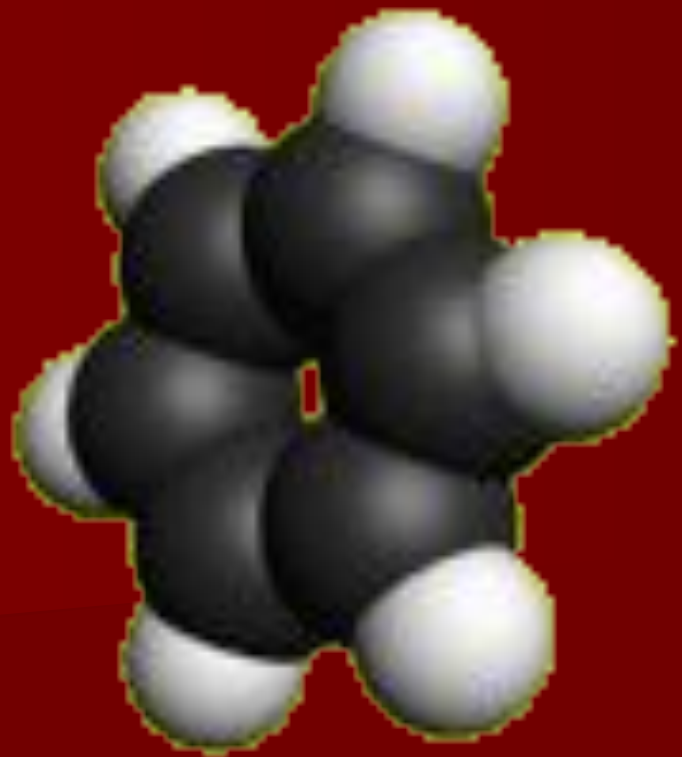


*Ароматические углеводороды.  
Арены.*

12класс



# История открытия

- Впервые бензол описал немецкий химик Иоганн Глаубер, который получил это соединение в 1649 году в результате перегонки каменноугольной смолы. Но ни названия вещества не получило, ни состав его не был известен.



# Второе рождение

**Своё второе рождение бензол получил благодаря работам Фарадея. Бензол был открыт в 1825 году английским физиком Майклом Фарадеем, который выделил его из жидкого конденсата светильного газа.**

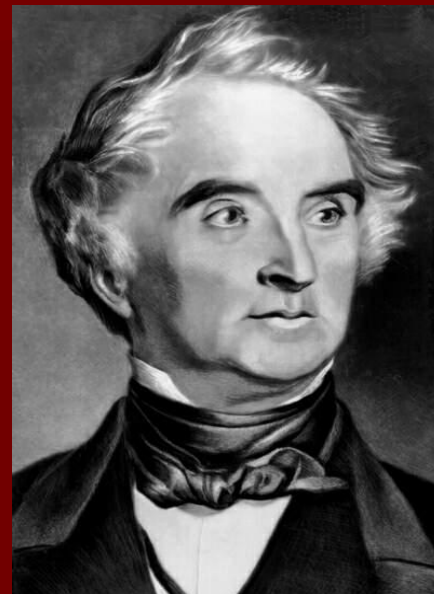


# Новое получение

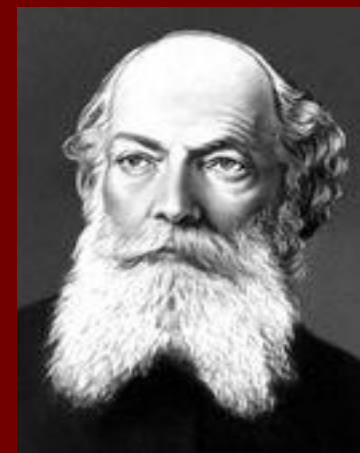
- В 1833 году немецкий физико-химик Эйльгард Мичерлих получил бензол при сухой перегонке кальциевой соли бензойной кислоты (именно от этого и произошло название бензол)



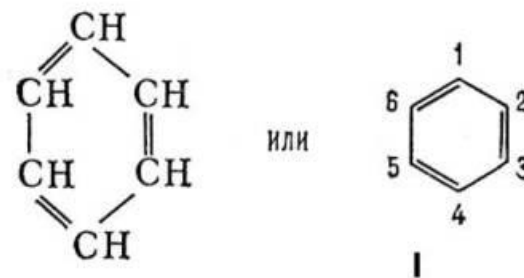
Многие химики-органики, в том числе и Август-Вильгельм Гофман считали, что бензол обладает специфическим запахом. Гофман однажды подчеркнул, что одна его знакомая дама как-то раз сказала, что я пахну стиранными печатками.



- Но структуру бензола удалось установить лишь в 1865 г немецкому химику Фридриху Августу Кекуле. Вот как это было. Ему однажды пришлось участвовать в качестве свидетеля в судебном процессе по делу об убийстве графини Герлиц. На этом процессе демонстрировалось в качестве улики кольцо графини в виде двух переплетенных змеек, которое похитил преступник. Эти змейки врезались в память ученому. Как-то раз, после долгой работы над учебником, Кекуле уснул, и ему приснились атомы углерода и водорода, сцепленные в нити, которые сближались и свертывались в трубку, напоминая двух змей. Одна из змей вцепилась в собственный хвост, продолжая крутиться. Сон оказался в руку. Кекуле сцепил все атомы углерода в шестиугольник с чередующимися двойными и одинарными связями. Так появилась на свет структурная формула бензола.



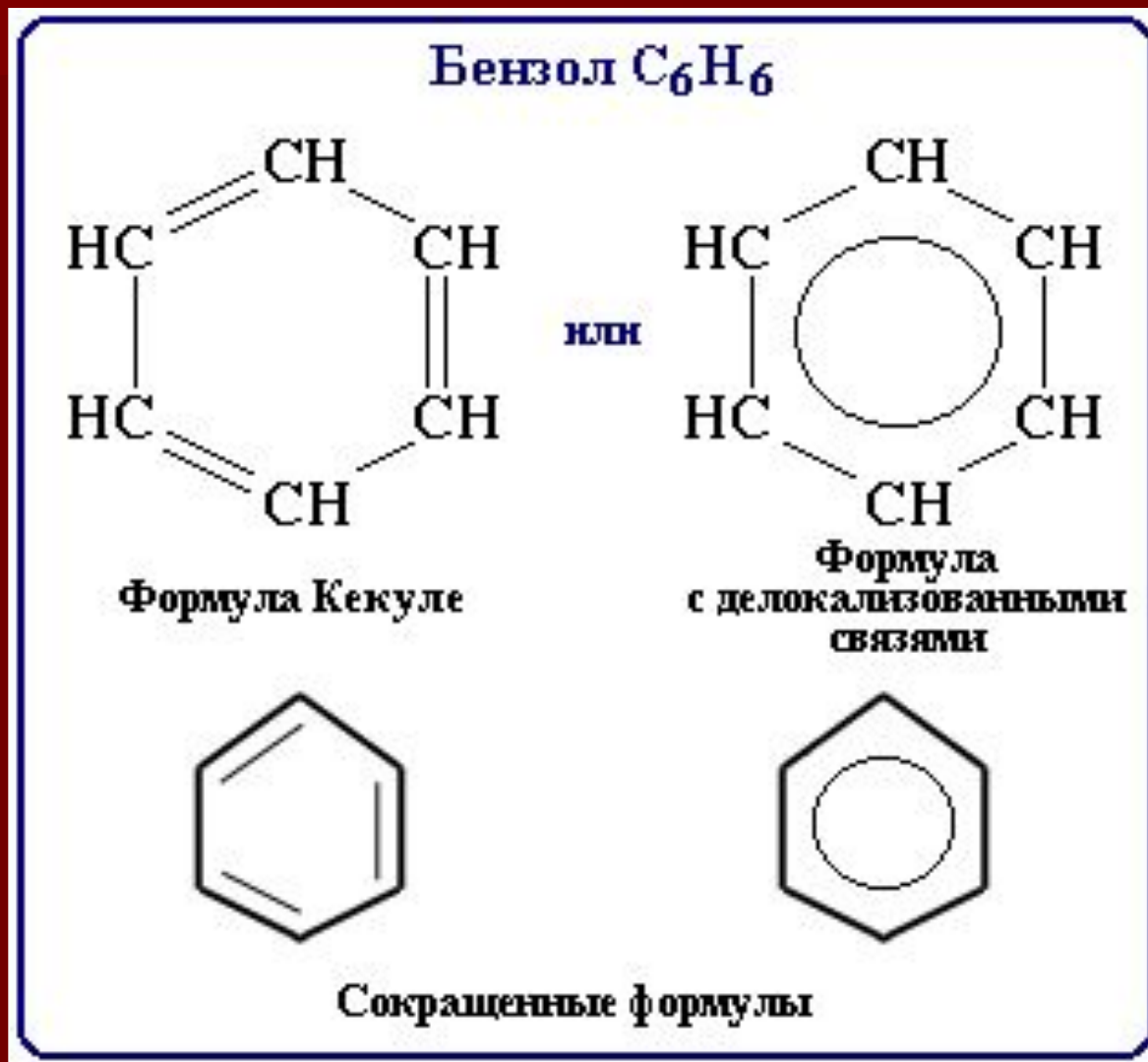
Змея, пожирающая свой хвост, - сон, подсказавший Кекуле формулу бензола



# Строение бензола

В свое время было предложено много вариантов структурных формул бензола, но ни одна из них не смогла удовлетворительно объяснить его особые свойства.

Цикличность строения бензола подтверждается тем фактом, что его однозамещенные производные не имеют изомеров.

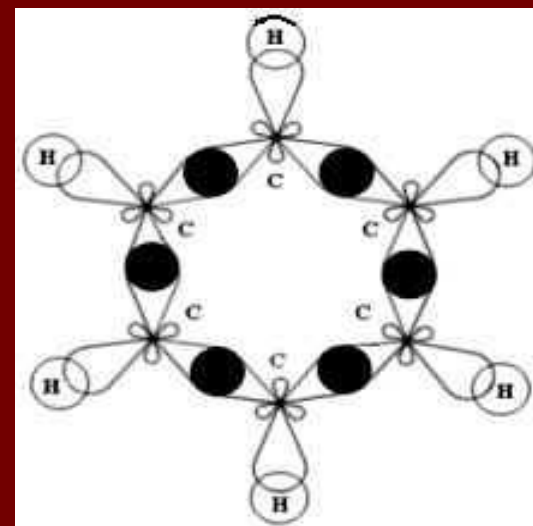


# Образование $\sigma$ -связей в бензольном кольце.

Для бензольного ядра характерна

**$SP^2$  - гибридизация.**

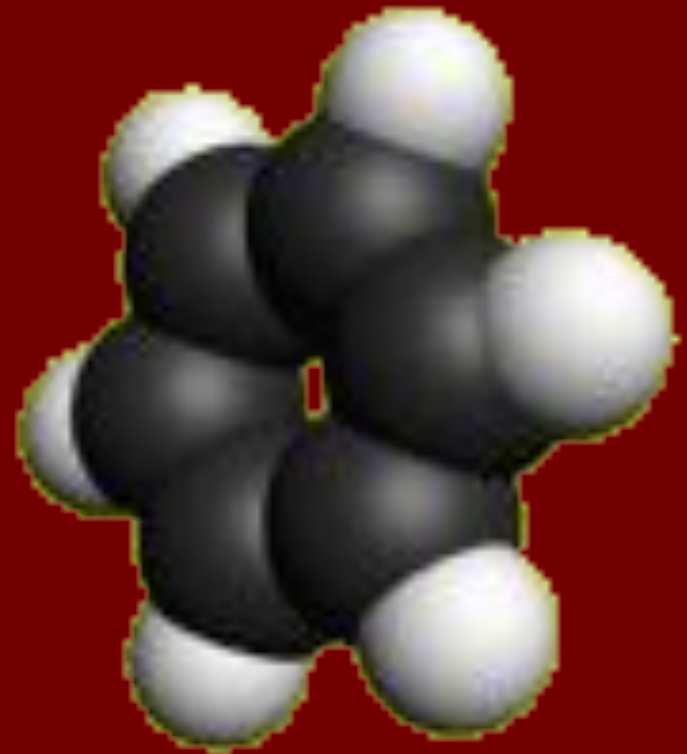
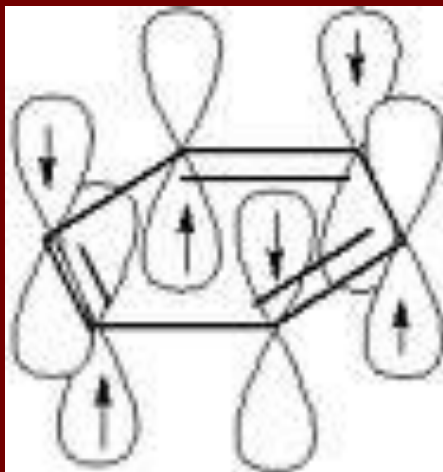
Два из трех гибридных электронных облака образуют две  $\sigma$ -связи между соседними атомами углерода, а третье – между атомами углерода и водорода:





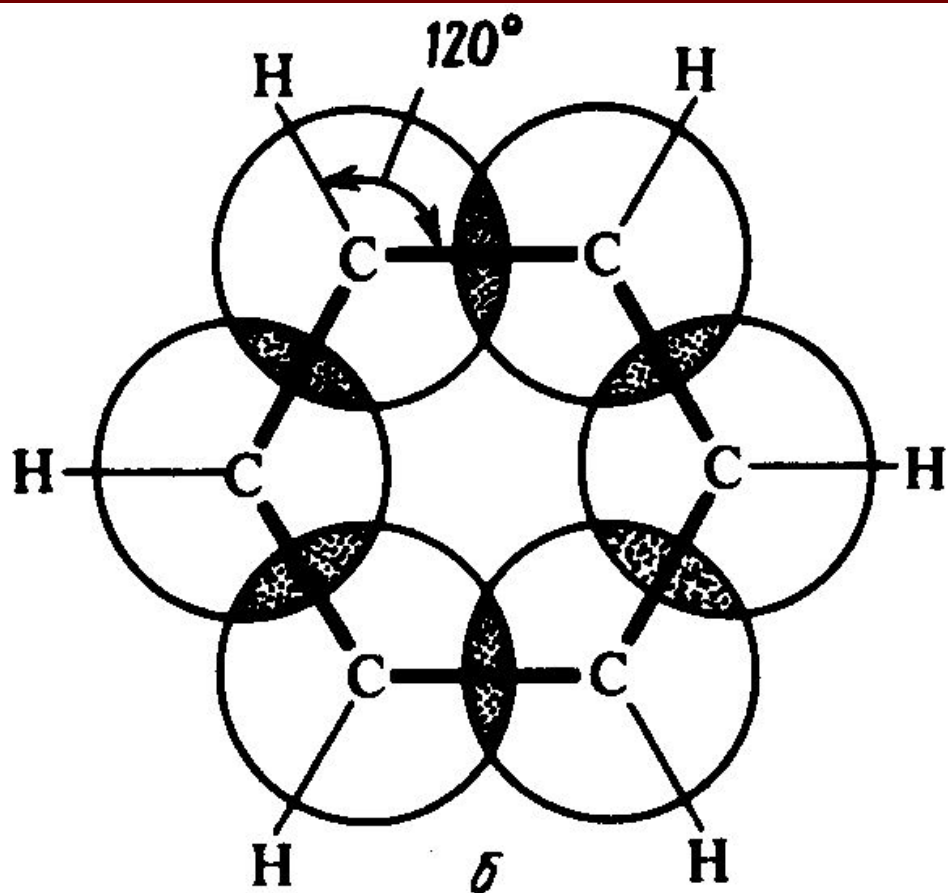
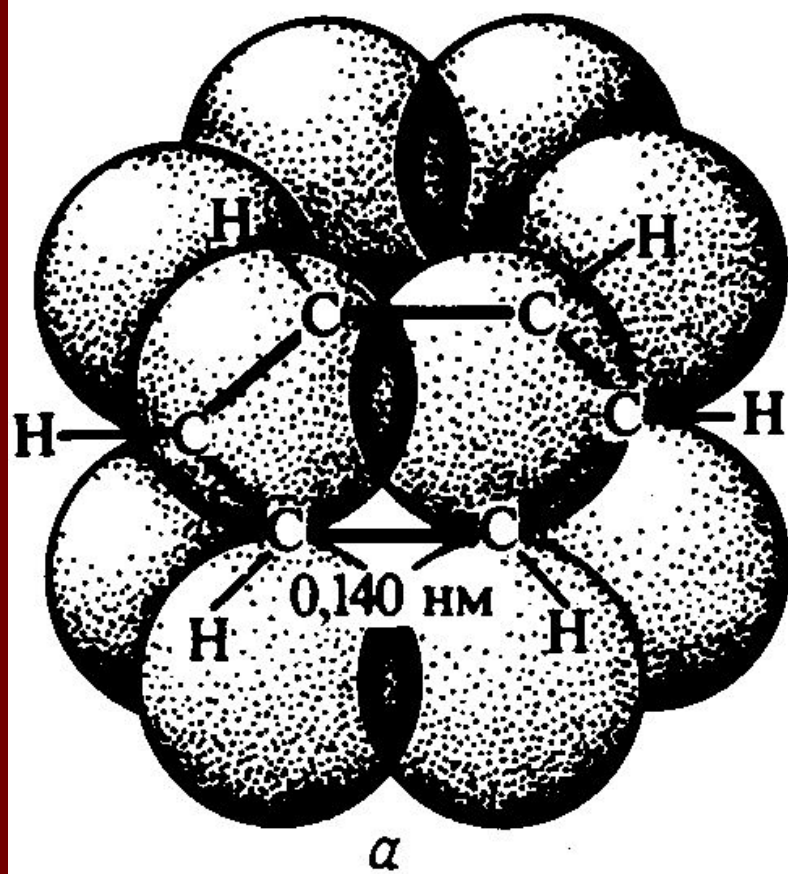
# Образование единой $\pi$ - электронной системы

Негибридные  $p$ -электронные облака  
взаимно перекрываются и образуют  
устойчивую  $\pi$ -электронную систему:



## Квантовомеханическая теория и молекула бензола

Немецкий химик Э. Хюккель применил к ароматическим соединениям квантовомеханическую теорию и показал, что шесть  $p$ -электронов молекулы бензола располагаются в плоскости, перпендикулярной плоскости молекулы, взаимно перекрываются и образуют замкнутое электронное облако.



# Понятие арены (ароматические углеводороды)

Соединения углерода с водородом, в молекулах которых имеется бензольное кольцо, или ядро, относятся к ароматическим углеводородам.

# Гомологи бензола

При замещении водородных атомов в молекуле бензола различными радикалами образуются гомологи бензола:

$C_6H_5 - CH_3$  – метилбензол

$C_6H_5 - C_2H_5$  – этилбензол

$C_6H_5 - C_3H_7$  – пропилбензол

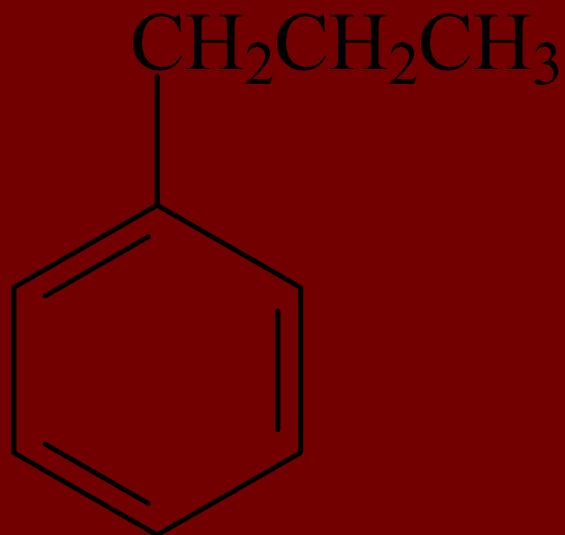
Общая формула  $C_nH_{2n-6}$

# Изомерия гомологов бензола

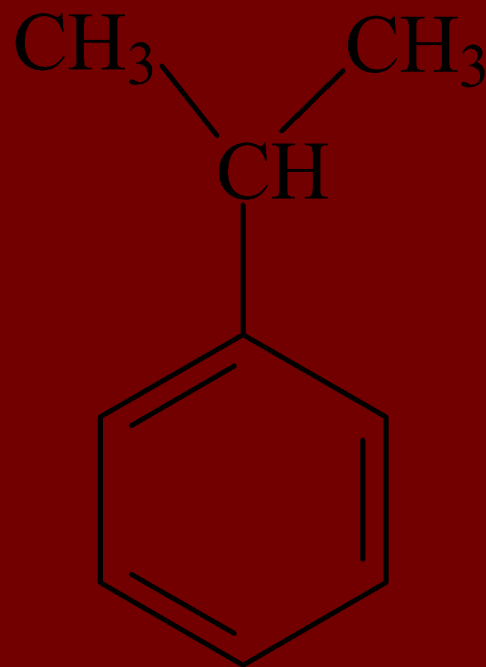
- изомерия радикалов;
- количество радикалов;
- положение радикалов в бензольном ядре.

# Арены

## Номенклатура и изомерия



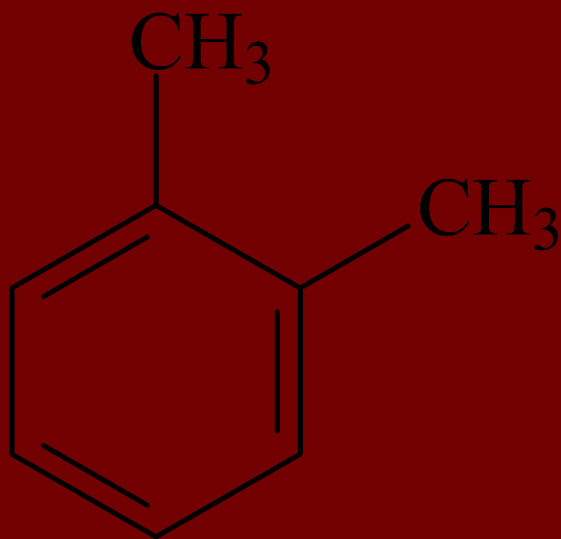
пропилбензол



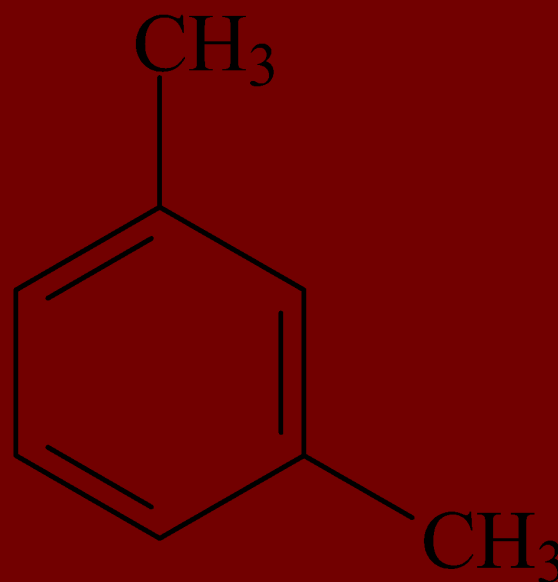
изопропилбензол (кумол)

# Арены

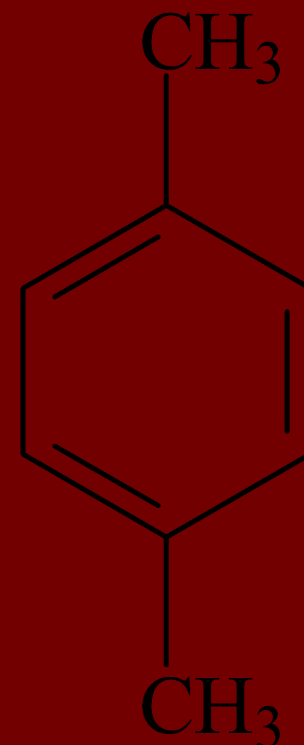
## Номенклатура и изомерия



**о-ксилол**  
**(1,2-диметилбензол)**



**м-ксилол**  
**(1,3-диметилбензол)**

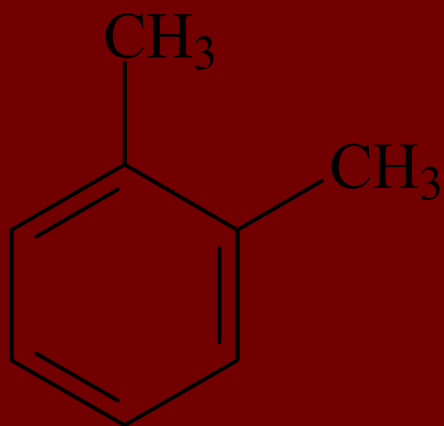


**п-ксилол**  
**(1,4-диметилбензол)**

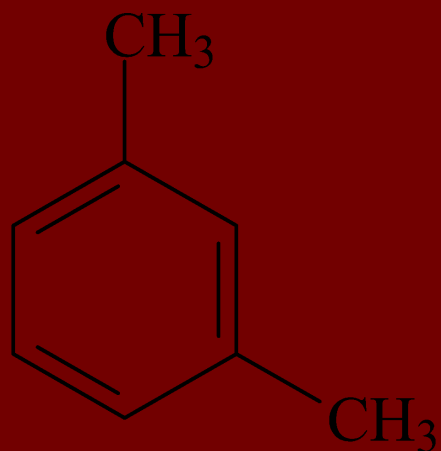


# Арены

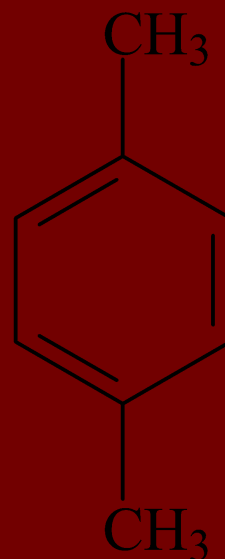
## Номенклатура и изомерия



**o-ксилол**  
(1,2-диметилбензол)



**m-ксилол**  
(1,3-диметилбензол)



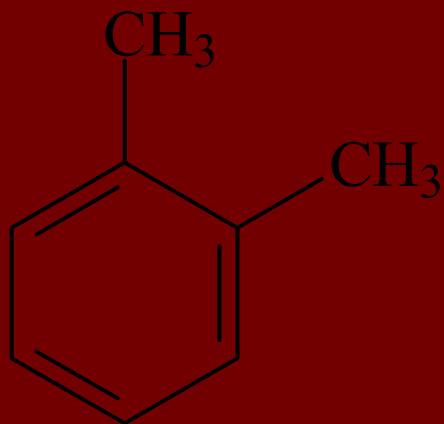
**p-ксилол**  
(1,4-диметилбензол)



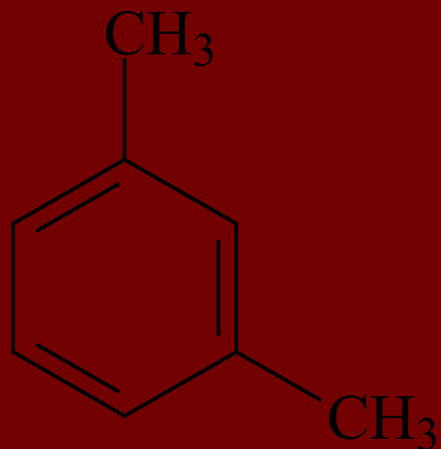
**этилбензол**

# Арены

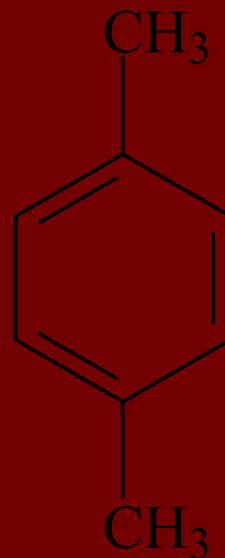
## Номенклатура и изомерия



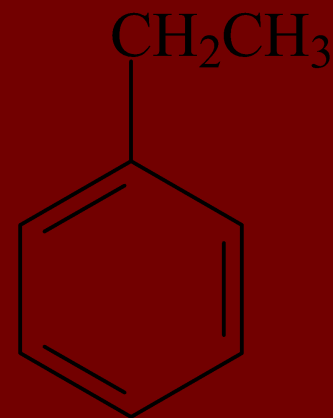
**о-ксилол**  
(1,2-диметилбензол)



**м-ксилол**  
(1,3-диметилбензол)



**п-ксилол**  
(1,4-диметилбензол)



**этилбензол**

# Физические свойства

- Бензол представляет собой бесцветную, легкоподвижную жидкость с температурой кипения  $+80^{\circ}\text{C}$  и температурой плавления  $+5^{\circ}\text{C}$ .
- Он обладает своеобразным запахом, горит сильно коптящим пламенем, легче воды и не растворяется в ней.
- Пары бензола с воздухом образуют взрывчатую смесь.

# Химические свойства

1. Горение бензола:



2. Реакция замещения:



3. Нитрование:



4. Гидрирование:

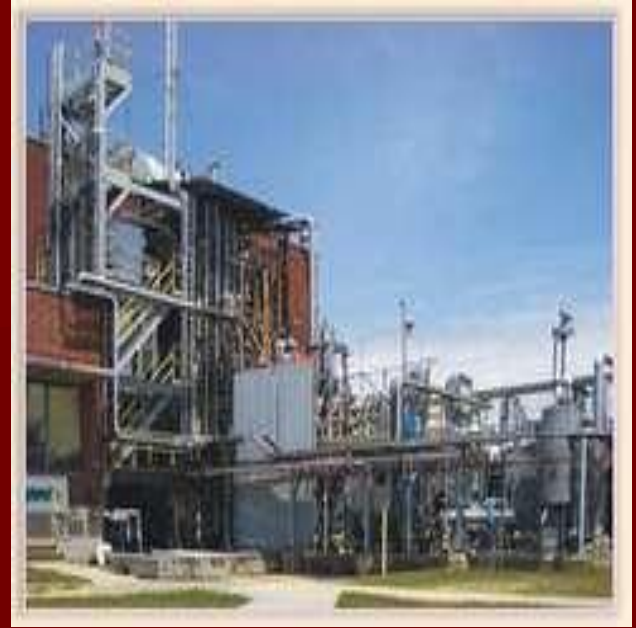


5. Хлорирование:



## Получение

- Бензол получают из каменноугольной смолы, образующейся при коксовании угля.
- В настоящее время бензол получают из нефти.
- Бензол получают синтетическими методами.



## Другие способы получения

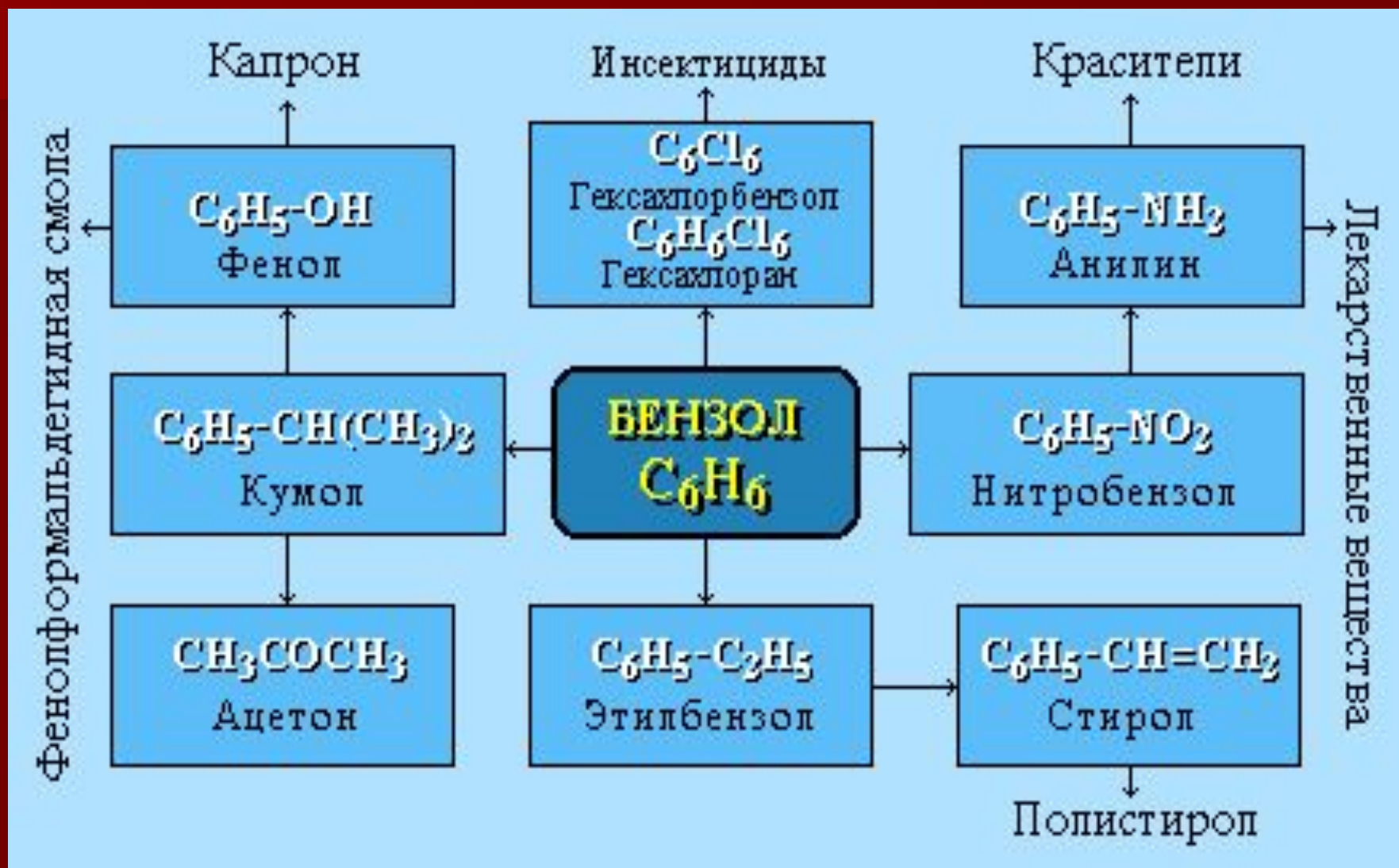


# Природные источники получения:

- Природные и попутные газы
- Нефть
- Каменный уголь



# Применение





# Проверь себя

*Выбери правильный ответ.*

1. Бензол относится к гомологическому ряду:
  - а) алканов;
  - б) алкенов;
  - в) алкинов;
  - г) аренов.
2. Брутто-формула бензола - это:
  - а)  $C_6H_6$ ;
  - б)  $C_6H_{14}$ ;
  - в)  $C_6H_{12}$ ;
  - г)  $C_6H_{10}$

3. Бензол в воде:

- а) растворяется неограничено;
- б) не растворяется;
- в) растворяется при нагревании;
- г) не растворяется при нагревании.

4. Общая формула аренов:

- а)  $C_{2n}H_{2n+2}$  ; б)  $C_{2n}H_{2n}$  ;
- в)  $C_{2n}H_{2n-2}$  ; г)  $C_{2n}H_{2n-6}$



5. Для бензольного ядра характерна

а)  $sp^2$  гибридизация;

б)  $sp^3$  гибридизация;

в)  $sp^4$  гибридизация;

г)  $sp$  гибридизация.

6. Среди приведенных реакций укажите реакцию гидротации:

а)  $C_6H_6 + O_2 \rightarrow$

б)  $C_6H_6 + HCl \rightarrow$

в)  $C_6H_6 + H_2 \rightarrow$

г)  $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow$



Молодець!