде прильём немного бромной воды. В растворе появляется белая взвесь - выпадает осадок трибромфенола.

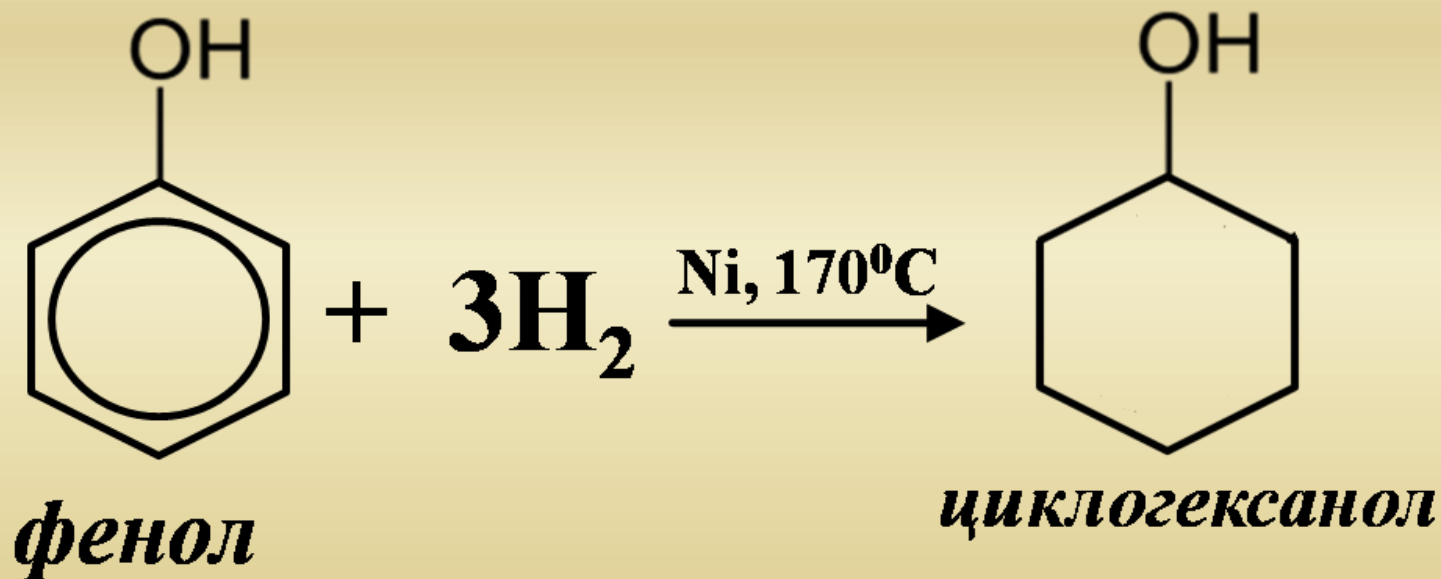
В результате взаимного влияния атомов в молекуле фенола происходит замещение не одного, а трёх атомов водорода бромом.

Эта реакция является одной из качественных реакций на фенол.

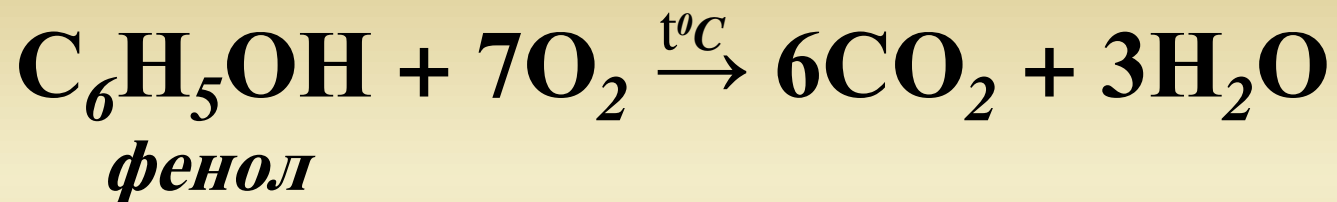
## 2) Нитрование (замещение атомов водорода на нитрогруппу):



**3) Гидрирование (присоединение по бензольному кольцу) – реакция восстановления фенола:**



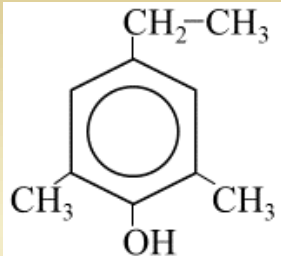
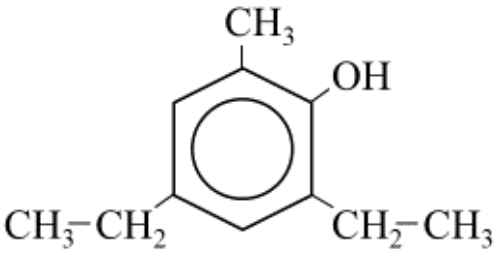
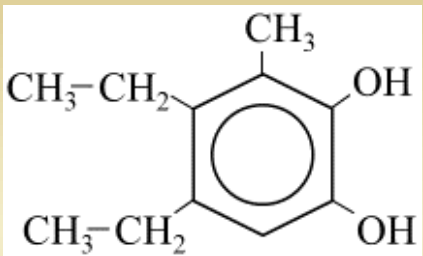
### ***III. Реакции окисления:***



***фенолы легко окисляются даже под действием кислорода воздуха***

# Задания для самоконтроля

1. Назовите по систематической номенклатуре (IUPAC):

а	б	в
		

2. Изобразите структурную формулу 2,4,6-трибромфенола.

3. Осуществите цепочки превращений:

а) карбид алюминия → ацетилен → бензол → хлорбензол → фенол;