



АРЕНЫ. БЕНЗОЛ И ЕГО ГОМОЛОГИ

ХИМИЯ, 10 КЛАСС

СЛОВАРЬ

Ароматические соединения (от греч. *âroma* — благовоние), класс органических циклических соединений, все атомы которых участвуют в образовании единой сопряжённой системы; p-электроны такой системы образуют устойчивую, т. е. замкнутую, электронную оболочку.

Название «Ароматические соединения» закрепилось вследствие того, что первые открытые и изученные представители этого класса веществ

Общая формула ароматических углеводородов

$C_n H_{2n-6}$ (n не менее 6)

Номенклатура

Гомологи бензола – соединения, образованные заменой одного или нескольких атомов водорода в молекуле бензола на углеводородные радикалы (R):

C_6H_5-R (алкилбензол), $R-C_6H_4-R$ (диалкилбензол) и т.д.

Номенклатура. Широко используются тривиальные названия (толуол, ксилол, кумол и т.п.). Систематические названия **строят из названия углеводородного радикала (приставка) и слова бензол**

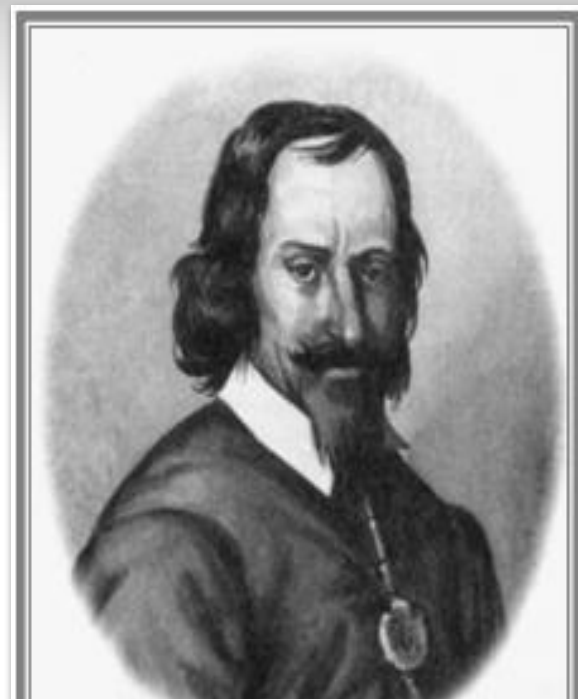
$C_6H_5-CH_3$
метилбензол

$C_6H_5-C_2H_5$
этилбензол

$C_6H_5-C_3H_7$
пропилбензол

История открытия

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



**Иоганн
Глаубер**

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



**Майкл
Фарадей**

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



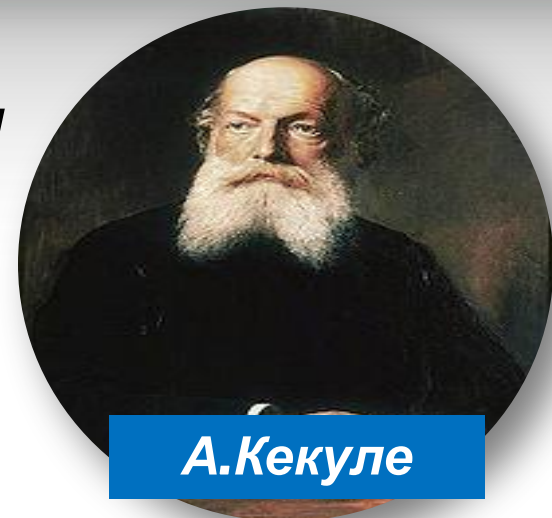
**Эйльгард
Мичерлих**

Структурная формула бензола

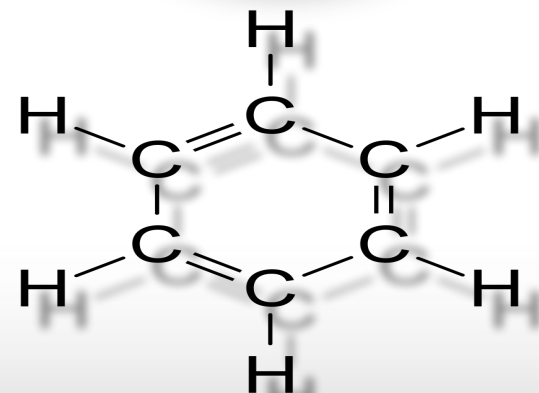
Была предложена немецким ученым А. Кекуле в 1865 году

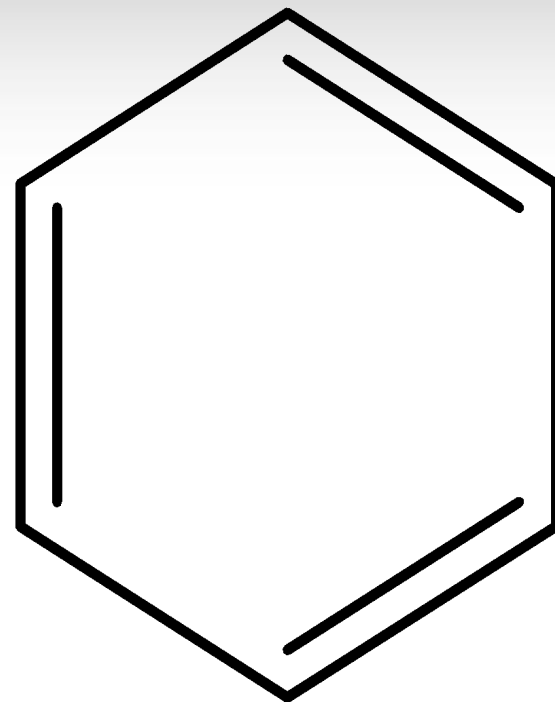
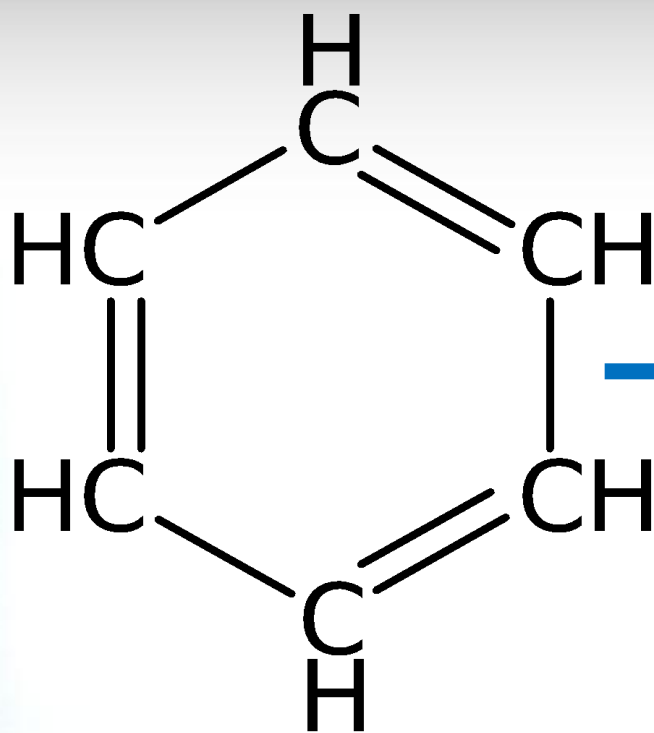
НО

Бензол *не* взаимодействует с бромной водой и раствором перманганата калия!

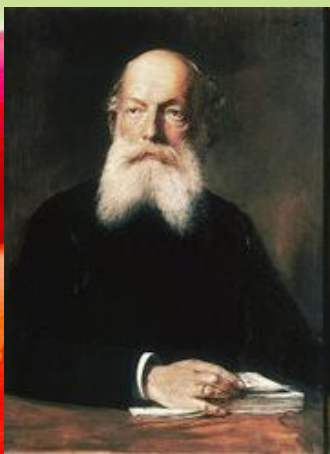


А.Кекуле





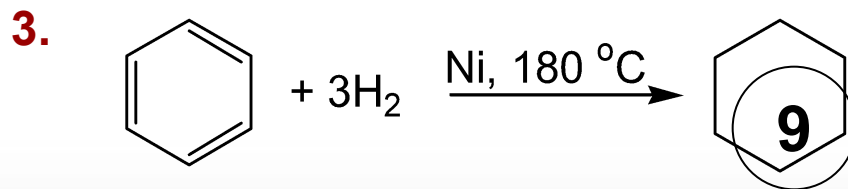
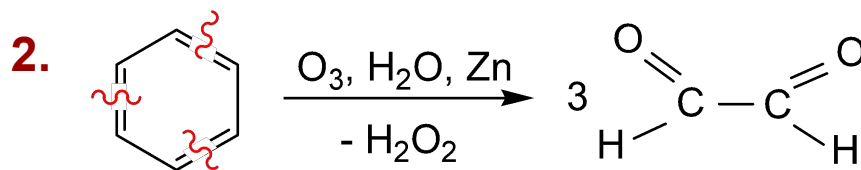
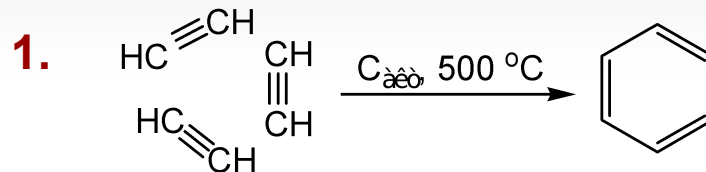
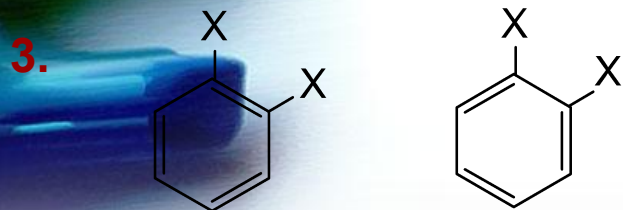
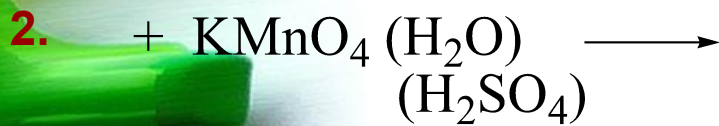
Ф. Кекуле предположил, что в молекуле бензола существуют три двойных связи.



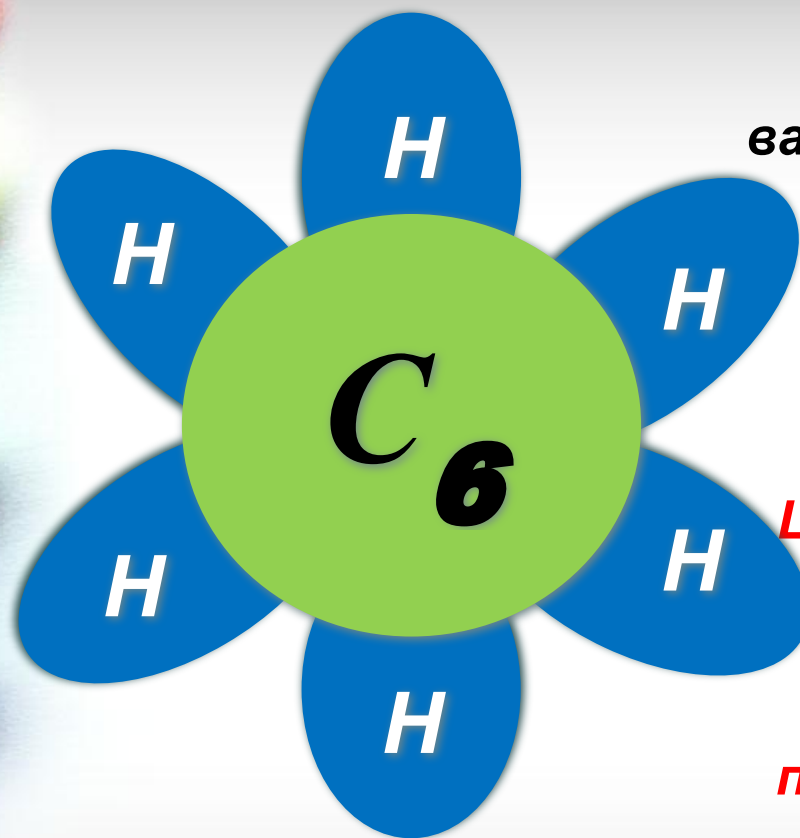
Формула Кекуле и ее противоречивость

против!

за!



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.

Схема образования сигма – связей в молекуле бензола.

- ❑ 1) Тип гибридизации - **sp^2**
- ❑ 2) между атомами углерода и углерода и водорода образуются сигма – связи, **лежащие в одной плоскости.**
- ❑ 3) валентный угол – **120 градусов**
- ❑ 4) длина связи C-C **0,140 нм**

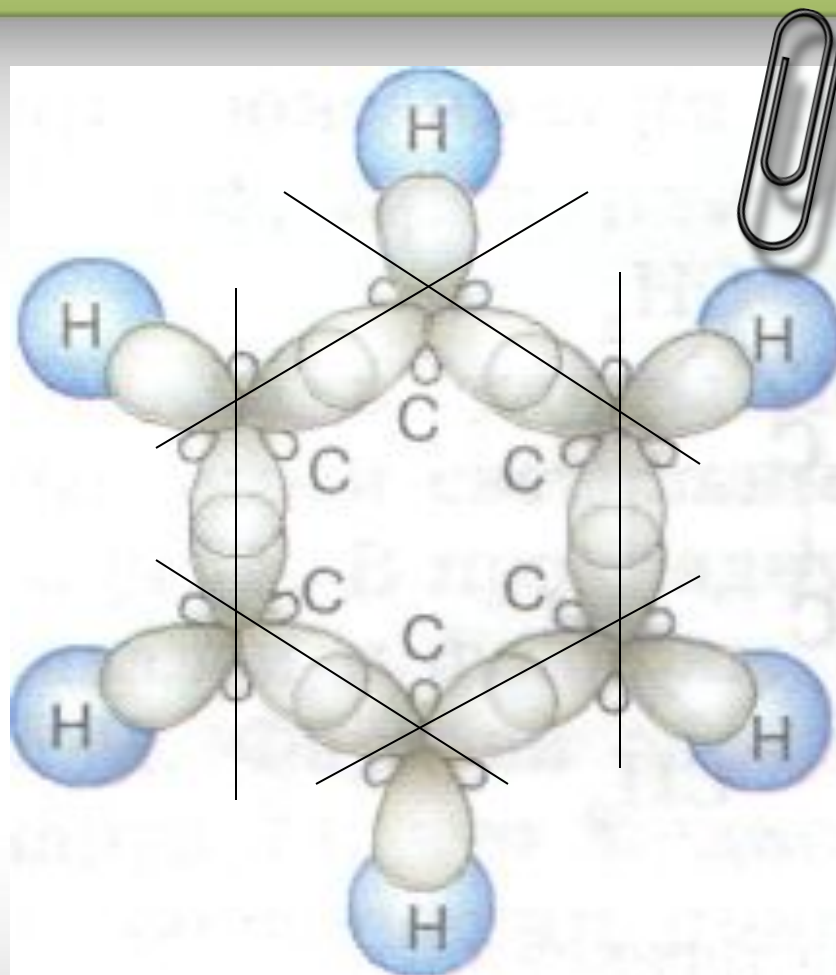
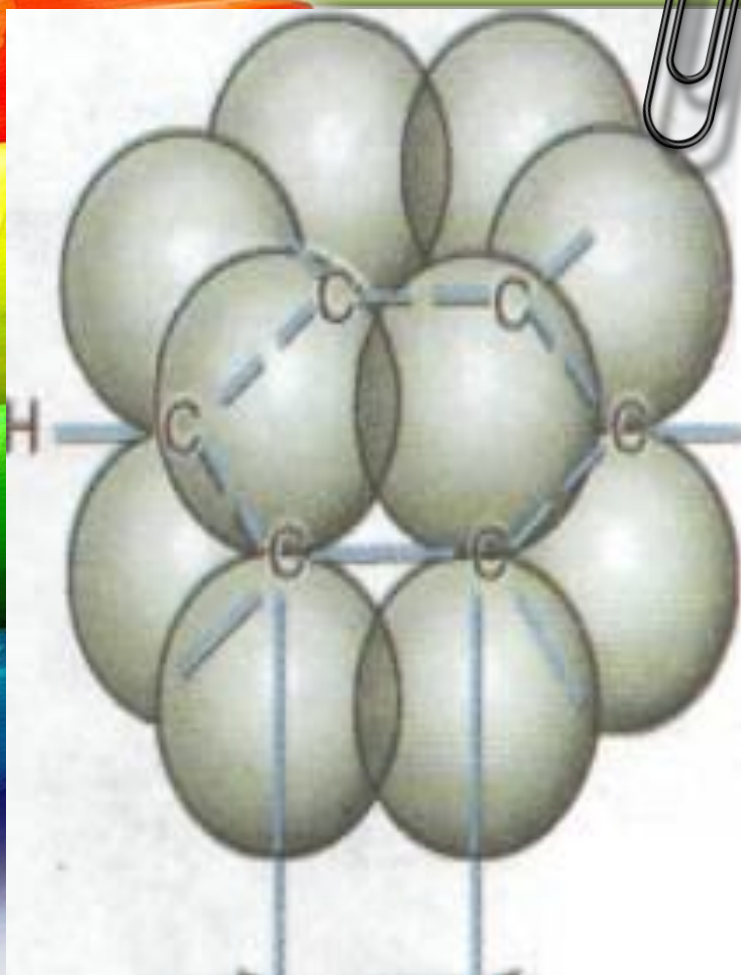
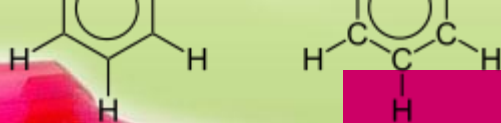


Схема образования π – связей в молекуле бензола



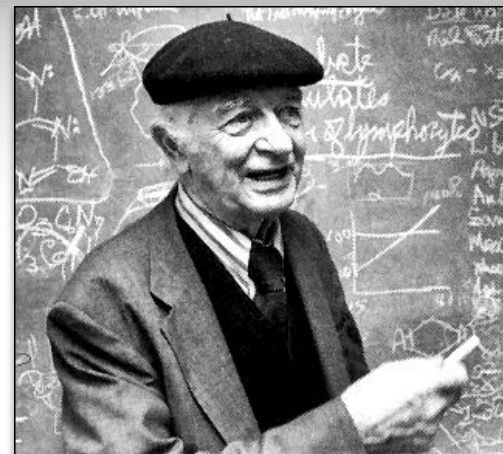
За счет негибридных **p – электронных** облаков в молекуле бензола перпендикулярно плоскости образования сигма - связей образуется единая **π - электронная** система, состоящая из **6 p – электронов** и общая для всех атомов углерода.



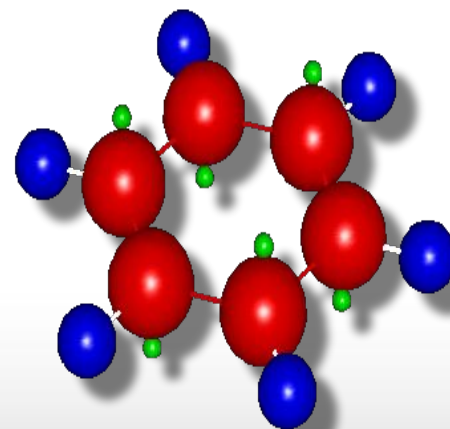
Электронное строение бензола

- Современное представление об электронной природе связей в бензоле основывается на гипотезе американского физика и химика, дважды лауреата Нобелевской премии

Л. Полинга.



- Именно по его предложению молекулу бензола стали изображать в виде шестиугольника с вписанной окружностью, подчеркивая тем самым отсутствие фиксированных двойных связей и наличие единого электронного облака, охватывающего все шесть



Современная структурная формула бензола.

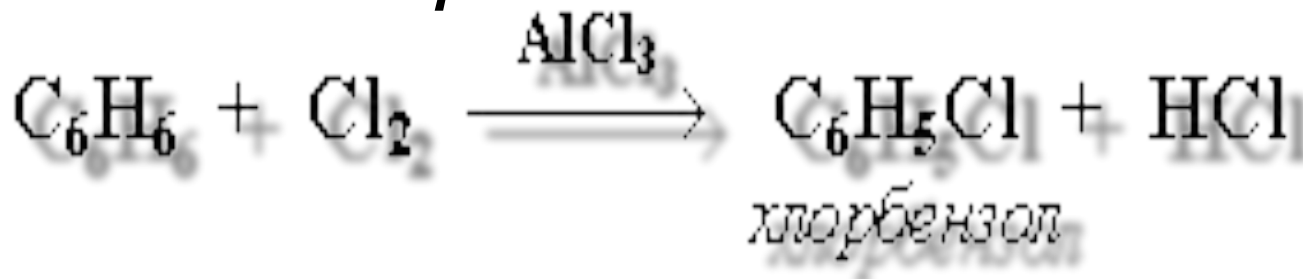
- ❑ Сочетание шести сигма – связей с единой π – системой называется **ароматической связью**
- ❑ Цикл из шести атомов углерода, связанных ароматической связью, называется **бензольным кольцом** или **бензольным ядром**.



Реакции замещения.

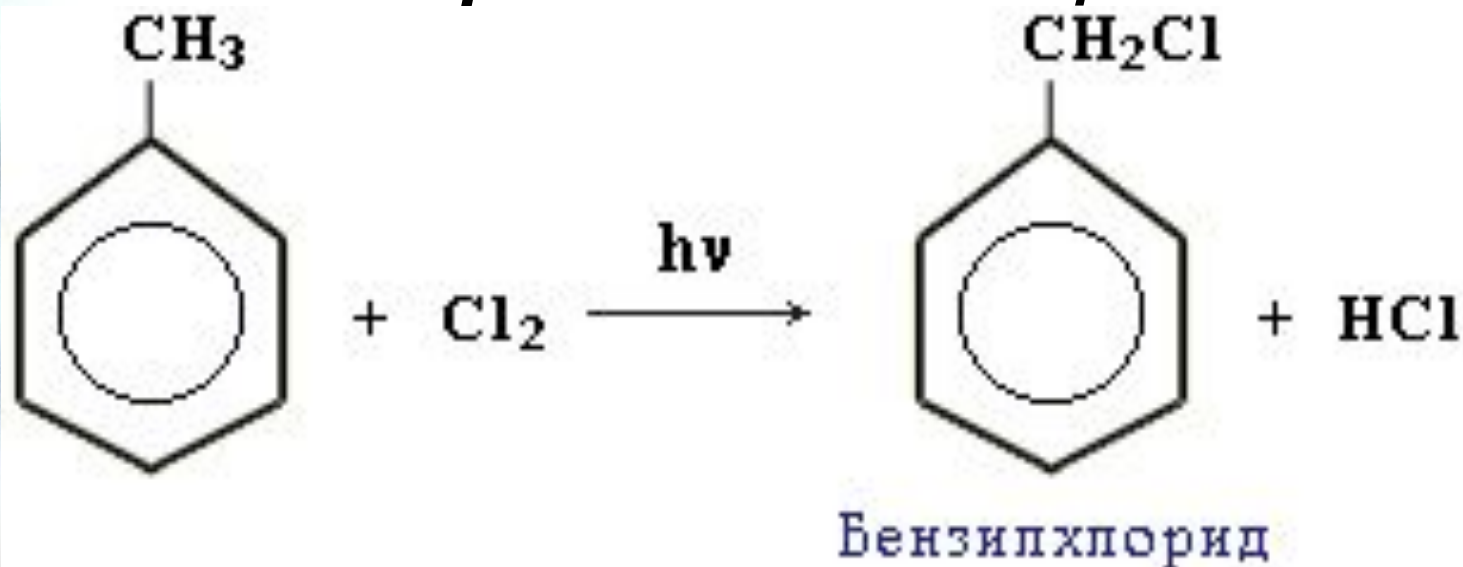
1) Галогенирование

При взаимодействии бензола с галогеном (в данном случае с хлором) атом водорода ядра замещается галогеном.



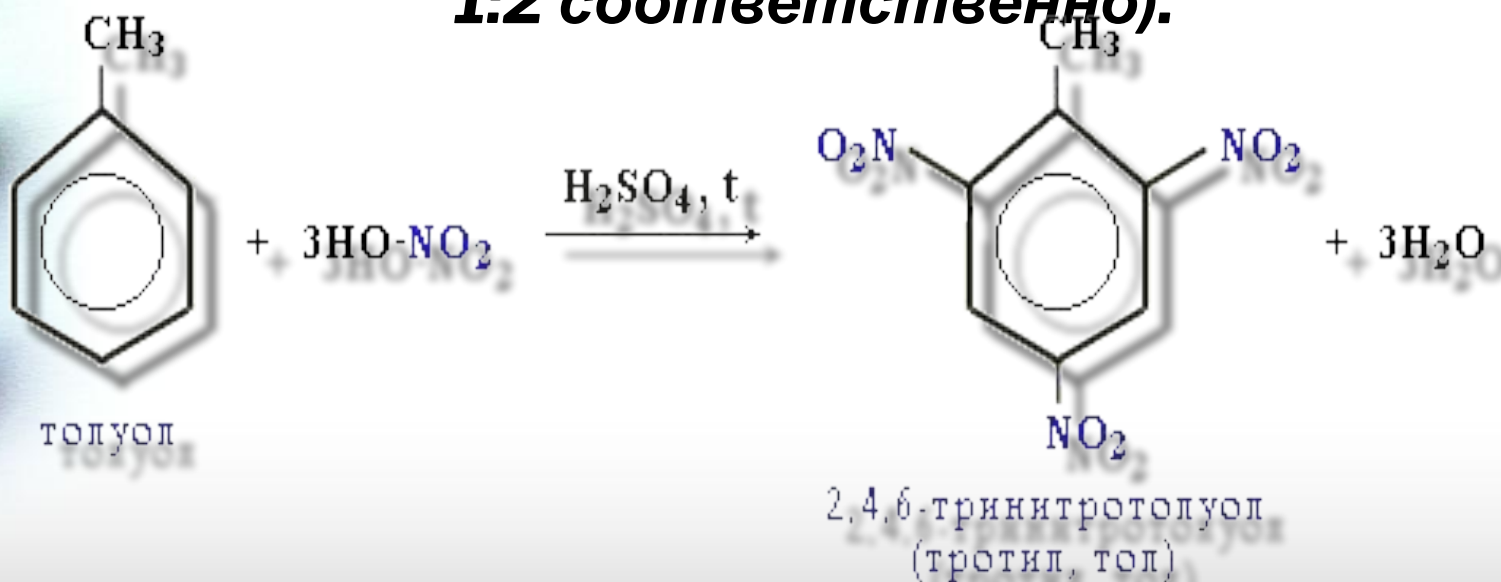
Реакции замещения.

В случае **гомологов бензола** более легко происходит реакция радикального замещения атомов водорода в боковой цепи



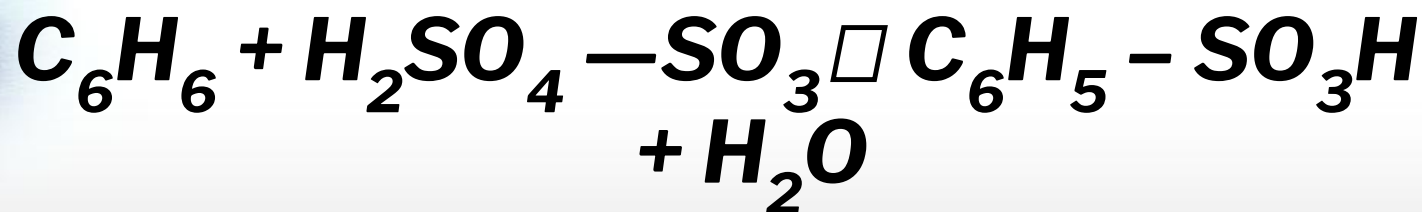
Реакции замещения.

2) Нитрование. При действии на бензол нитрующей смеси атом водорода замещается нитрогруппой (нитрующая смесь – это смесь концентрированных азотной и серной кислот в соотношении 1:2 соответственно).



Реакции замещения.

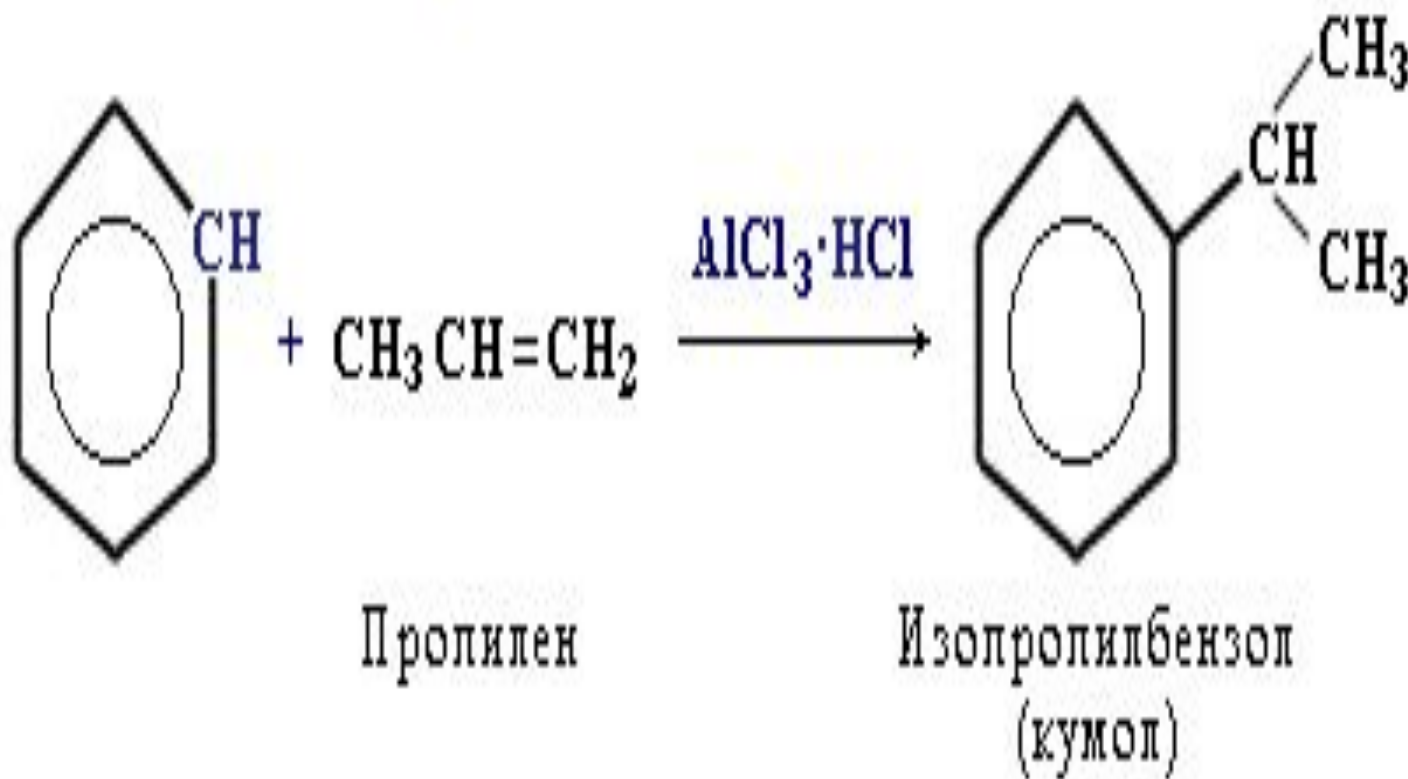
3) Сульфирование
осуществляется
концентрированной серной
кислотой или олеумом. В процессе
реакции водородный атом
замещается сульфогруппой.



(бензолсульфокислота)

Реакции замещения.

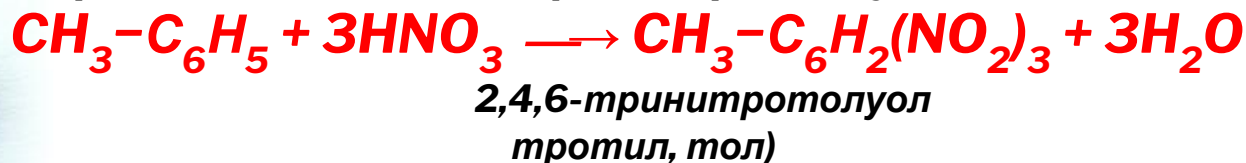
Алкилирование бензола алкенами



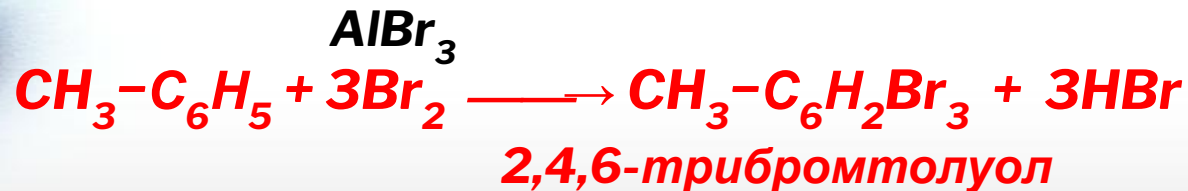
Реакции замещения с гомологами бензола

Гомологи бензола (алкилбензолы) C_6H_5-R более активно вступают в реакции замещения по сравнению с бензолом.

Например, при нитровании толуола $C_6H_5CH_3$ ($70^\circ C$) происходит замещение не одного, а трех атомов водорода с образованием 2,4,6-тринитротолуола:



При бромировании толуола также замещаются три атома водорода:



Реакции присоединения

Несмотря на склонность бензола к реакциям замещения, он в жестких условиях вступает и в **реакции присоединения.**



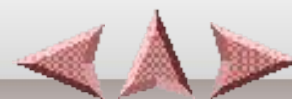


Реакции присоединения

5) Гидрирование.

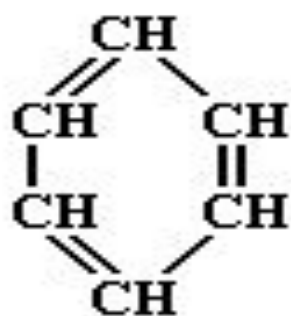
Присоединение водорода осуществляется только в присутствии **катализаторов** и при **повышенной температуре**.

Бензол гидрируется с образованием циклогексана, а производные бензола дают производные циклогексана.

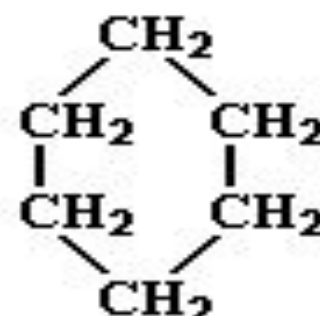
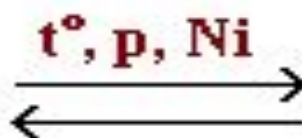
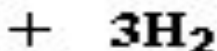


Реакции присоединения

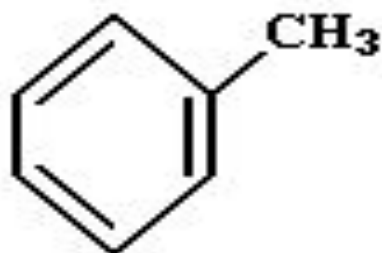
Гидрирование бензола и его гомологов



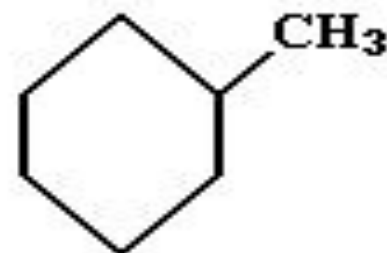
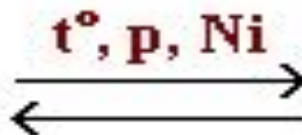
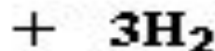
Бензол



Циклогексан



Метилбензол
(толуол)



Метилцикло-
гексан



Реакции присоединения

6) Галогенирование.

Радикальное хлорирование

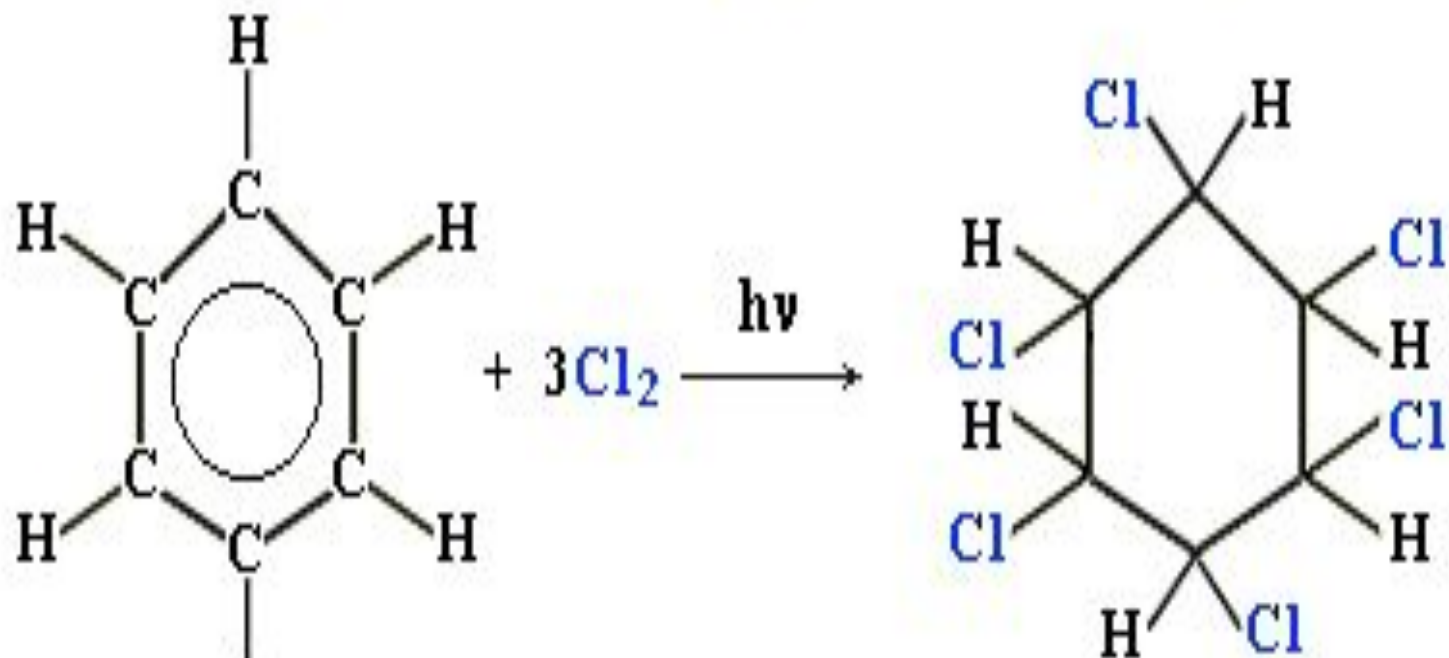
В условиях радикальных реакций
(ультрафиолетовый свет,
повышенная температура)

возможно присоединение галогенов
к ароматическим соединениям. При
радикальном хлорировании бензола
получен "гексахлоран" (средство
борьбы с вредными насекомыми).



Реакции присоединения

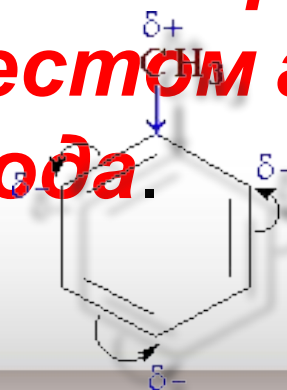
Радикальное хлорирование на свету



Гексахлорциклогексан
(гексахлоран)

Запомните

Если в молекуле бензола один из атомов водорода **замещен на углеводородный радикал**, то в дальнейшем **в первую очередь** будут замещаться атомы **водорода при втором, четвертом и шестом атомах углерода**.

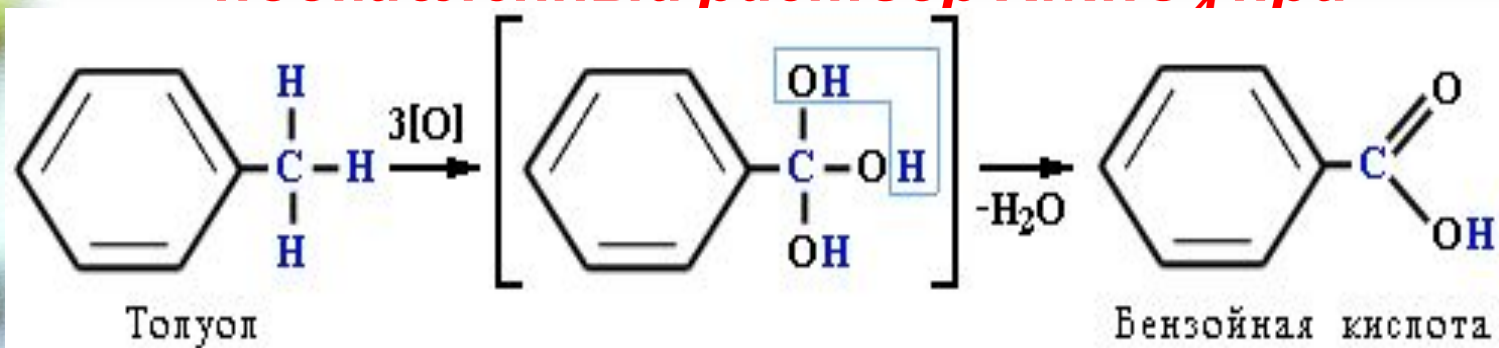


$+I$ -эффект
группы $-\text{CH}_3$

Реакции окисления

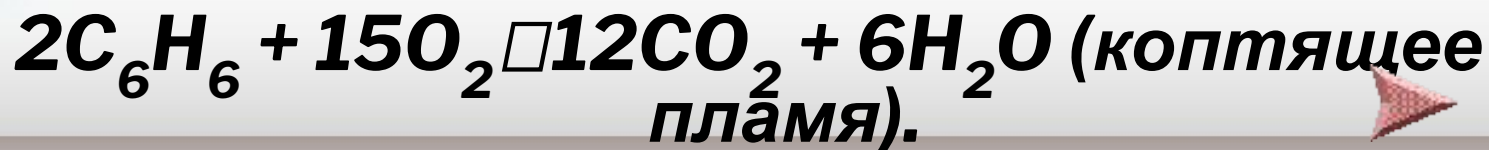
7) Реакции окисления.

Толуол, в отличие от метана, окисляется в мягких условиях (обесцвечивает подкисленный раствор KMnO_4 при



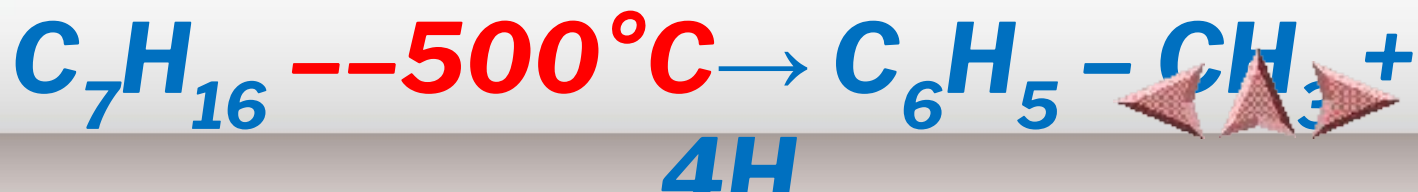
В толуоле окисляется не бензольное кольцо, а метильный радикал.

8) Горение.



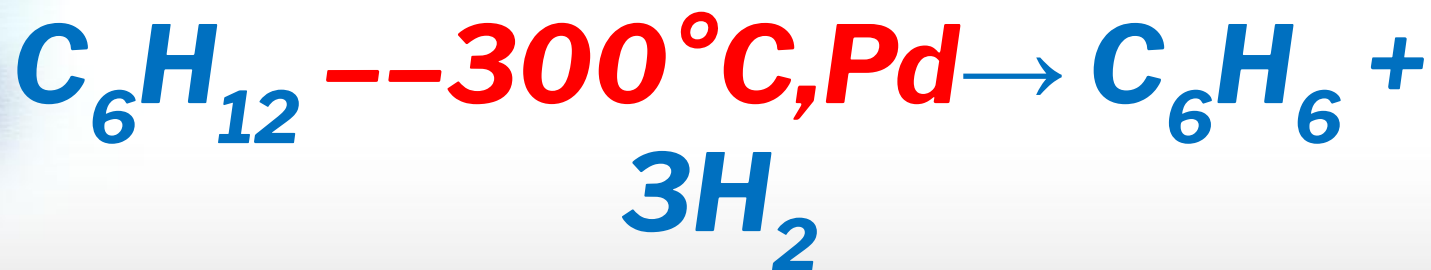
Получение

1) Каталитическая дегидроциклизация алканов, т.е. отщепление водорода с одновременной циклизацией (способ Б.А.Казанского и А.Ф.Платэ). Реакция осуществляется при повышенной температуре с использованием катализатора, например оксида хрома





2) Каталитическое дегидрирование циклогексана и его производных (Н.Д.Зелинский). В качестве катализатора используется палладиевая чернь или платина при 300°C.





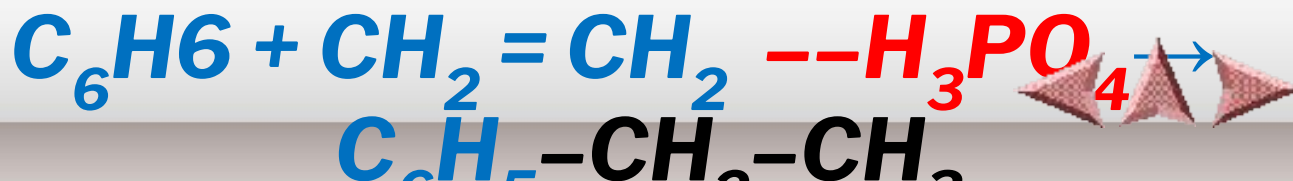
3) Циклическая тримеризация ацетилен
и его гомологов над активированным
углем при 600°С (Н.Д.Зелинский).



4) Сплавление солей ароматических
кислот со щелочью или натронной
известью.

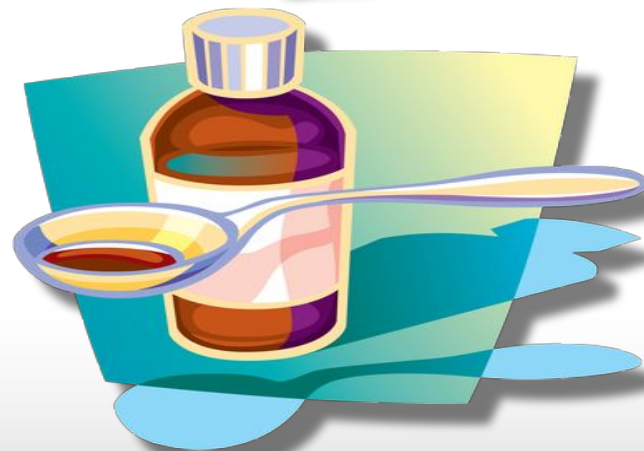


**5) Алкилирование собственно
бензола
галогенопроизводными
(реакция Фриделя-Крафтса)
или олефинами.**



Применение

Бензол C_6H_6
используется как
исходный продукт для
получения различных
ароматических
соединений –
нитробензола,
хлорбензола, анилина,
фенола, стирола и т.д.,
применяемых в
производстве **лекарств,**
пластмасс, красителей,
ядохимикатов и многих
других органических
веществ.



Применение

- ❑ **Толуол** $C_6H_5-CH_3$ применяется в производстве красителей, лекарственных и взрывчатых веществ (тротил, тол).
- ❑ **Ксилолы** $C_6H_4(CH_3)_2$ в виде смеси трех изомеров (орто-, мета- и пара-ксилолов) – технический ксилол – применяется как растворитель и исходный продукт для синтеза многих органических соединений.
- ❑ **Изопропилбензол (кумол)** $C_6H_4-CH(CH_3)_2$ – исходное вещество для получения фенола и ацетона.
- ❑ **Винилбензол (стирол)** $C_6H_5-CH=CH_2$ используется для получения ценного полимерного материала полистирола.

