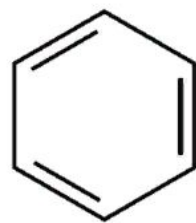
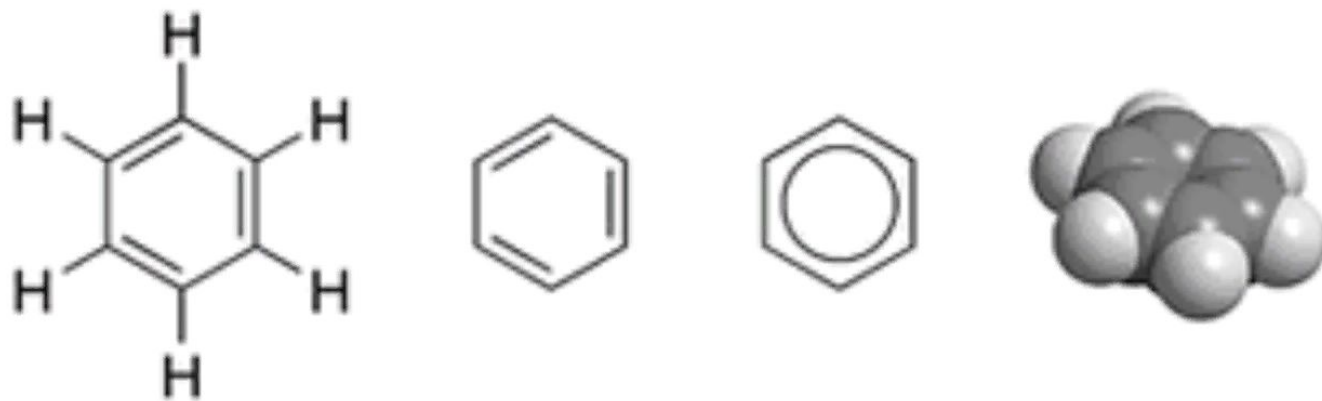




**Ароматические  
углеводороды.  
Бензол**

# Бензол



бензол  
(циклогексатриен-1,3,5)

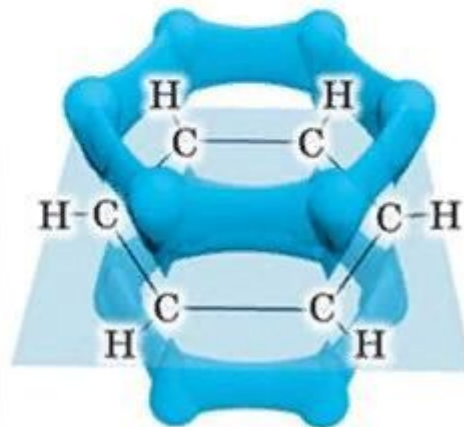
Ароматические углеводороды — углеводороды, содержащие ароматическую связь.

$C_nH_{2n-2}$   
общая формула  
ароматических  
углеводородов

- $sp^2$ -гибридизация атомов углерода;
- $120^\circ$  — валентный угол;
- длина связи C—C 0,140 нм.

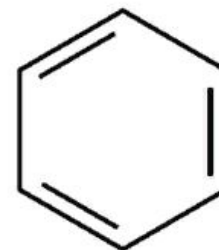
### Номенклатура

- $C_6H_6$  — бензол
- гомологи бензола — замещенные производные бензола (метилбензол, этилбензол)

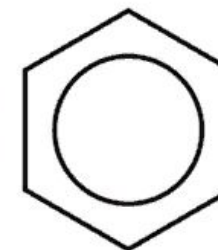


Была установлена его молекулярная формула —  $C_6H_6$ . В 1865 г. Ф. Кекуле предложил его структурную формулу как циклогексантиена-1,3,5.

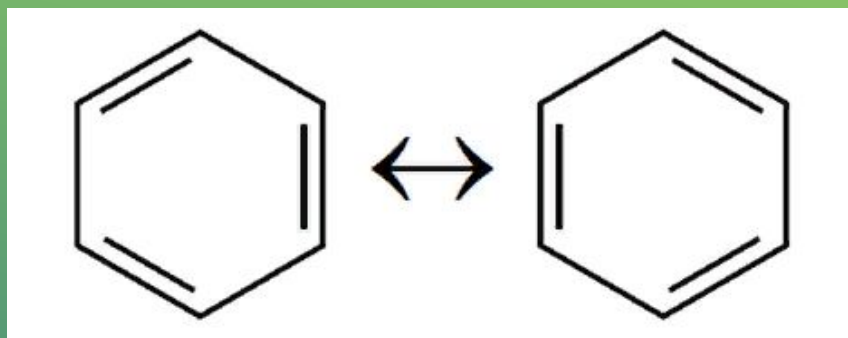
В настоящее время бензол обозначают или формулой Кекуле, или шестиугольником, в котором изображают окружность.



ИЛИ



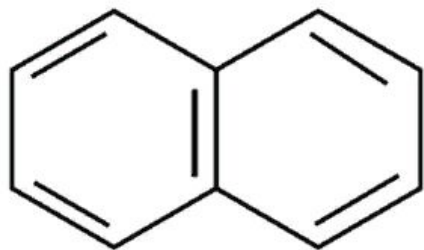
Американский ученый Л. Полинг предложил представлять бензол в виде двух граничных структур, отличающихся распределением электронной плотности и постоянно переходящих друг в друга:



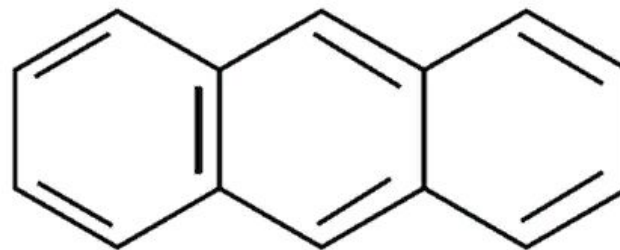
т. е. считать его промежуточным соединением, «**усреднением**» двух структур.

Данные измерений длин связей подтверждают это предположение. Выяснено, что все связи С—С в бензоле имеют одинаковую длину (0,139 нм). Они несколько короче одинарных С—С связей (0,154 нм) и длиннее двойных (0,132 нм).

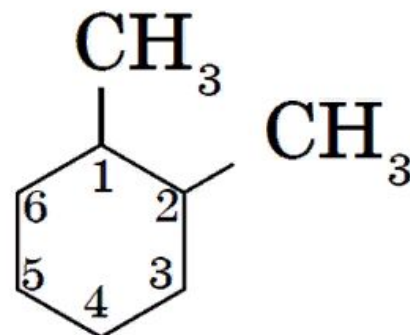
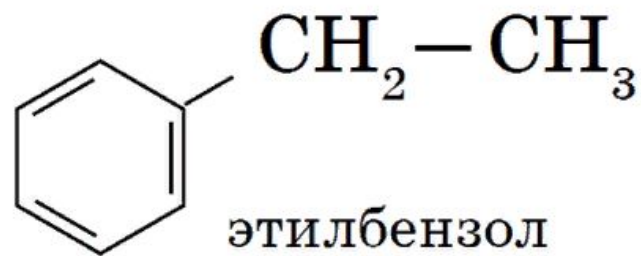
Существуют также соединения, молекулы которых содержат несколько циклических структур, например:



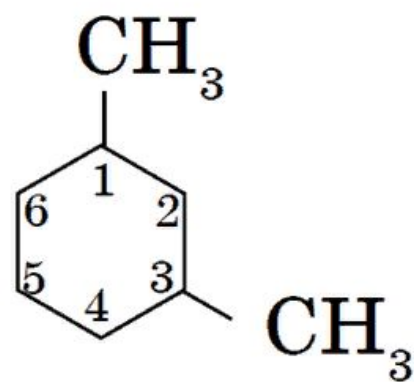
нафталин



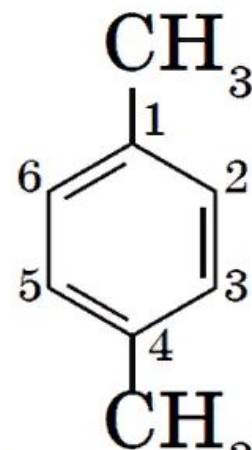
антрацен



1,2-диметилбензол  
(*орто*-ксилол)

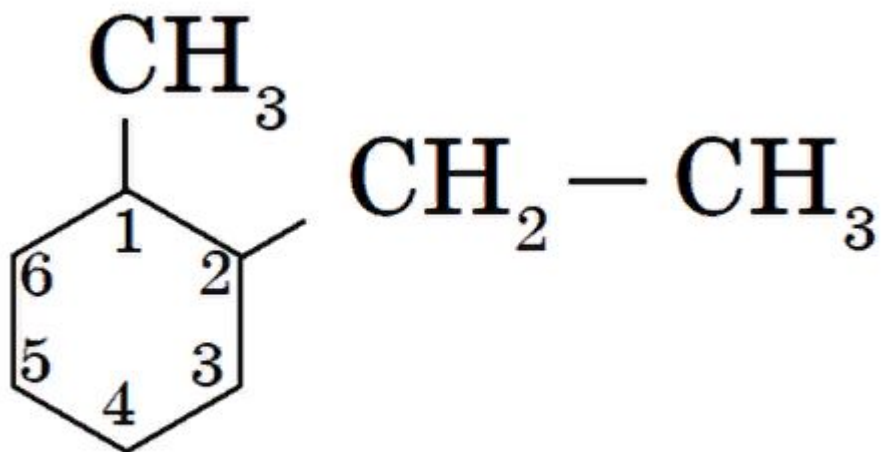


1,3-диметилбензол  
(*мета*-ксилол)



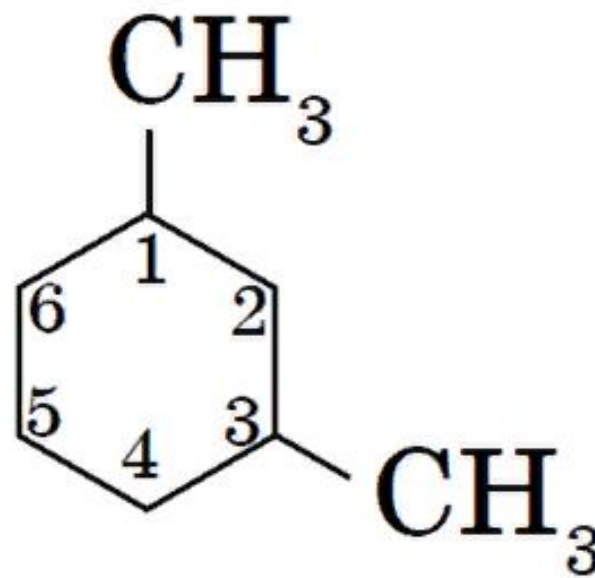
1,4-диметилбензол  
(*пара*-ксилол)

Атомы в ароматическом кольце нумеруют, **начиная от старшего заместителя к младшему**:



1-метил-2-этилбензол

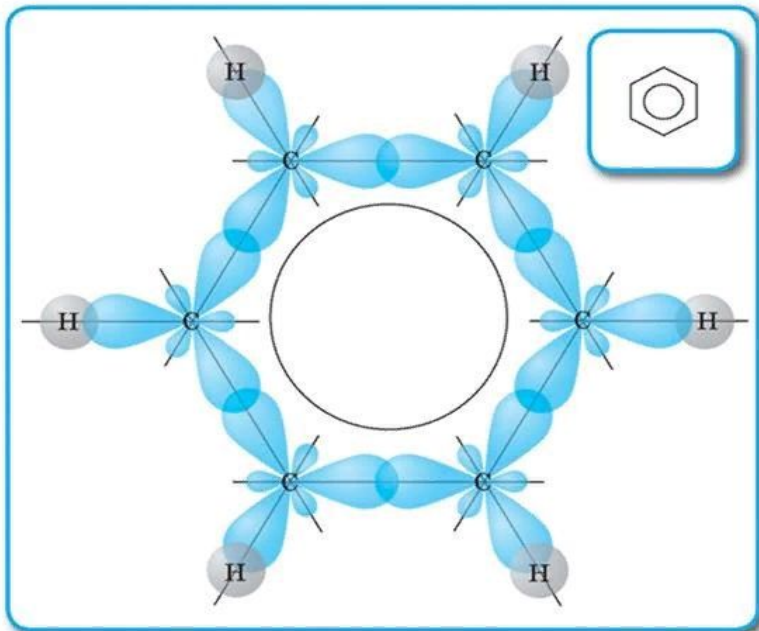
Если заместители одинаковые, то **нумерацию проводят по самому короткому пути**: например, вещество:



## Виды изомерии

- изомерия радикалов;
- количество радикалов;
- положение радикалов в бензольном ядре.

Бензол  $C_6H_6$



- жидкость без цвета
- летучая
- имеет специфический запах
- не растворяется в воде

## Особенности строения молекулы бензола и бензольного ядра

- молекула бензола — это плоский правильный шестичленный цикл, в котором все шесть атомов углерода и шесть атомов водорода размещены в одной плоскости и образуют правильный шестиугольник с углом  $120^\circ$ ;

- молекула бензола — симметрична и неполярна, в ней отсутствуют одинарные и двойные связи, все шесть  $C-C$  связей являются  $\sigma$ -связями с одинаковой длиной;
- молекула бензола имеет делокализованную систему  $\pi$ -электронов в ароматическом ядре, являющуюся основным признаком ароматичности органического соединения;
- устойчивость бензольного кольца объясняется перекрытием облаков всех шести  $p$ -электронов.

## Физические свойства:

ароматических углеводородов

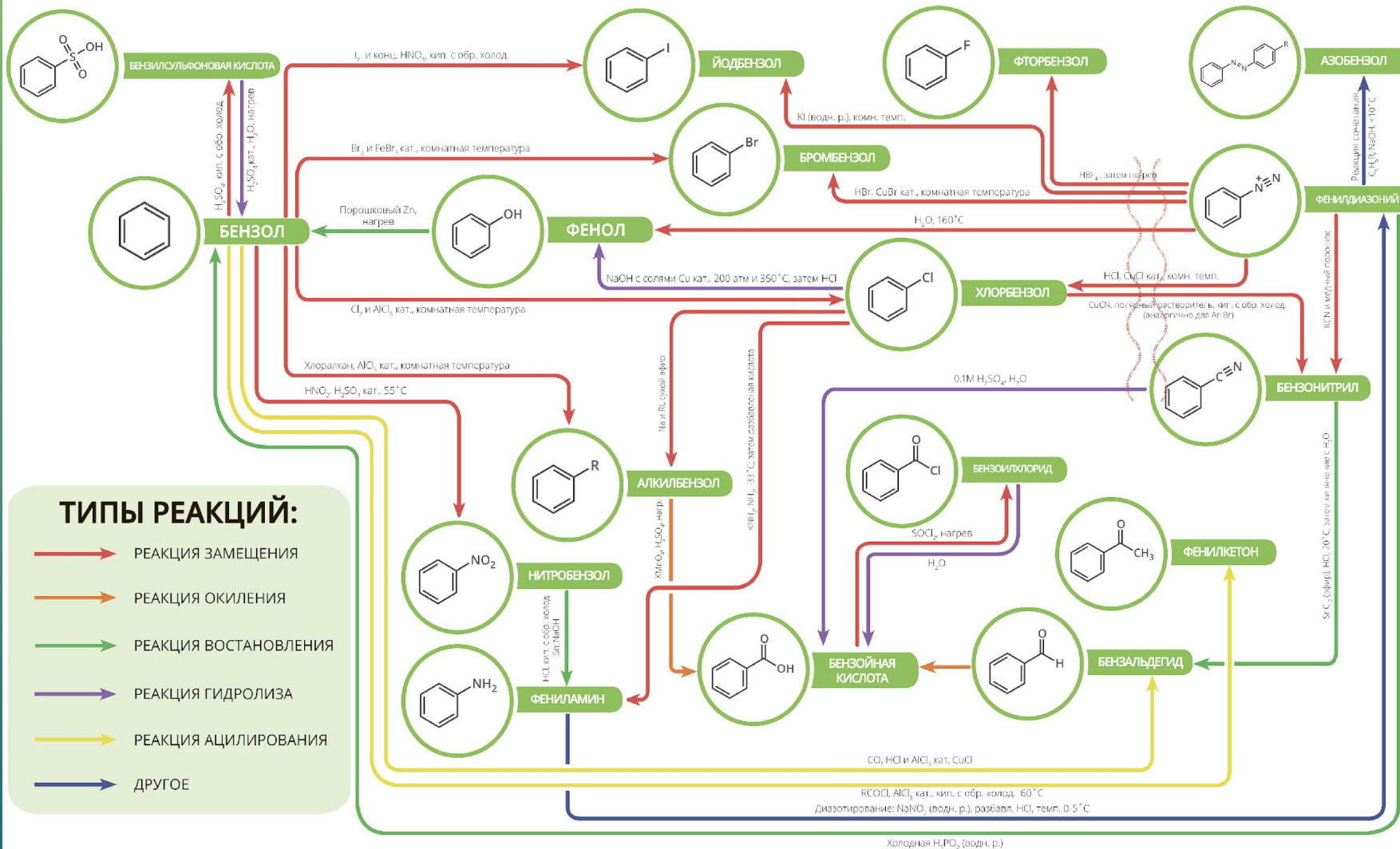
Бензол и его простейшие гомологи в обычных условиях — **весьма**

**токсичные жидкости** с характерным неприятным запахом.

Они плохо растворяются в воде, но хорошо — в органических растворителях.



# ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ГРУПП

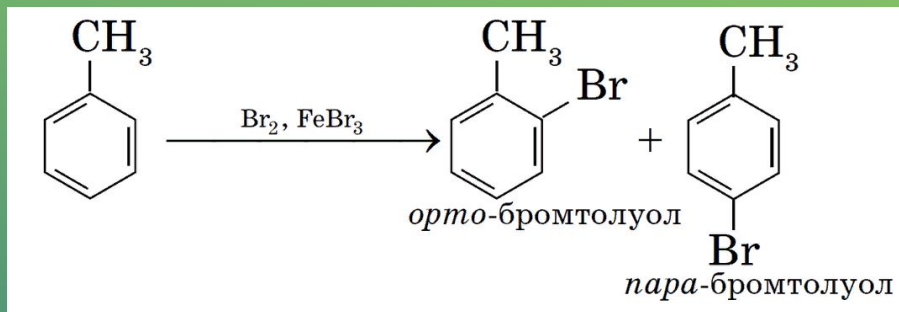


## Реакции замещения.

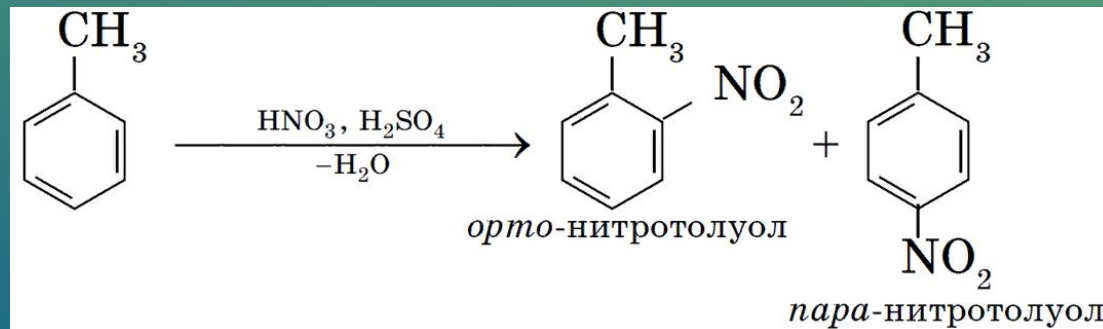
Ароматические углеводороды вступают в реакции замещения.

### 1. Бромирование.

При реакции с бромом в присутствии катализатора, бромида железа (III), один из атомов водорода в бензольном кольце может замещаться на атом брома:



**2. Нитрование бензола и его гомологов.** При взаимодействии ароматического углеводорода с азотной кислотой в присутствии серной (смесь серной и азотной кислот называют нитрующей смесью) происходит замещение атома водорода на нитрогруппу —  $\text{NO}_2$ :

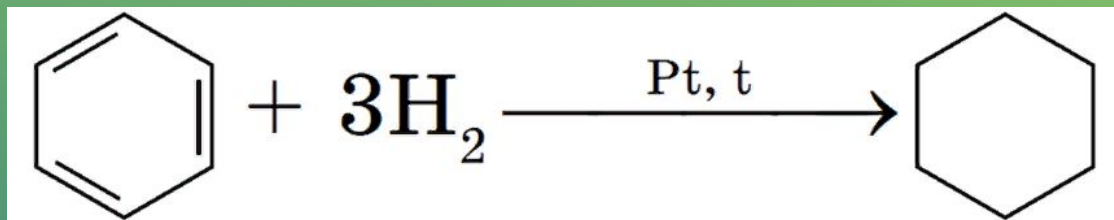


## Реакции присоединения.

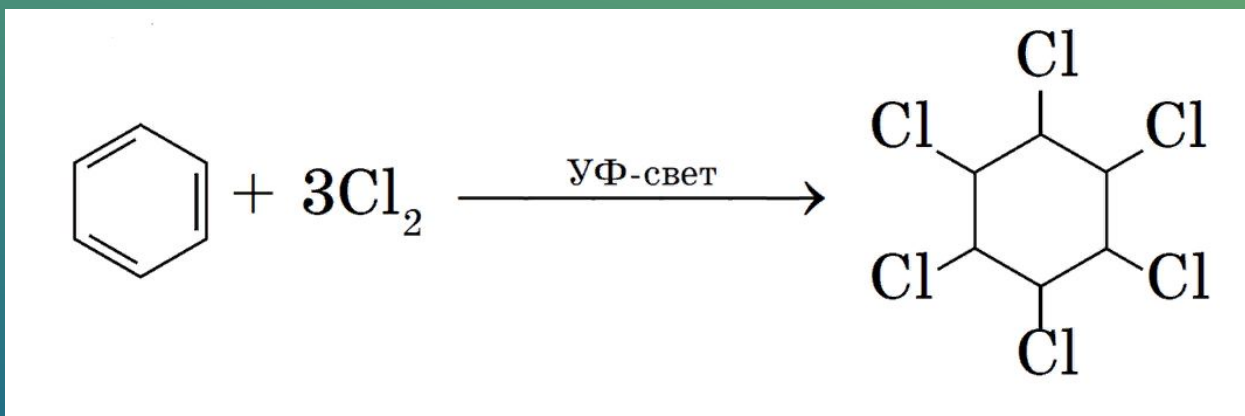
Ароматические соединения могут вступать и в реакции присоединения к бензольному кольцу. При этом образуются циклогексан и его производные.

### 1. Гидрирование.

Каталитическое гидрирование бензола протекает при более высокой температуре, чем гидрирование алкенов:

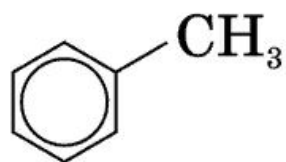


2. Хлорирование. Реакция идет при освещении ультрафиолетовым светом и является свободнорадикальной:

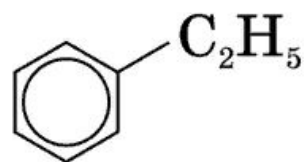


# Гомологи бензола

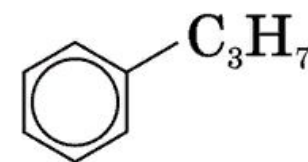
Состав их молекул отвечает формуле  $C_nH_{2n-6}$ .  
Ближайшие гомологи бензола:



метилбензол (толуол)

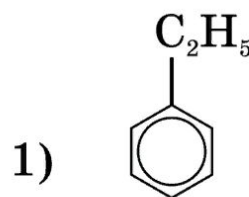


этилбензол

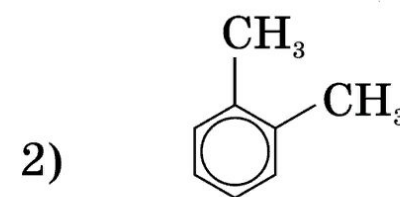


пропилбензол

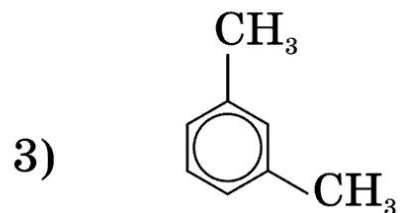
Все следующие за толуолом гомологи бензола имеют **изомеры**. Изомерия может быть связана как с числом и строением заместителя (1, 2), так и с положением заместителя в бензольном кольце (2, 3, 4). Соединения общей формулы  $C_8H_{10}$ :



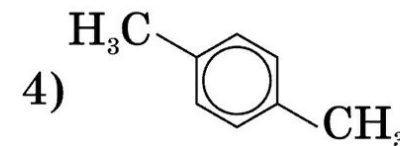
этилбензол



1,2-диметилбензол  
(*o*-ксилол)

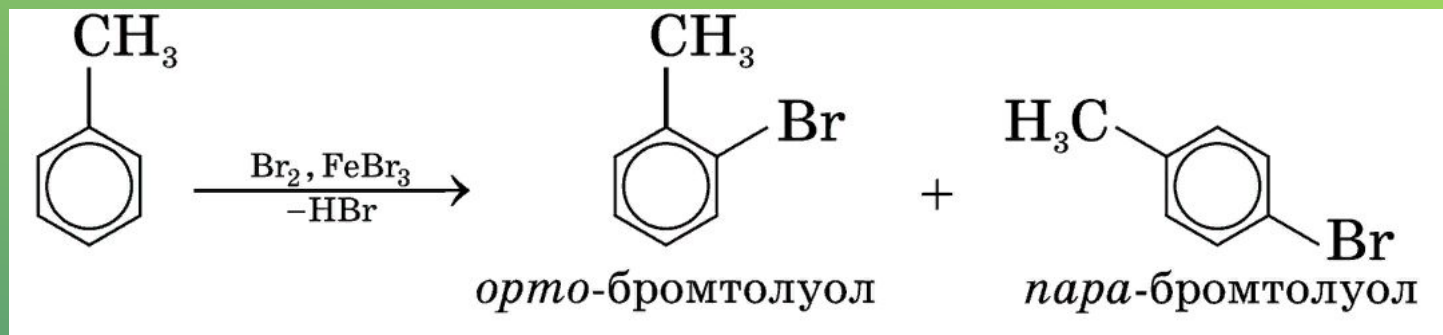


1,3-диметилбензол  
(*m*-ксилол)

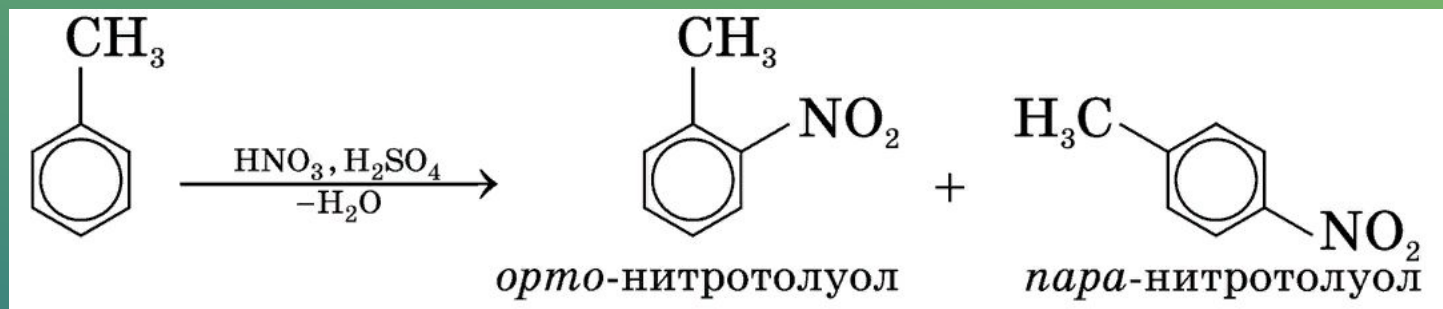


1,4-диметилбензол  
(*p*-ксилол)

## бромирование:



## нитрование:



## Толуол окисляется перманганатом при нагревании:

