

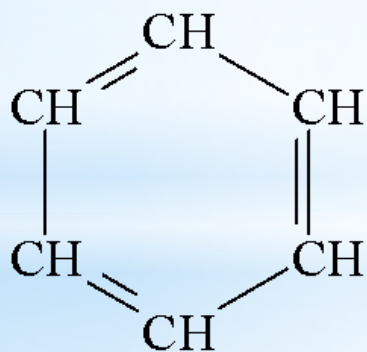
**Ароматические**

**углеводороды**

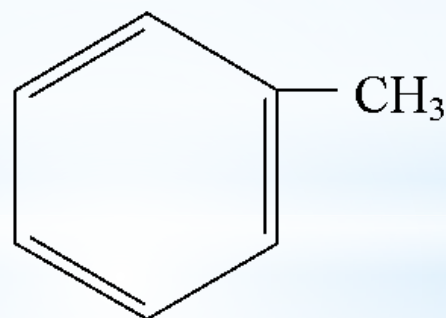
# I. Классификация ароматических углеводородов

1. Простые ароматические углеводороды, содержащие в своей молекуле одну бензольную группировку.

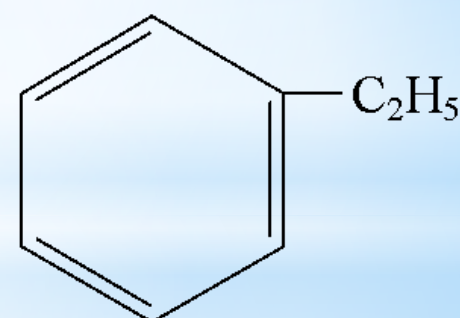
Общая формула:  $C_nH_{2n-6}$ .



бензол



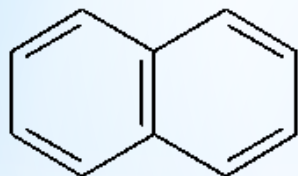
метилбензол



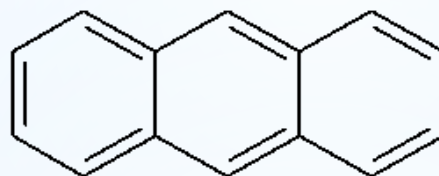
этилбензол

## 2. Сложные ароматические углеводороды (несколько ароматических группировок):

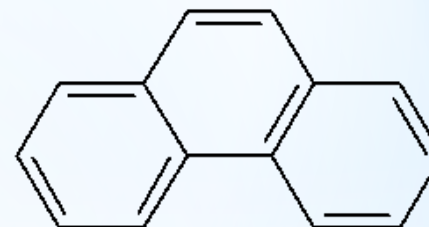
### 1) ароматические соединения с конденсированными ядрами



нафталин

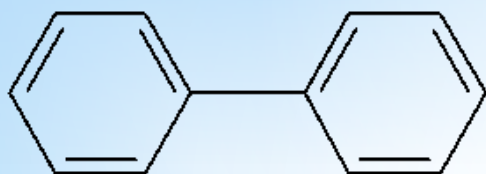


антрацен

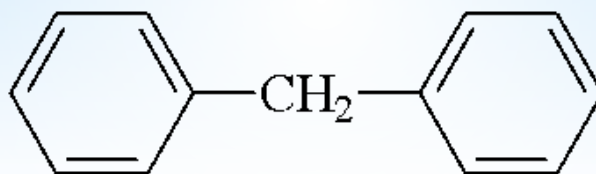


фенантрен

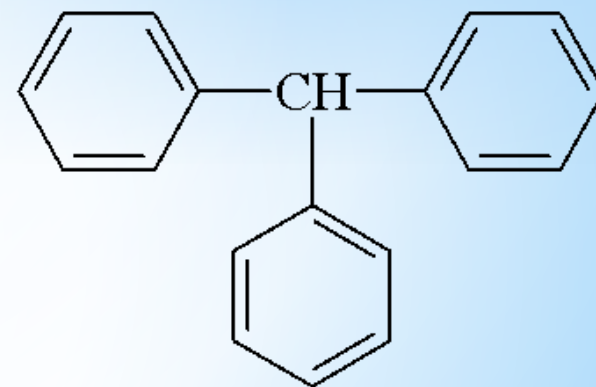
### 2) ароматические соединения с неконденсированными ядрами



дифенил



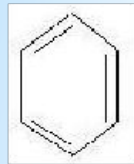
дифенилметан



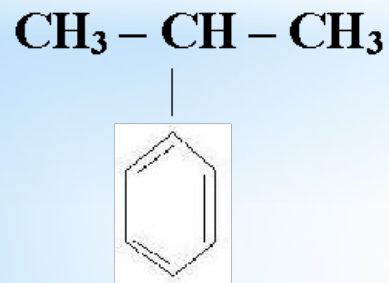
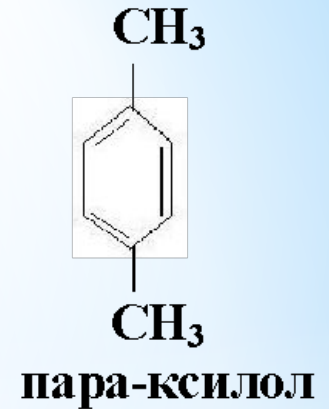
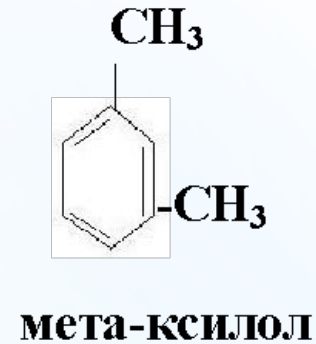
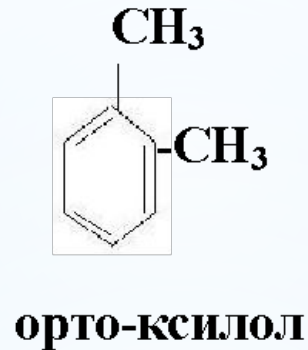
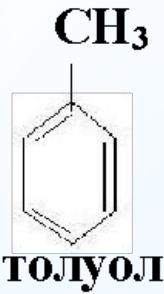
трифенилметан

## II. Номенклатура

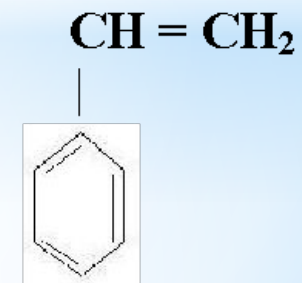
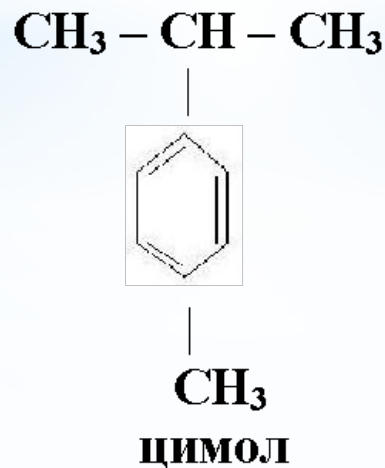
### 1. Тривиальная (эмпирическая) номенклатура:



бензол



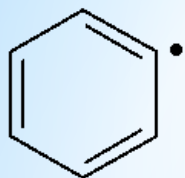
кумол



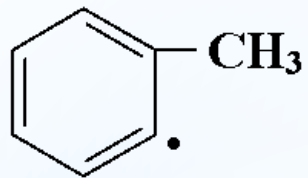
стирол

## 2. Рациональная номенклатура

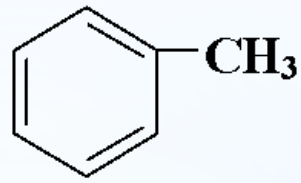
**Необходимо знать названия радикалов**



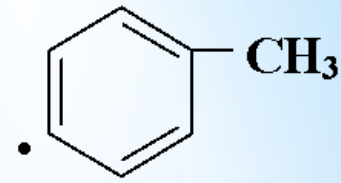
**фенил**



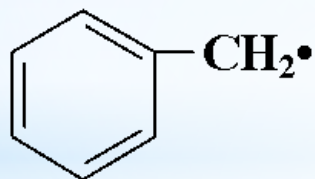
**орто – толил**



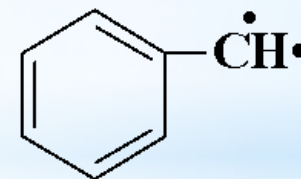
**мета – толил**



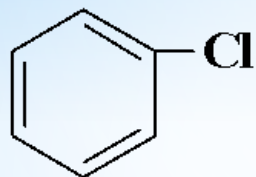
**пара – толил**



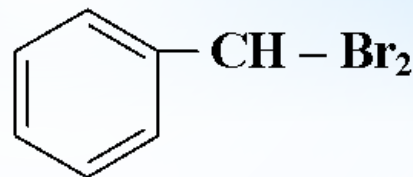
**бензил**



**бензилиден**

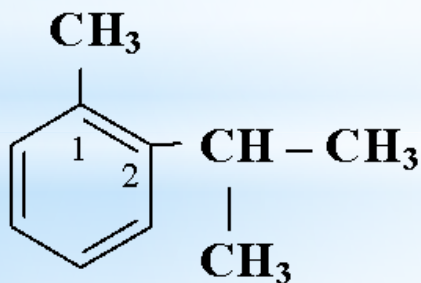
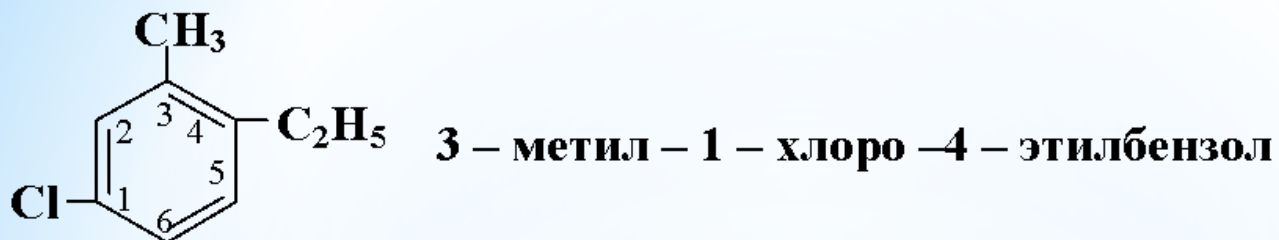


**хлористый фенил  
фенил хлорид**



**бромистый бензилиден**

### 3. Систематическая номенклатура



**1 – метил – 2 - изопропилбензол**  
**орто - метилизопропилбензол**

## **III. Способы получения ароматических углеводородов**

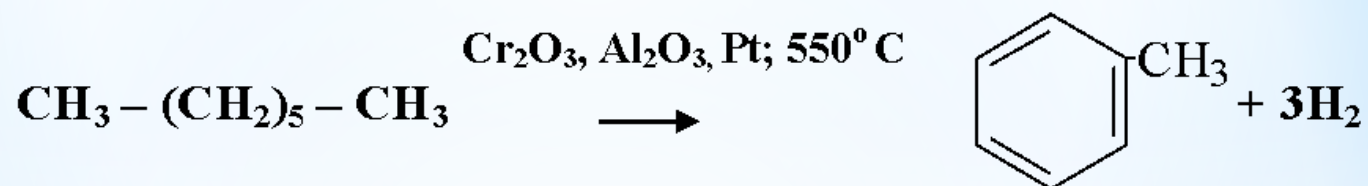
### **1. Промышленные способы получения:**

#### **Фракции нефти:**

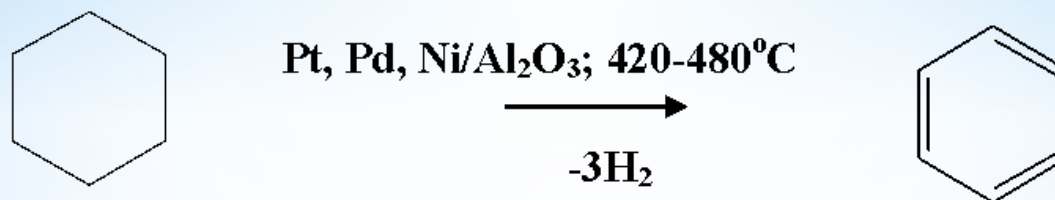
- **$T_{\text{кип.}}$  до  $170^{\circ}\text{C}$  – легкое масло (содержит ароматические углеводороды с одним бензольным кольцом);**
- **$T_{\text{кип.}}$  от  $170$  до  $230^{\circ}\text{C}$  – среднее масло (содержит фенолы);**
- **$T_{\text{кип.}}$  от  $230$  до  $270^{\circ}\text{C}$  – тяжелое масло (содержит нафталин и его гомологи);**
- **$T_{\text{кип.}}$  от  $270$  до  $340^{\circ}\text{C}$  – антраценовое масло (содержит антрацены).**

## 2. Лабораторные способы получения:

### 1) реакции циклизации



### 2) дегидрирование циклогексана и его гомологов





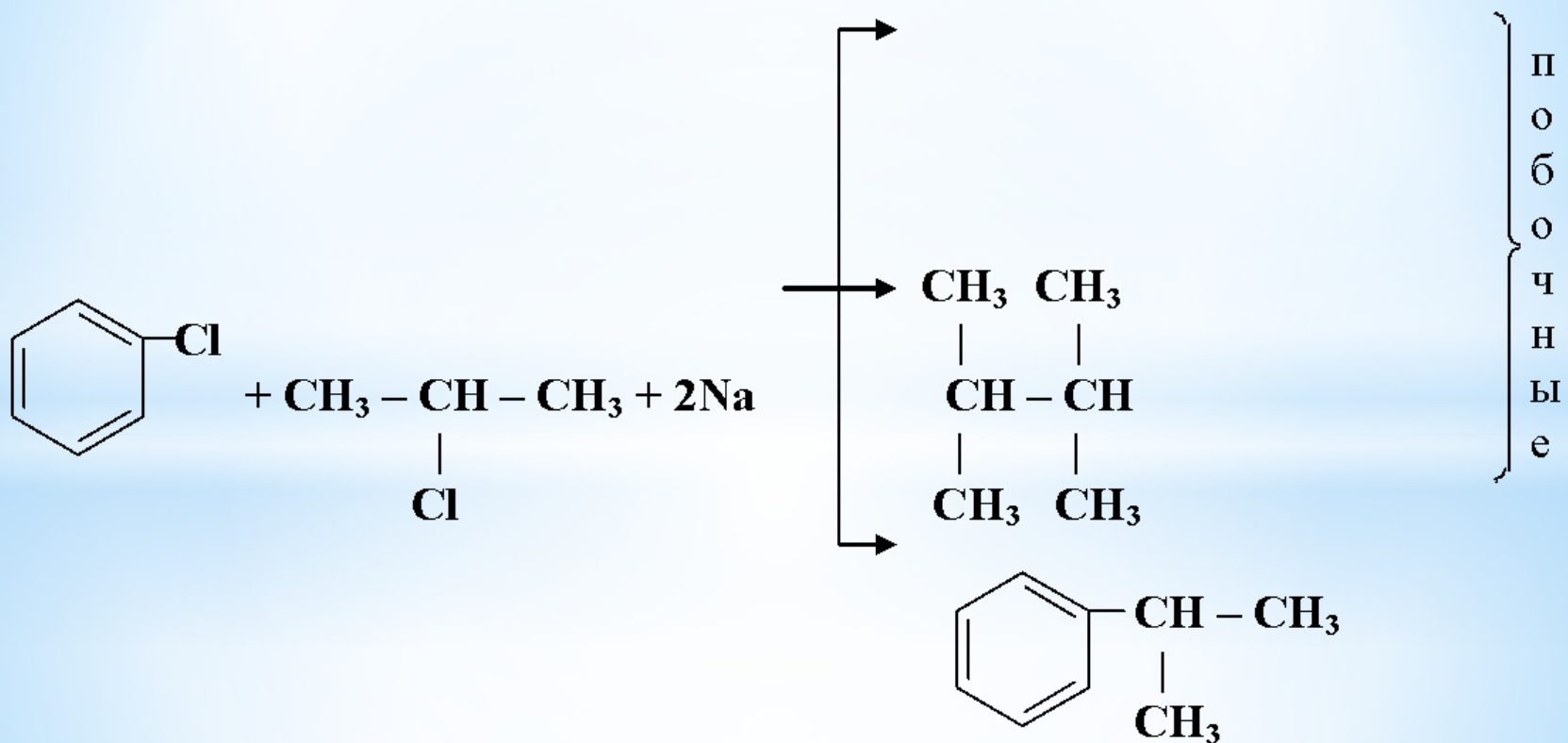
### 3) тримеризация ацетилена



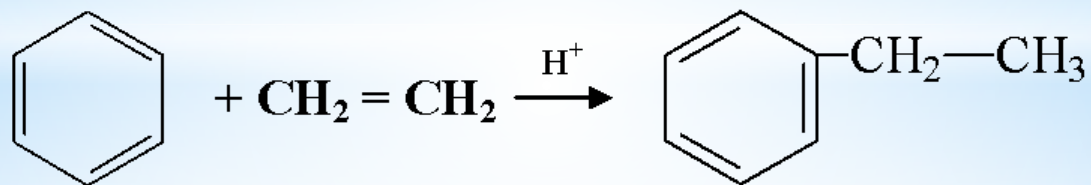
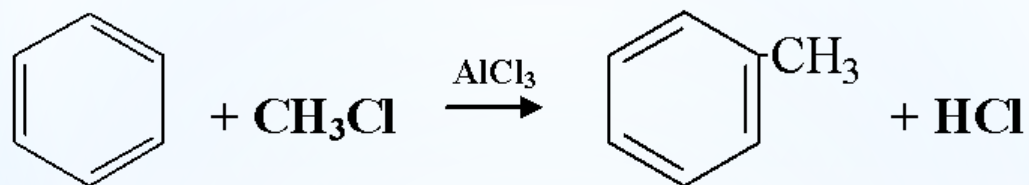
**М.Бертло получал небольшие количества бензола, пропуская через ацетилен электрический разряд.**

**С большим выходом ацетилен полимеризуется по Н.Д. Зелинскому при пропускании газа над активированным углём при 450-650°С**

#### 4) Реакция Вюрца – Фиттига



## 5) Реакции Фриделя – Крафтса – Густавсона (реакции алкилирования)



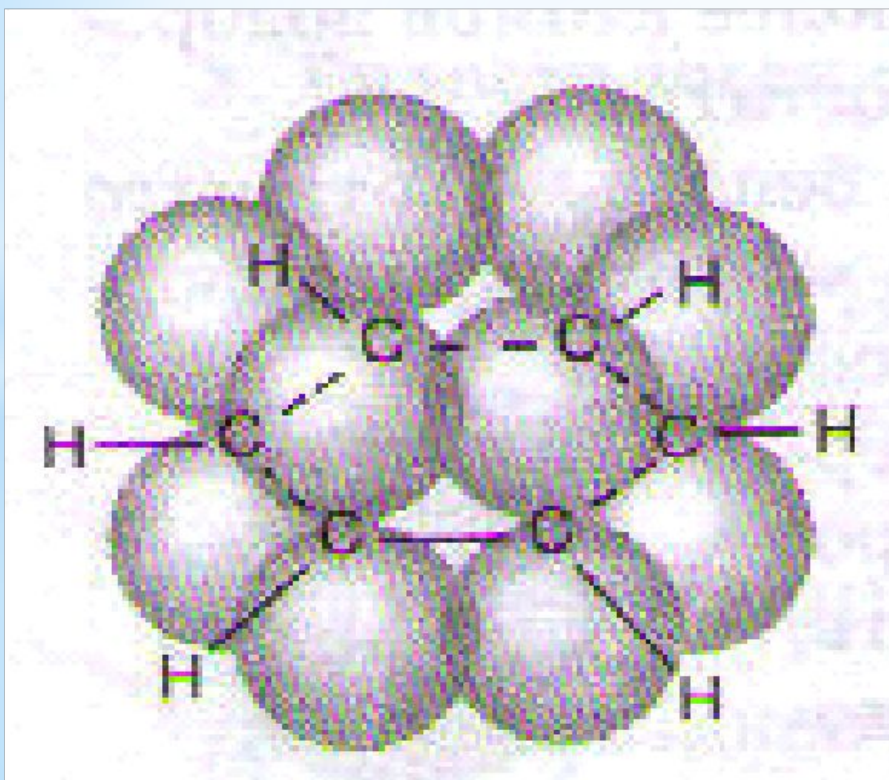
**Катализаторы – протонные и апротонные кислоты (кислоты Льюиса)**

## б) Реакции ацилирования



**Катализаторы – апротонные кислоты (кислоты Льюиса)**

# IV. Строение ароматических углеводородов



**Тип гибридизации:  $sp^2$**

**Валентный угол:  $120^\circ$**

**Длина связи между  
углеродными атомами: 0,140  
нм.**

## **V. Химические свойства**

**1. Реакции присоединения**

**2. Реакции электрофильного замещения**

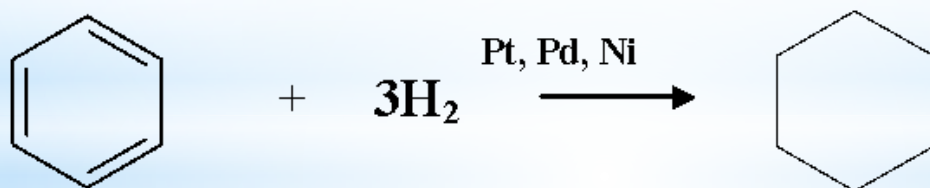
**3. Реакции радикального замещения**

**4. Реакции окисления**



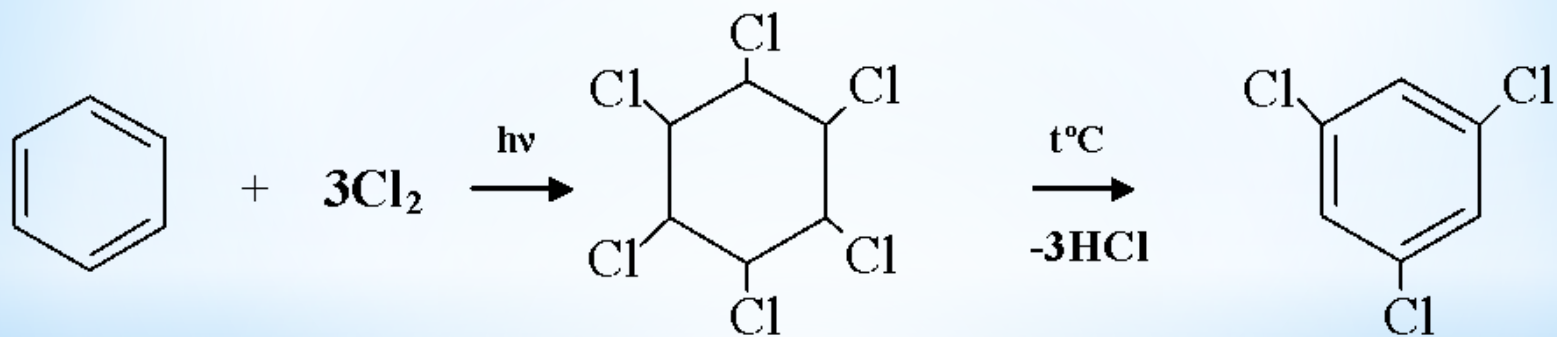
# 1. Реакции присоединения

## 1) Реакции гидрирования (восстановления)





## 2) Реакции галогенирования



**гексахлорциклогексан  
(гексахлоран)**



## 2. Реакции электрофильного замещения

общий механизм реакции:



**К реакциям электрофильного замещения относятся следующие реакции:**

**1) реакции галогенирования;**

**2) реакции алкилирования:**

**а) алкилирование галогеналкилами;**

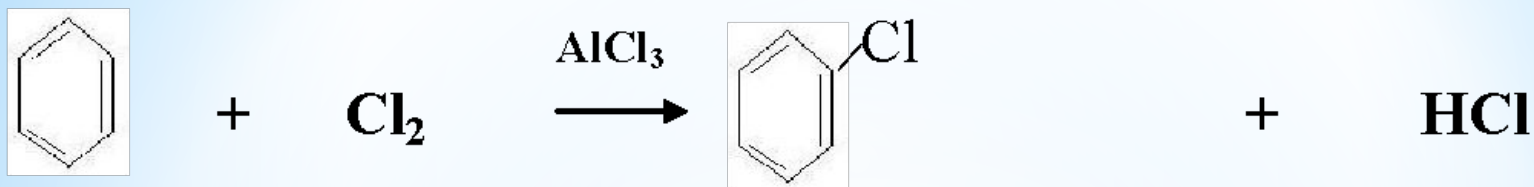
**б) алкилирование олефинами;**

**3) реакции нитрования;**

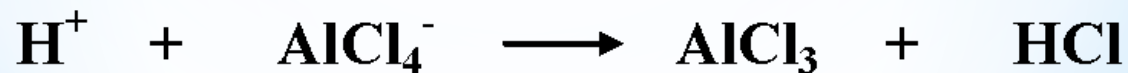
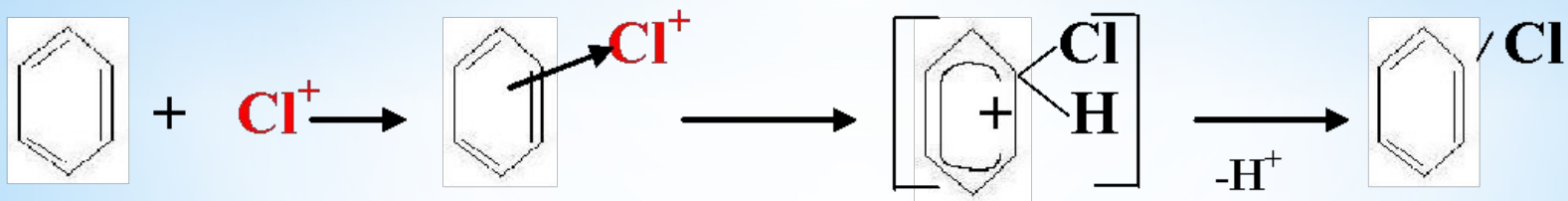
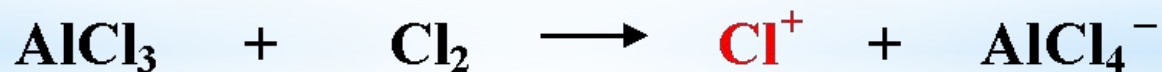
**4) реакции сульфирования;**

**5) реакции ацилирования.**

# 1) реакции галогенирования:



## механизм реакции:

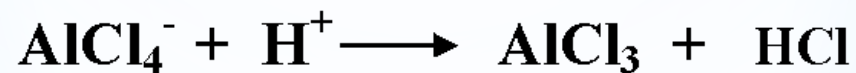
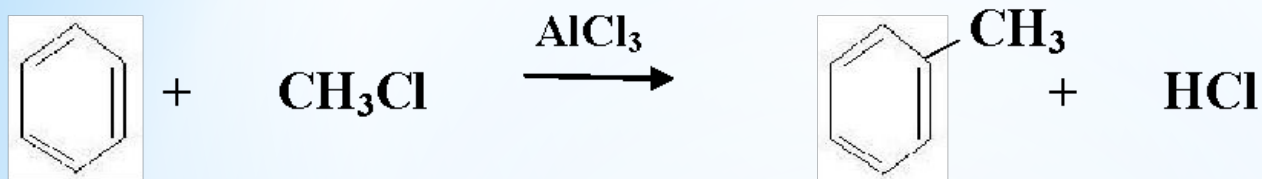






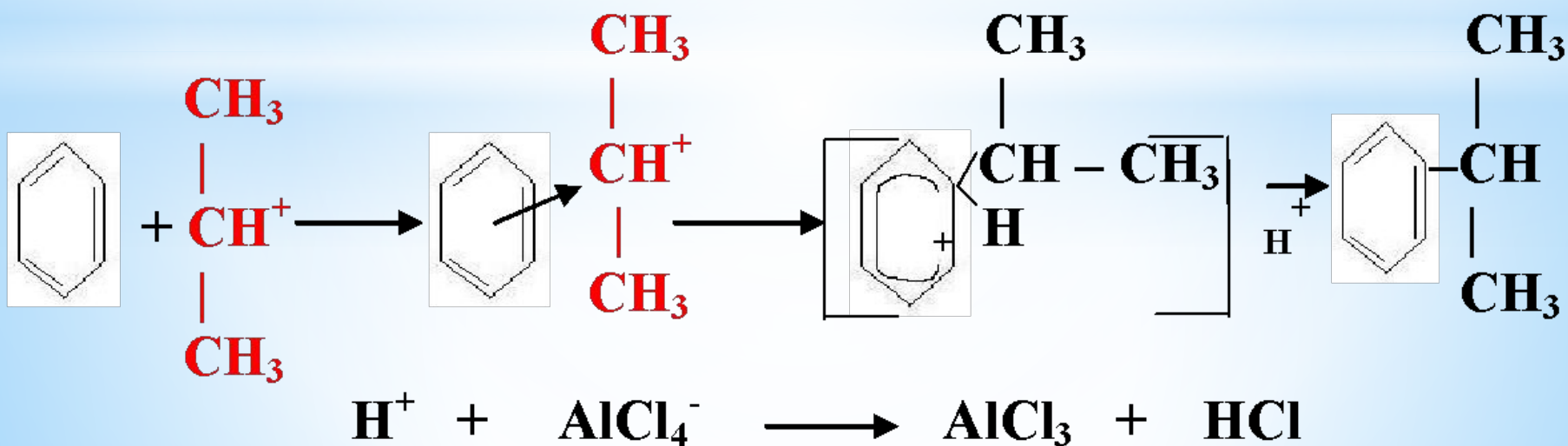
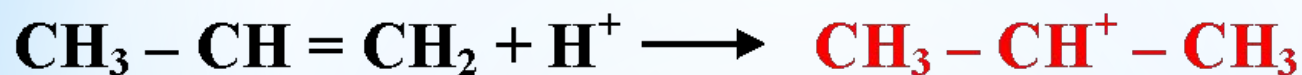
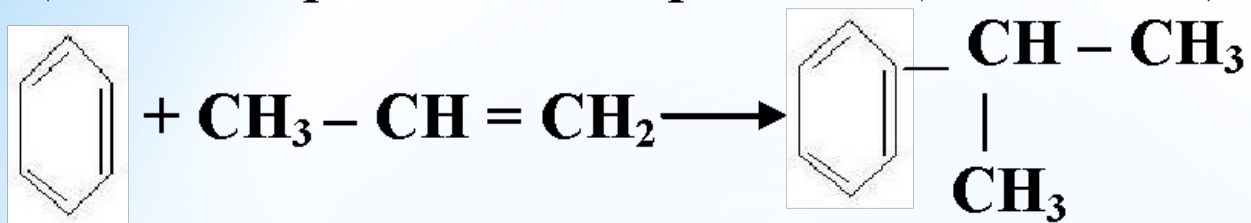
## 2) реакции алкилирования:

### а) алкилирование галогеналкилами

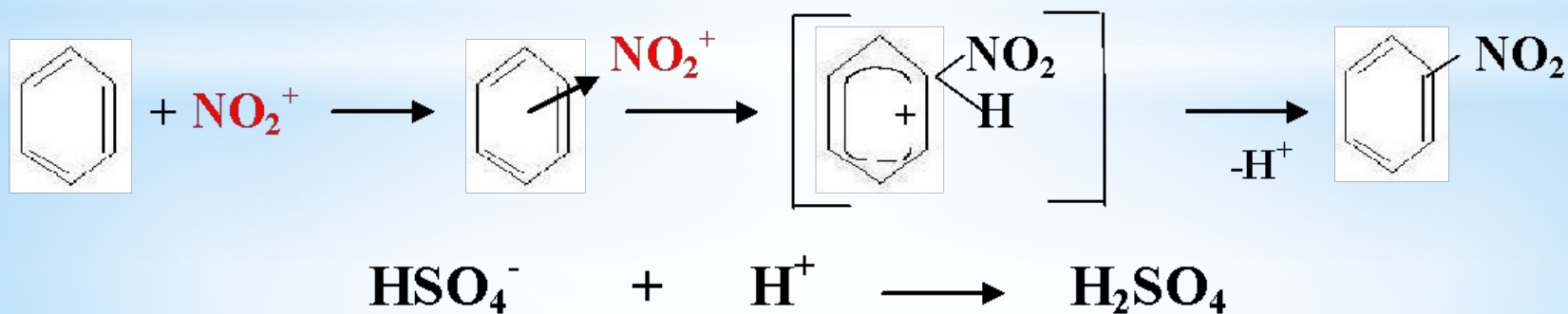
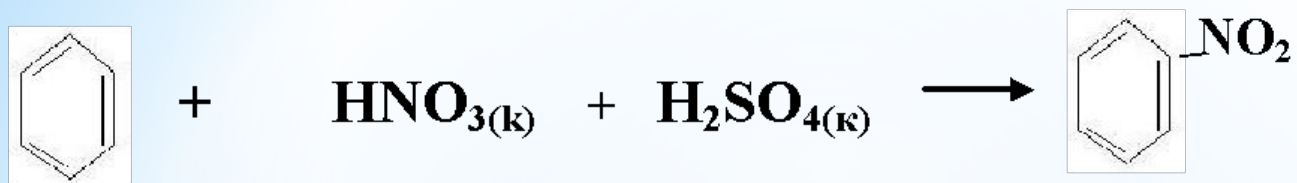




## б) алкилирование олефинами (алкенами)

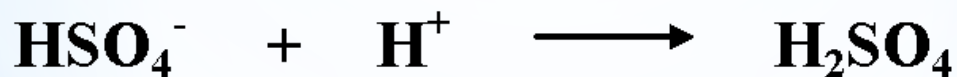
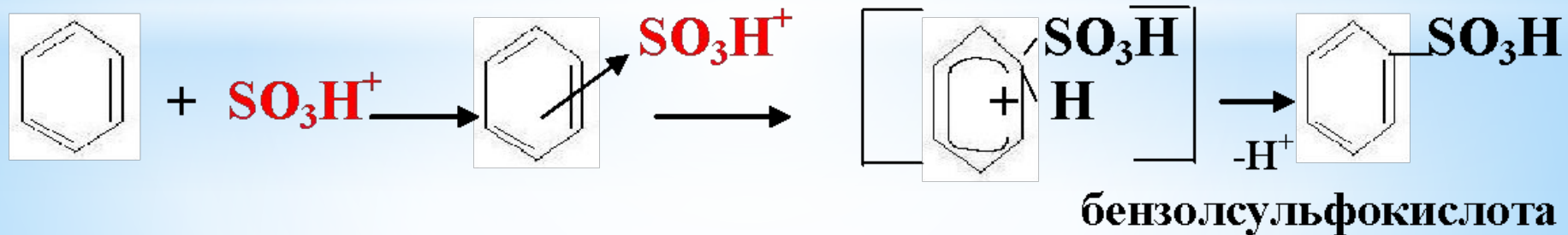
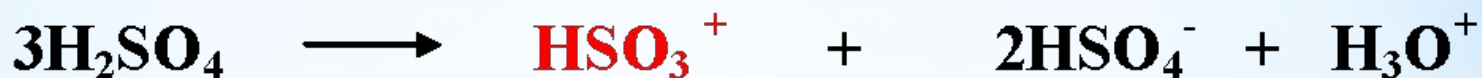
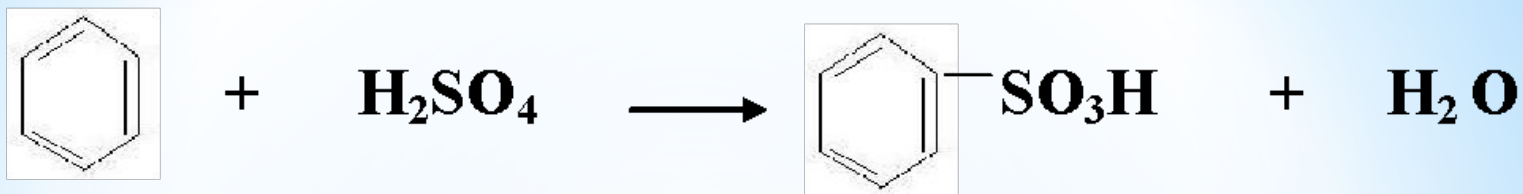


### 3) реакции нитрования:

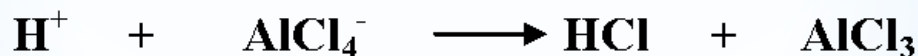
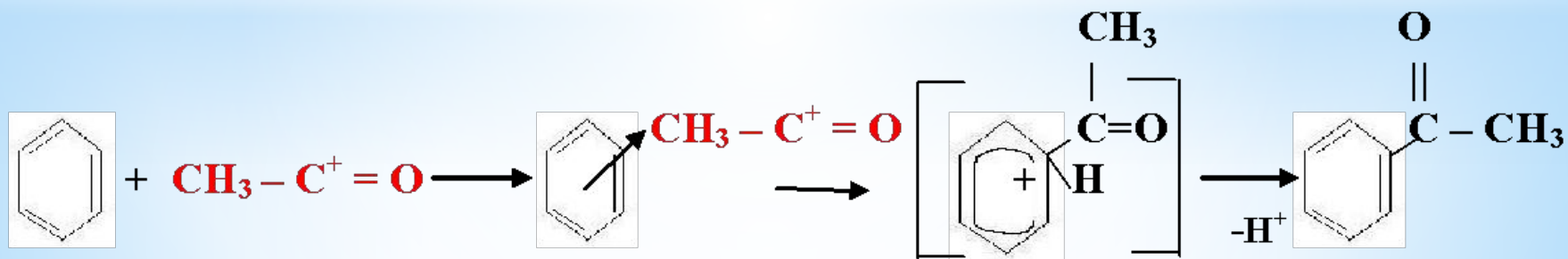
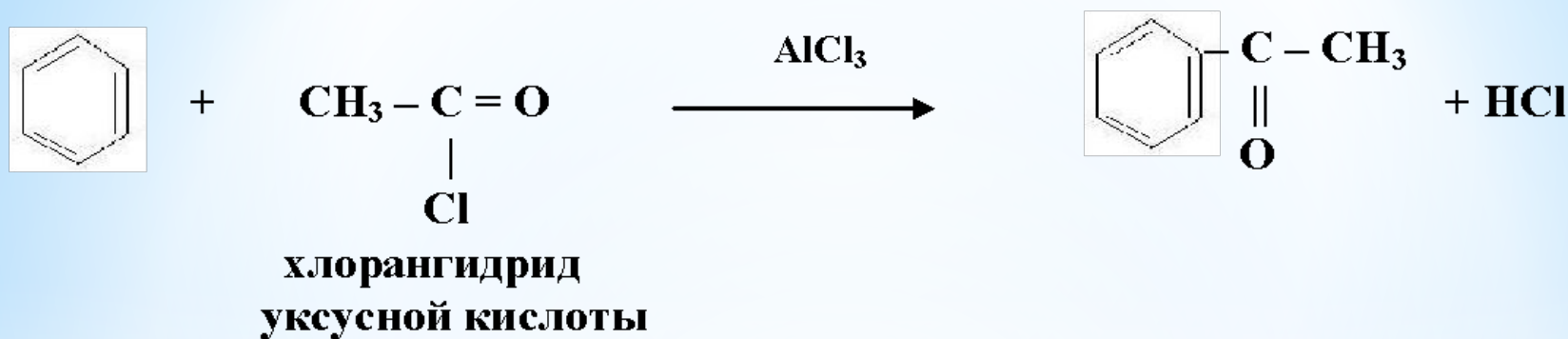




#### 4) реакции сульфирования:



## 5) реакции ацилирования:



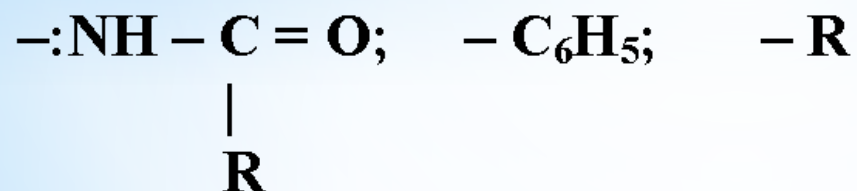
**на вхождение электрофильного агента в бензольное кольцо большое влияние оказывают атомы или группы атомов уже имеющиеся при углероде бензольного кольца**

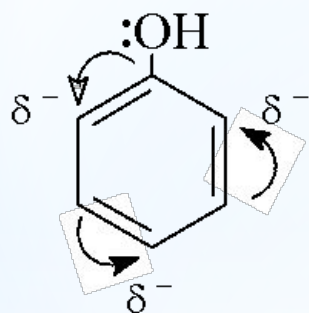
**эти атомы или группы атомов называются заместителями**

# Классификация заместителей

## 1. Заместители первого рода (орто- и пара- ориентанты):

### 1) активирующие:





↑ -I

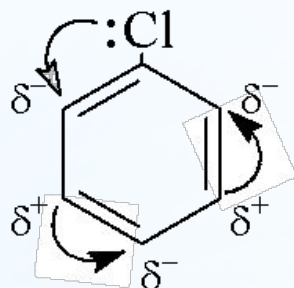
↓ +C

**В момент химической реакции, эффект сопряжения преобладает над индуктивным эффектом**

↑ -I < ↓ +C



2) дезактивирующие: – F; – Cl; – Br; – J



↑ – I

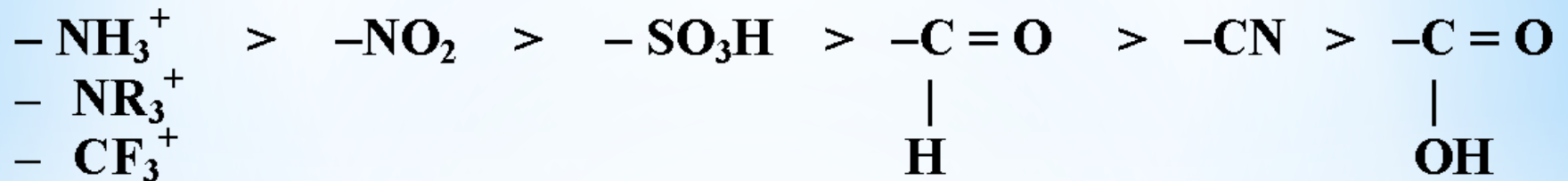
↓ +C

**В момент химической реакции индуктивный эффект преобладает над эффектом сопряжения**

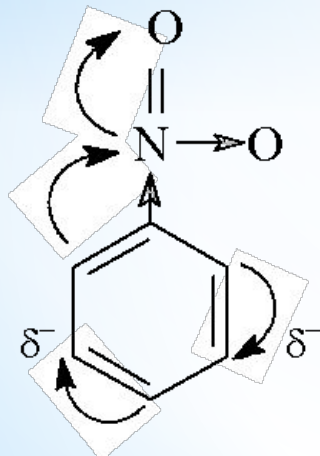
↑ – I > ↓ +C

## 2. Заместители второго рода (мета-ориентанты):

**дезактивирующие**

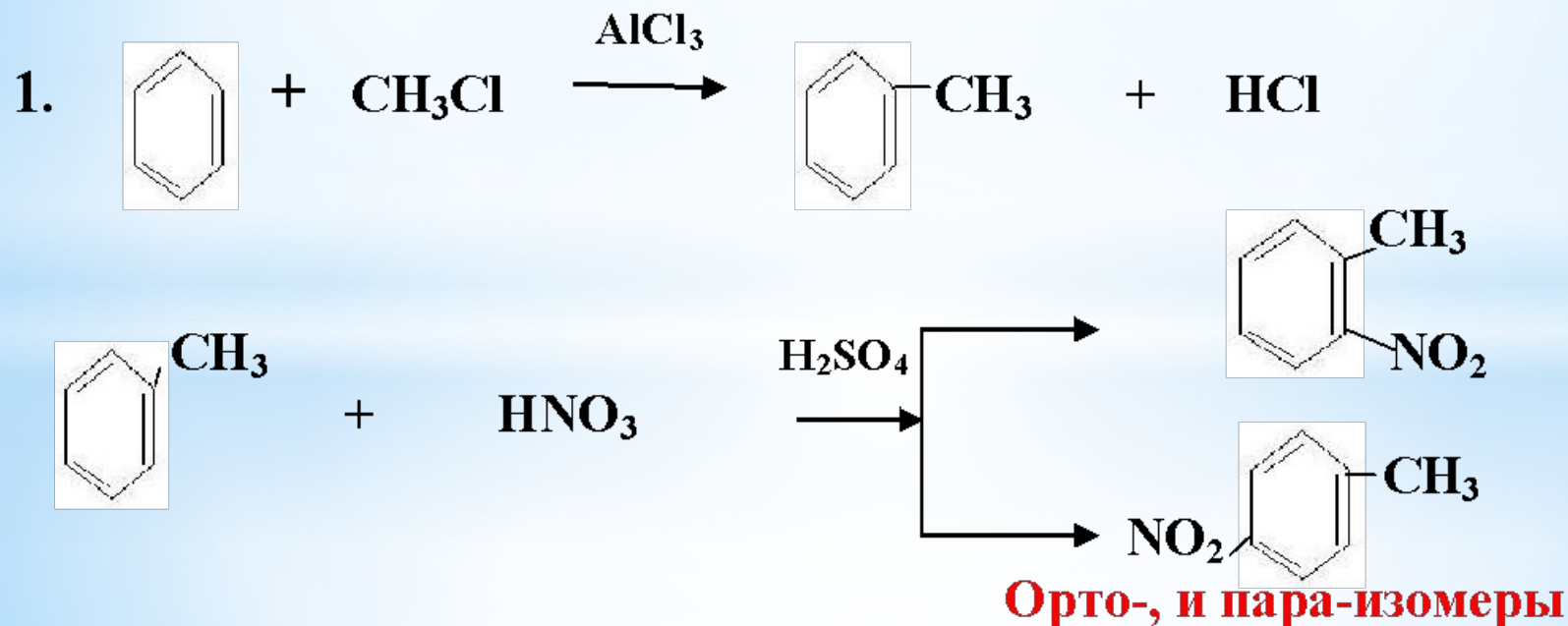


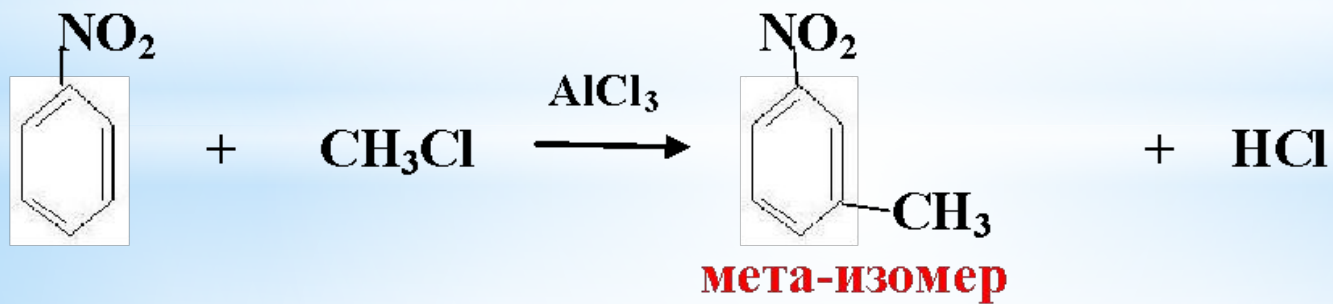
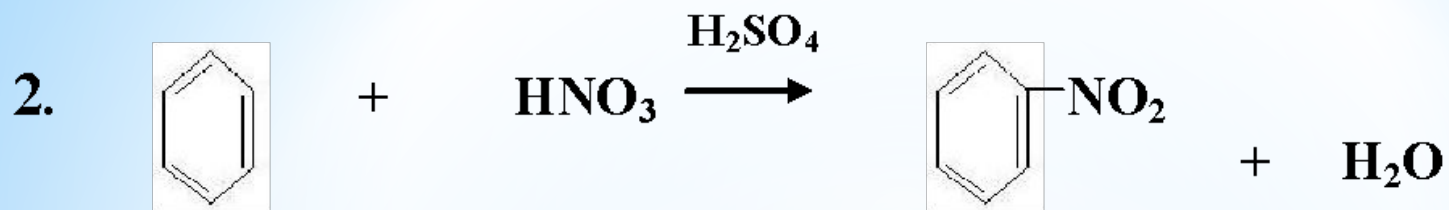
Усиление дезактивирующего действия



# Ориентация и синтез

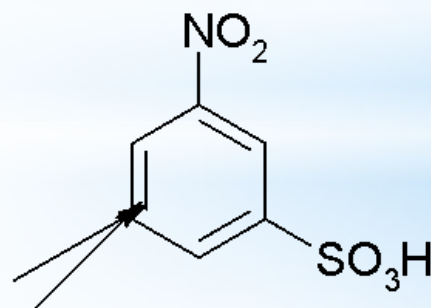
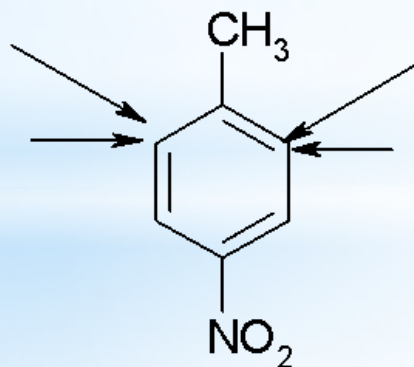
Пример : необходимо получить из бензола три изомера нитротолуола.



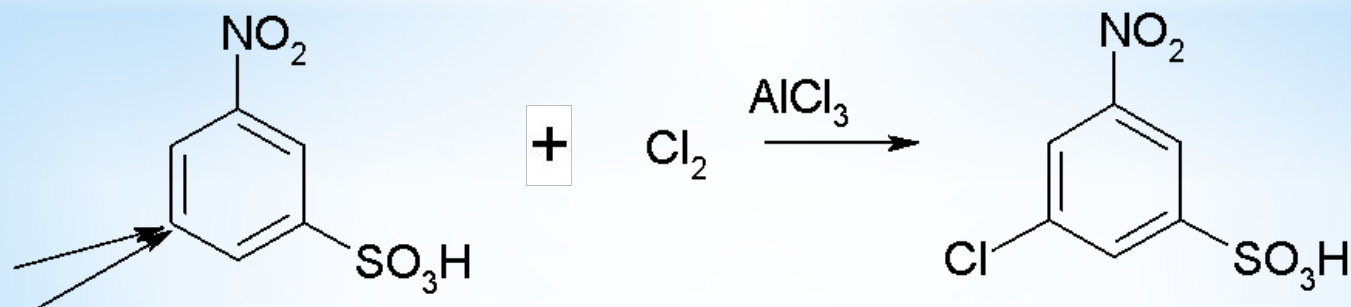
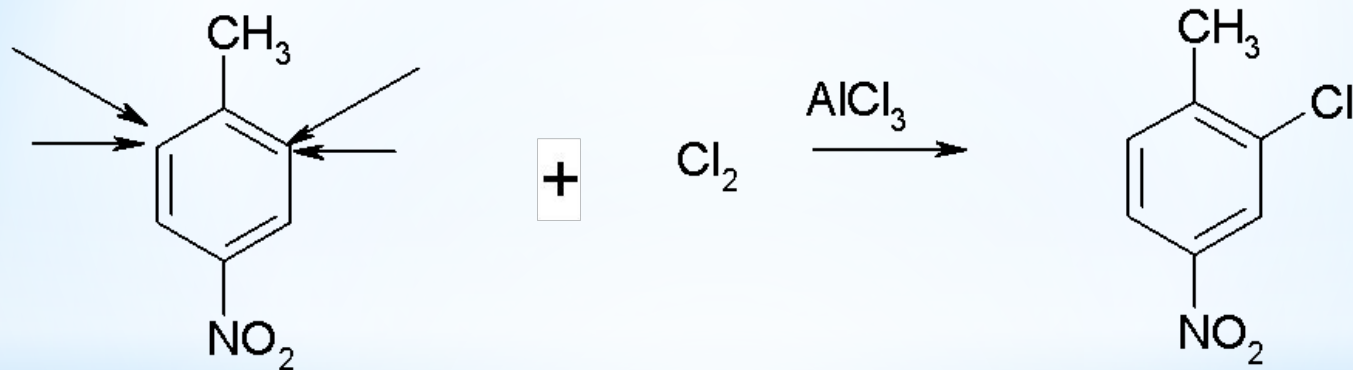


## Ориентация в дизамещённых бензолах

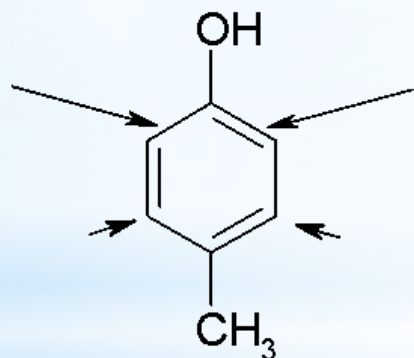
1. Два заместителя могут быть расположены таким образом, что ориентирующее действие одного заместителя будет усиливать ориентирующее влияние другого:



При галогенировании данных соединений возможно получение следующих продуктов:



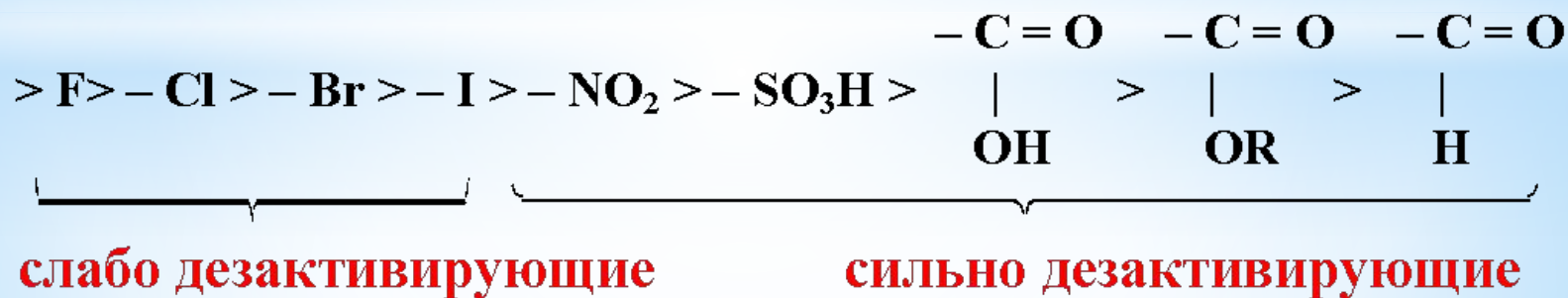
**2. Два заместителя могут быть расположены таким образом, что ориентирующее влияние одной группы противоположно влиянию другой группы:**



**В этом случае необходимо учитывать ряд активности заместителей:**

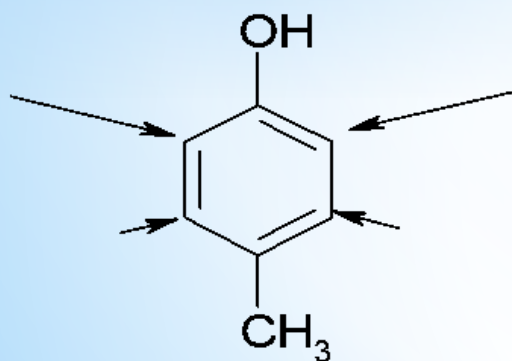
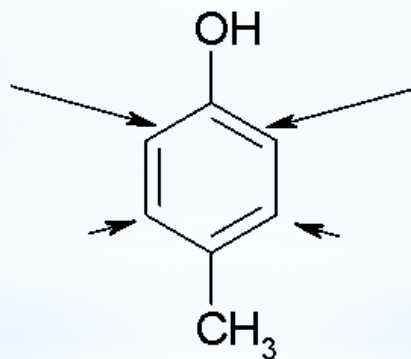
**Влияние сильно активирующих групп преобладает над влиянием слабо дезактивирующих или слабо активирующих групп**

## Ряд активности заместителей:





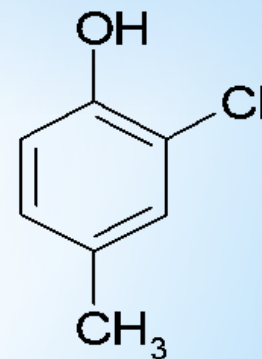
**Группа -ОН – сильно активирующая,  
-СН<sub>3</sub> – слабо активирующая, действие -ОН преобладает над  
действием -СН<sub>3</sub>**



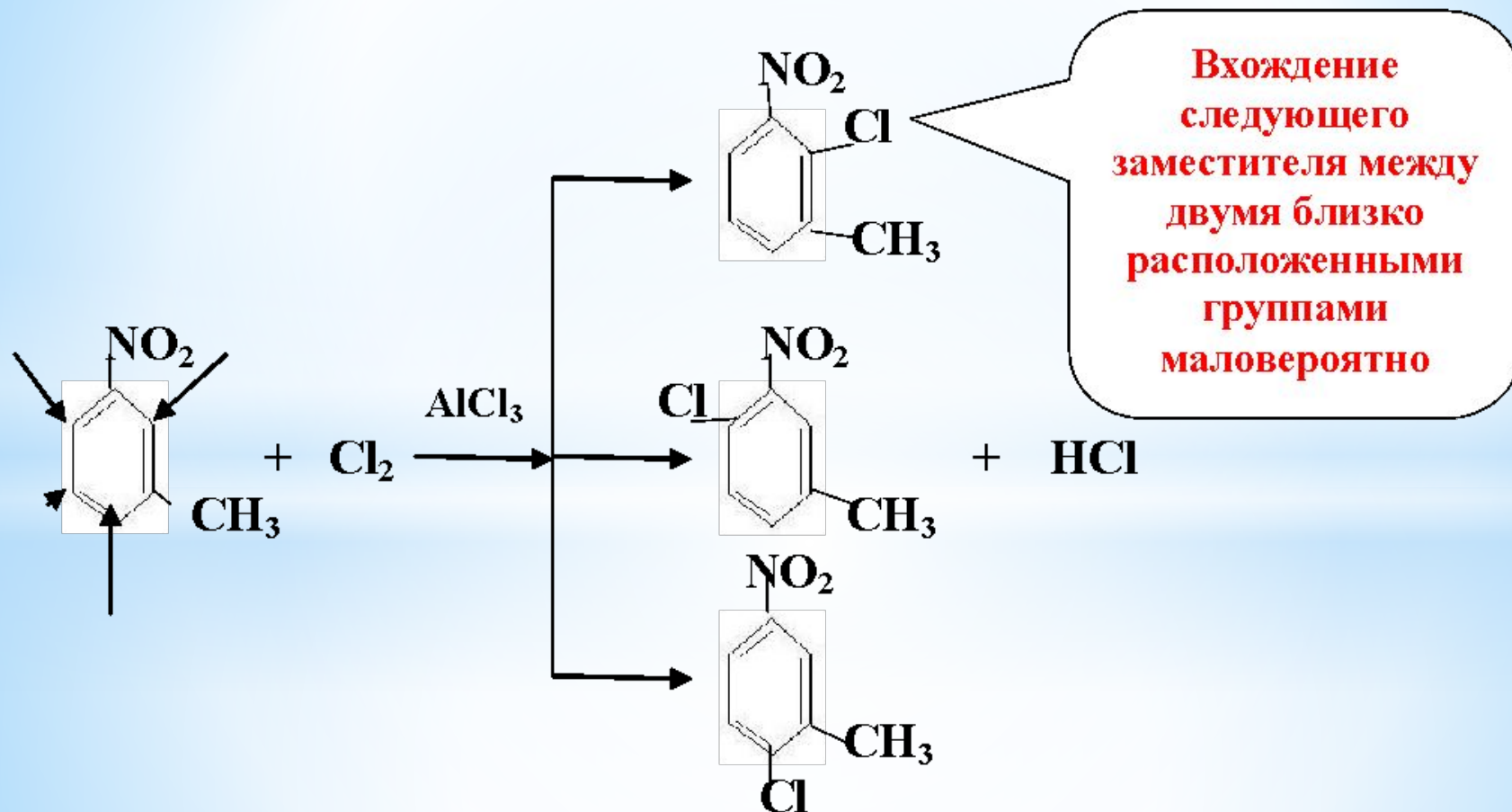
+

$\text{Cl}_2$

$\xrightarrow{\text{AlCl}_3}$



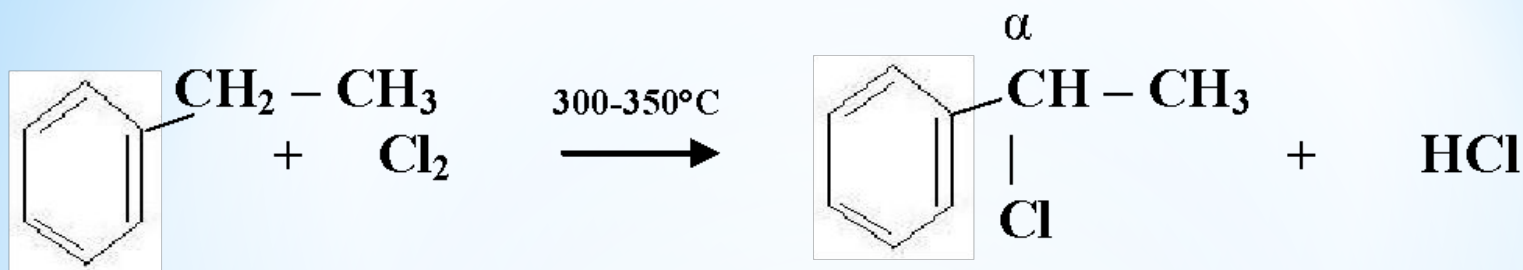
Пример : какие продукты получатся при галогенировании м-нитротолуола.



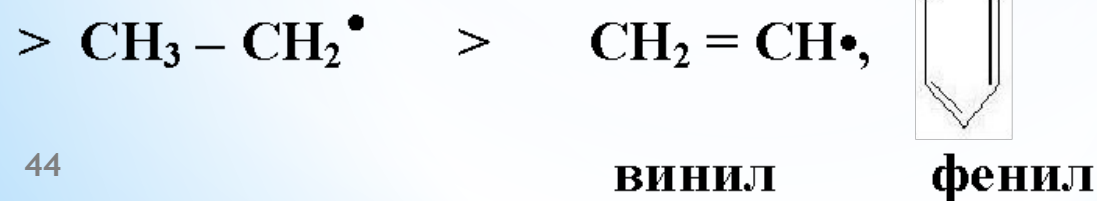
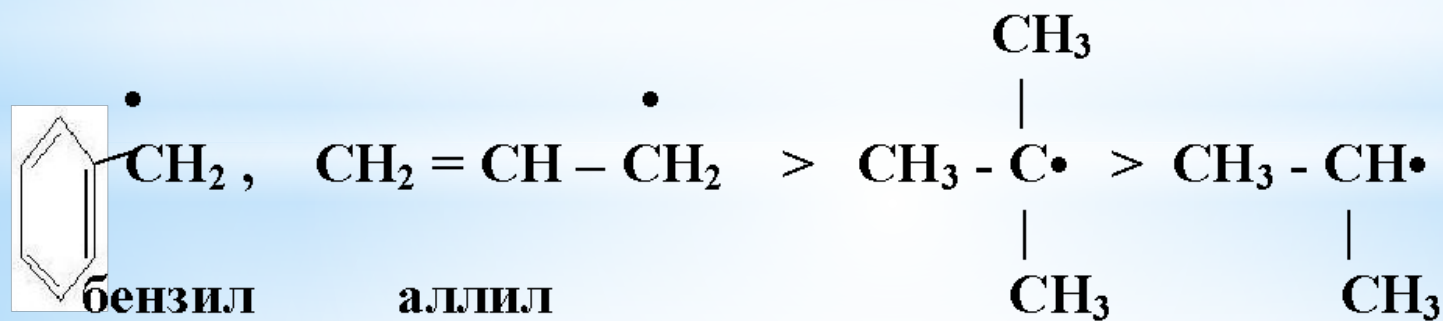
**-CH<sub>3</sub>** – заместитель 1 рода (активирующий) направляет следующий заместитель в орто- и пара- положения, **-NO<sub>2</sub>** заместитель 2 рода (дезактивирующий) мета-ориентант.

Согласно ряду активности заместителей действие группы **-CH<sub>3</sub>** преобладает над действием группы **-NO<sub>2</sub>**, поэтому следующий заместитель отправляется в **орто- и пара-** положения относительно группы **-CH<sub>3</sub>**

### 3. Реакции радикального замещения



ряд устойчивости радикалов

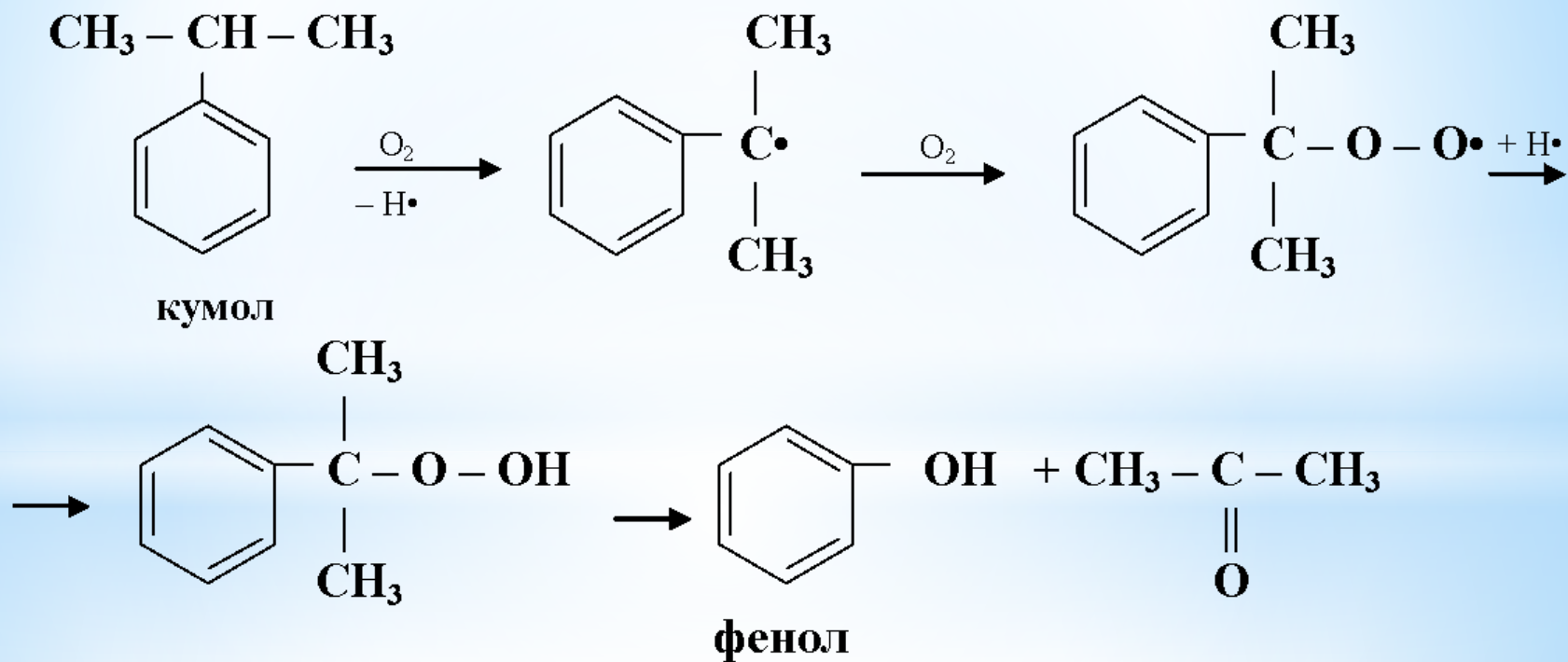


## 4. Реакции окисления

1) Окисление кислородом воздуха на ванадиевом катализаторе:

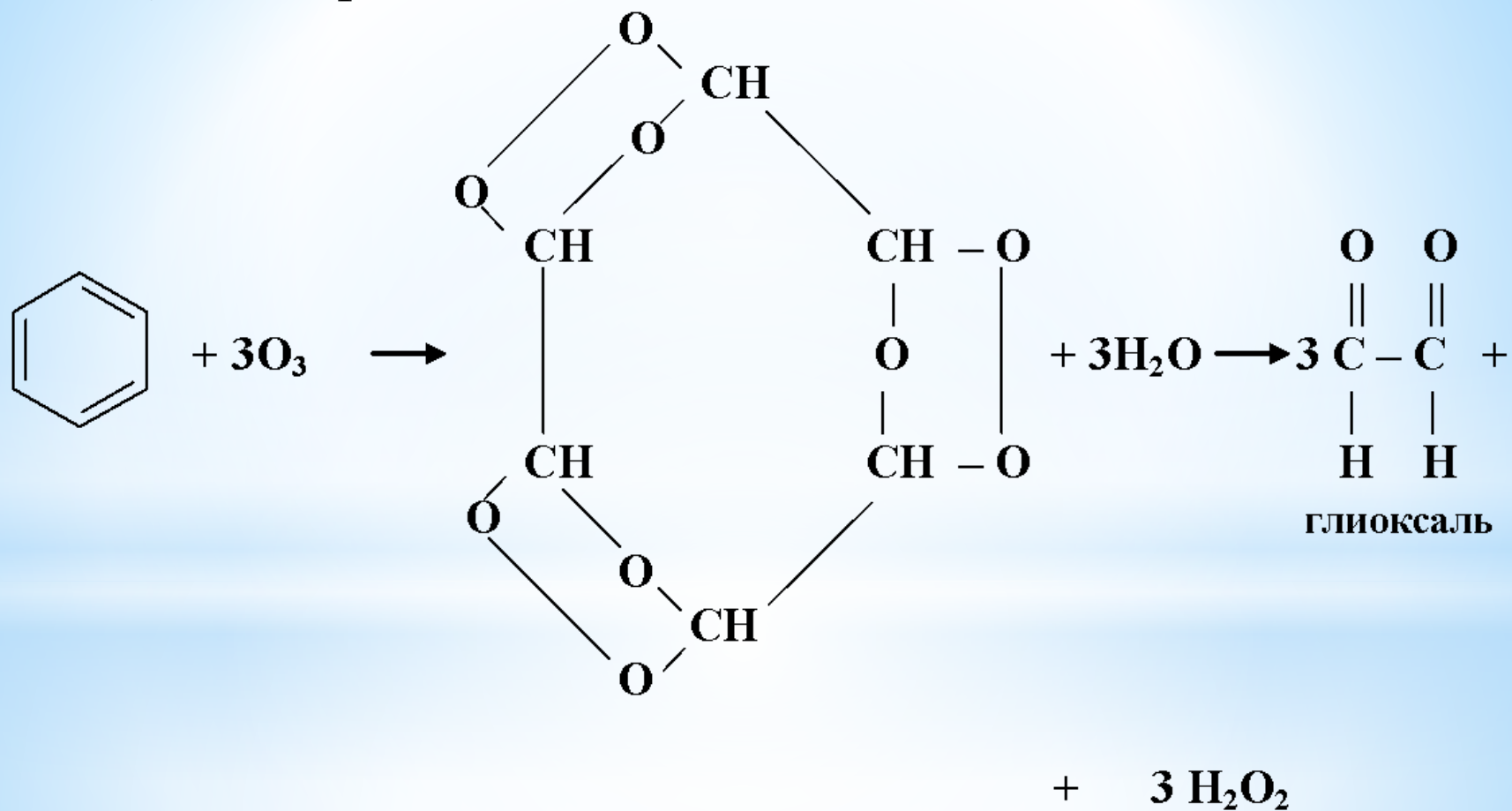


## 2) Окисление кислородом воздуха при высокой температуре (имеющие боковую цепь)

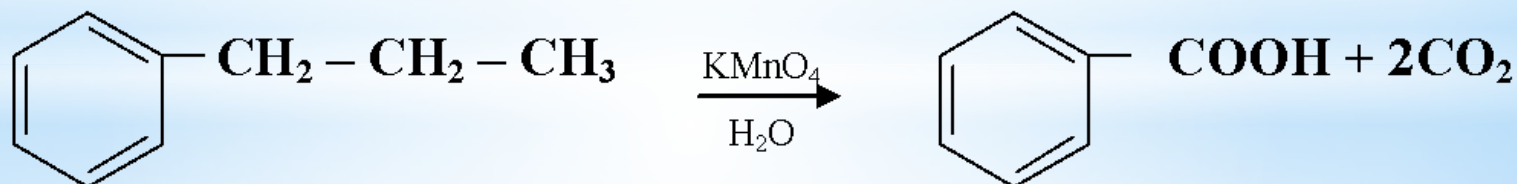
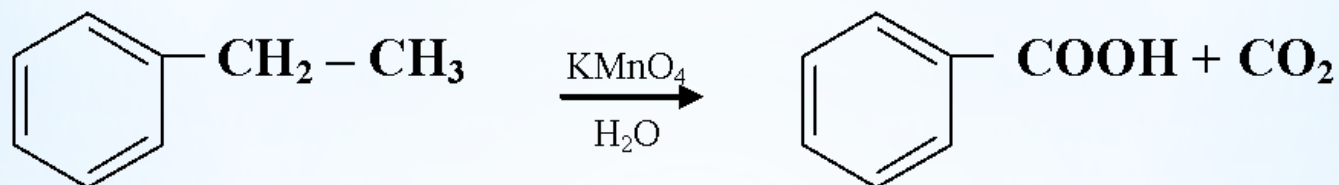
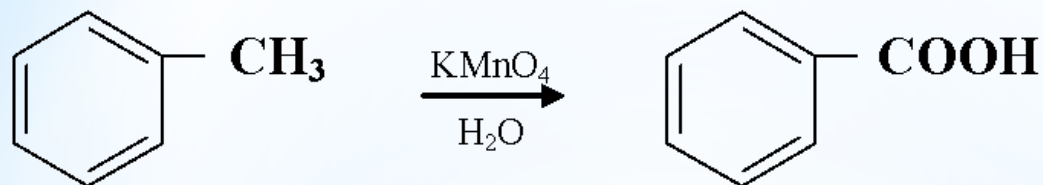


**Кумольный способ получения фенола**

### 3) Озонирование



#### 4) Окисление $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



**Независимо от длины боковой цепи водным раствором  $\text{KMnO}_4$  всегда образуется бензойная кислота**



## 5) горение бензола





# **VI. Физические свойства бензола**



**Спасибо  
за  
Ваше внимание!**