

A spiral-bound notebook with a silver pen resting on it. The notebook is open to a blank page, and the pen is positioned diagonally in the upper right corner. The text "АРЕНЫ. БЕНЗОЛ." is written in the center of the page in a bold, blue, italicized font.

АРЕНЫ. БЕНЗОЛ.

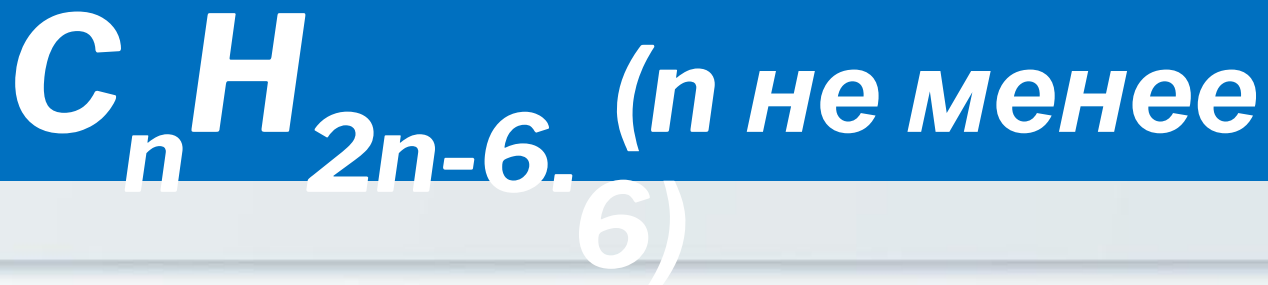
СЛОВАРЬ

Ароматические соединения (от греч. *árôma* — 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

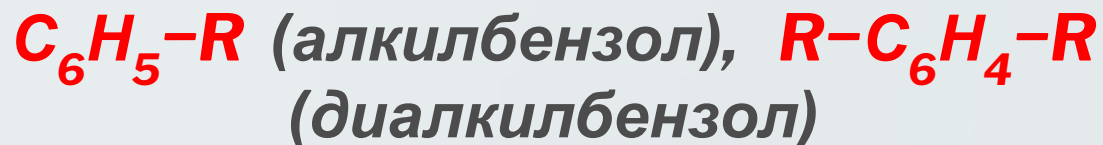
того, что первые открытые и изученные представители этого класса веществ о

Общая формула ароматических углеводородов



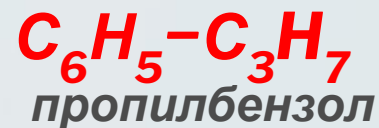
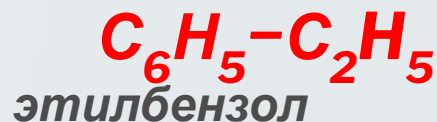
Номенклатура

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



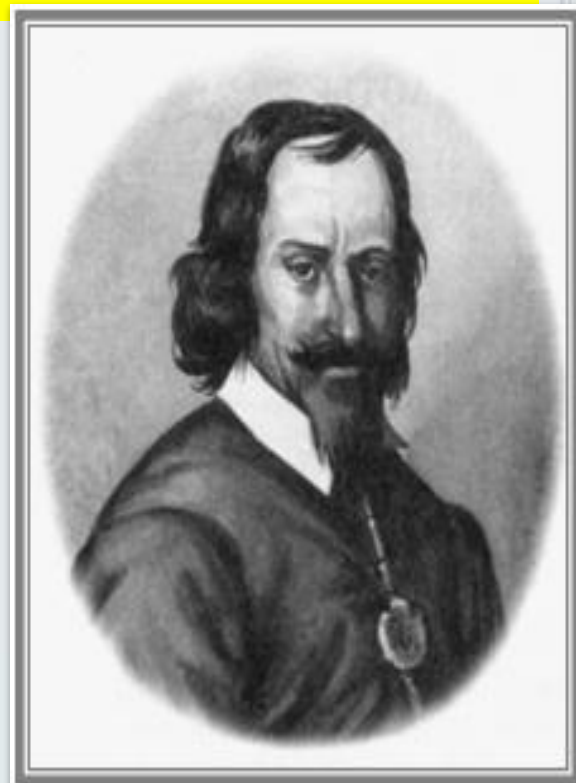
Номенклатура. Широко используются тривиальные названия (толуол, ксилол, кумол и т.п.).

Систематические названия строят из названия углеводородного радикала (приставка) и слова бензол



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.



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 светильного газа.



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

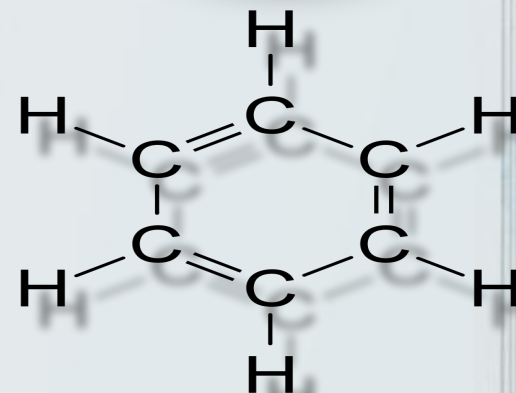
Была предложена немецким ученым А. Кекуле в 1865 году

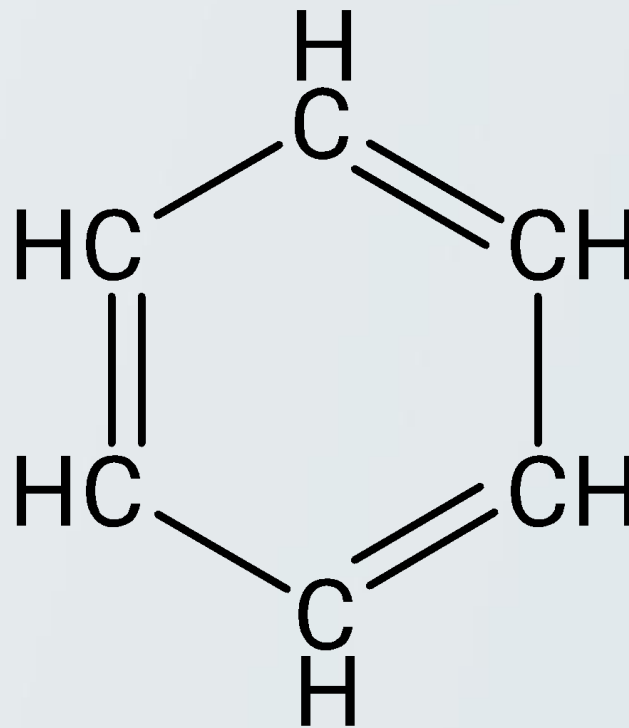
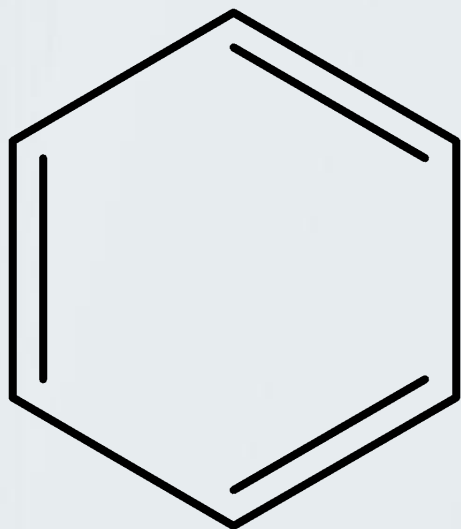
НО

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



А.Кекуле





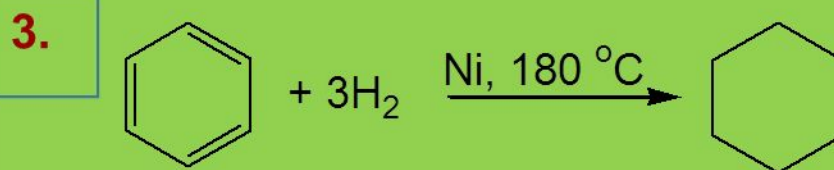
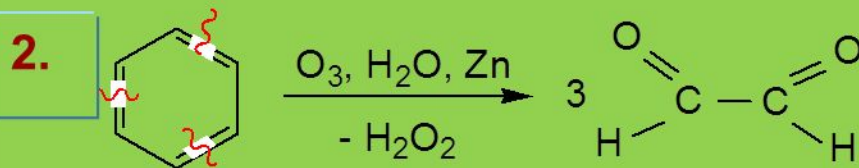
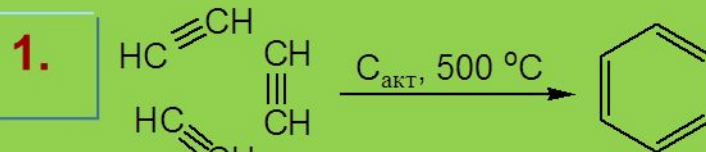
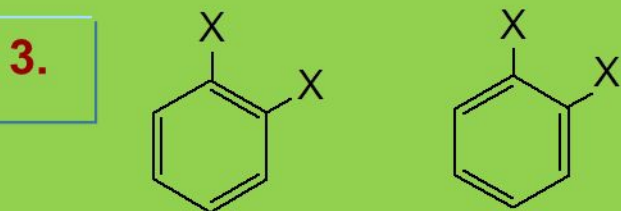
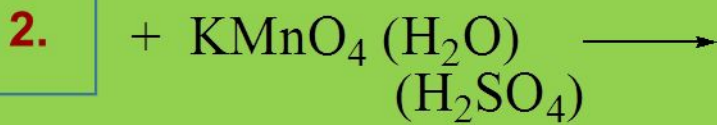
Ф. Кекуле предположил, что в молекуле бензола существуют три двойных связи.



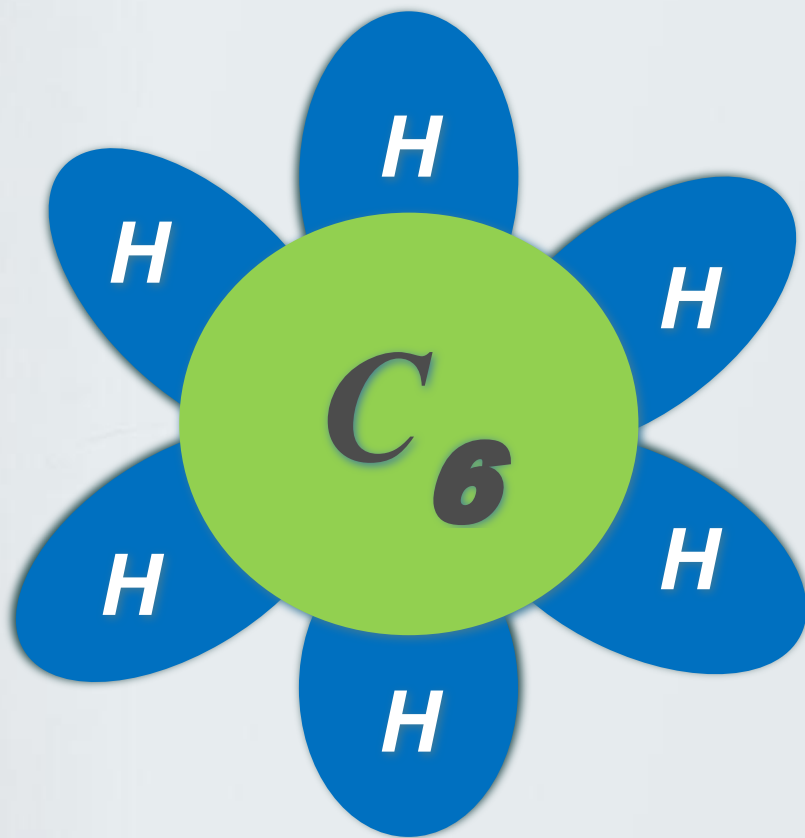
Формула Кекуле и ее противоречивость

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**

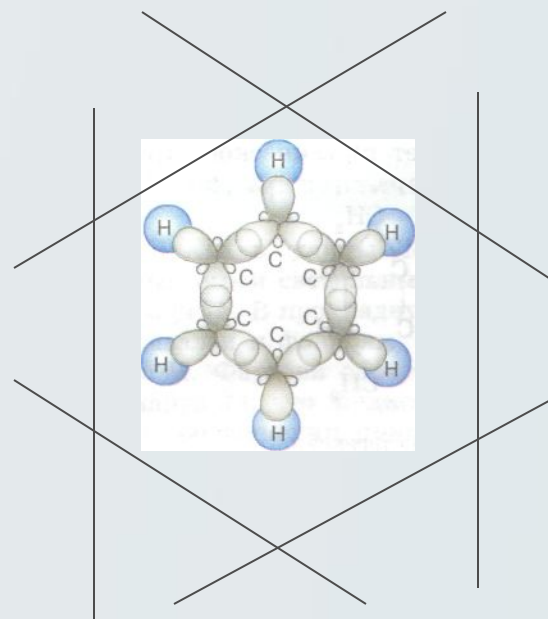
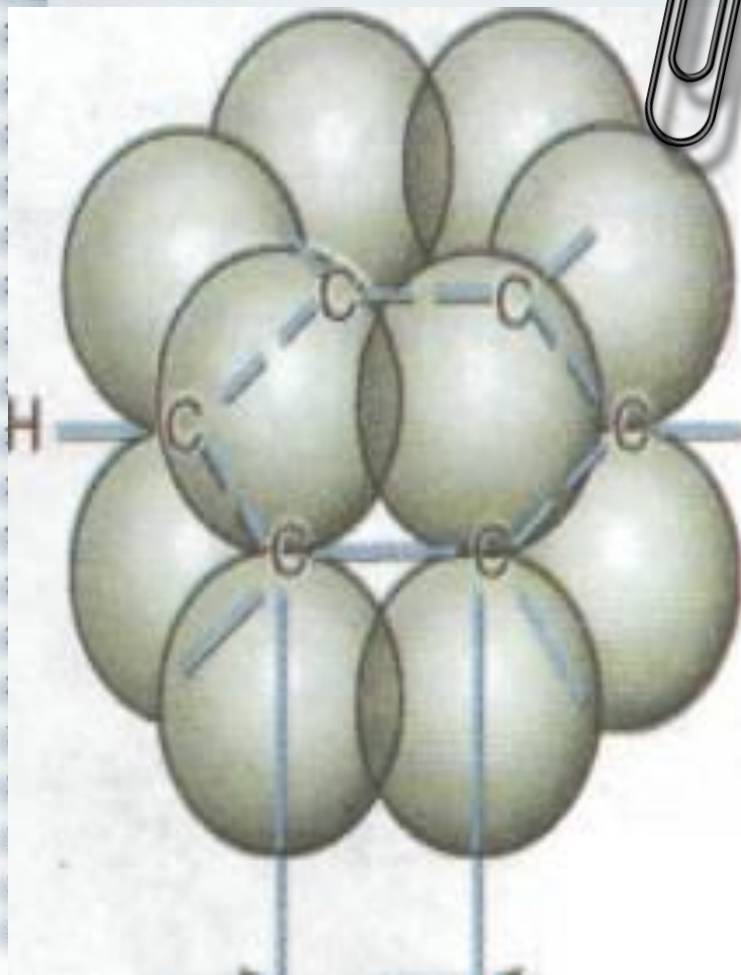


Схема образования пи – связей в молекуле бензола



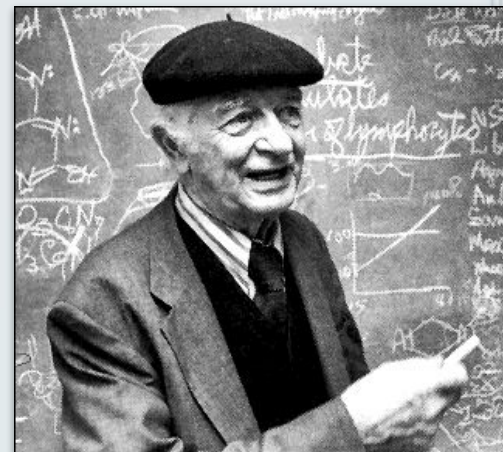
За счет негибридных **p – электронных** облаков в молекуле бензола перпендикулярно плоскости образования сигма - связей образуется единая **p- электронная** система, состоящая из **6 p – электронов** и общая для всех атомов углерода.



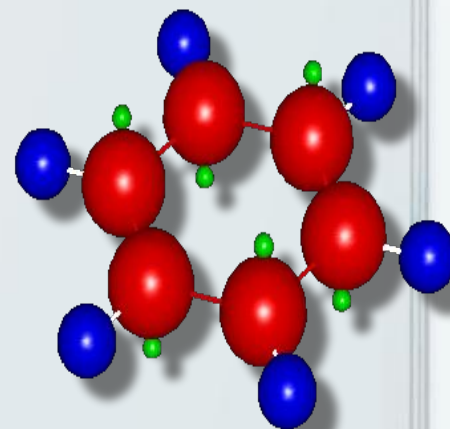
Электронное строение бензола

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

Л. Полинга.

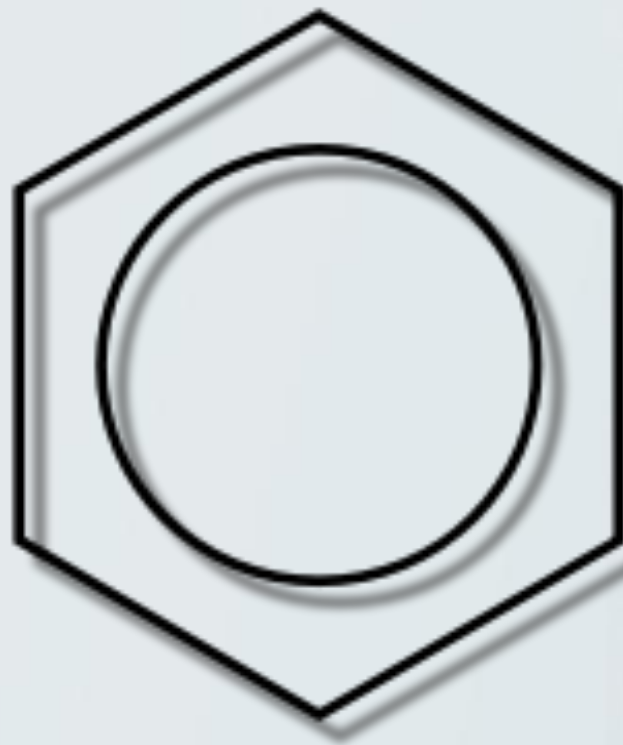


- Именно по его предложению молекулу бензола стали изображать в виде шестиугольника с вписанной окружностью, подчеркивая тем самым отсутствие фиксированных двойных связей и наличие единого электронного облака, охватывающего все шесть



Современная структурная формула бензола.

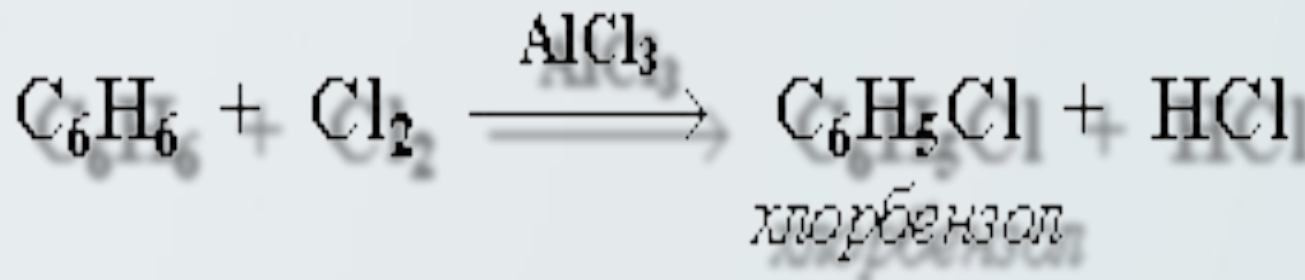
- Сочетание шести сигма – связей с единой π – системой называется **ароматической связью**
- Цикл из шести атомов углерода, связанных ароматической связью, называется **бензольным кольцом** или **бензольным ядром.**



Реакции замещения

1) Галогенирование

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



Реакции замещения

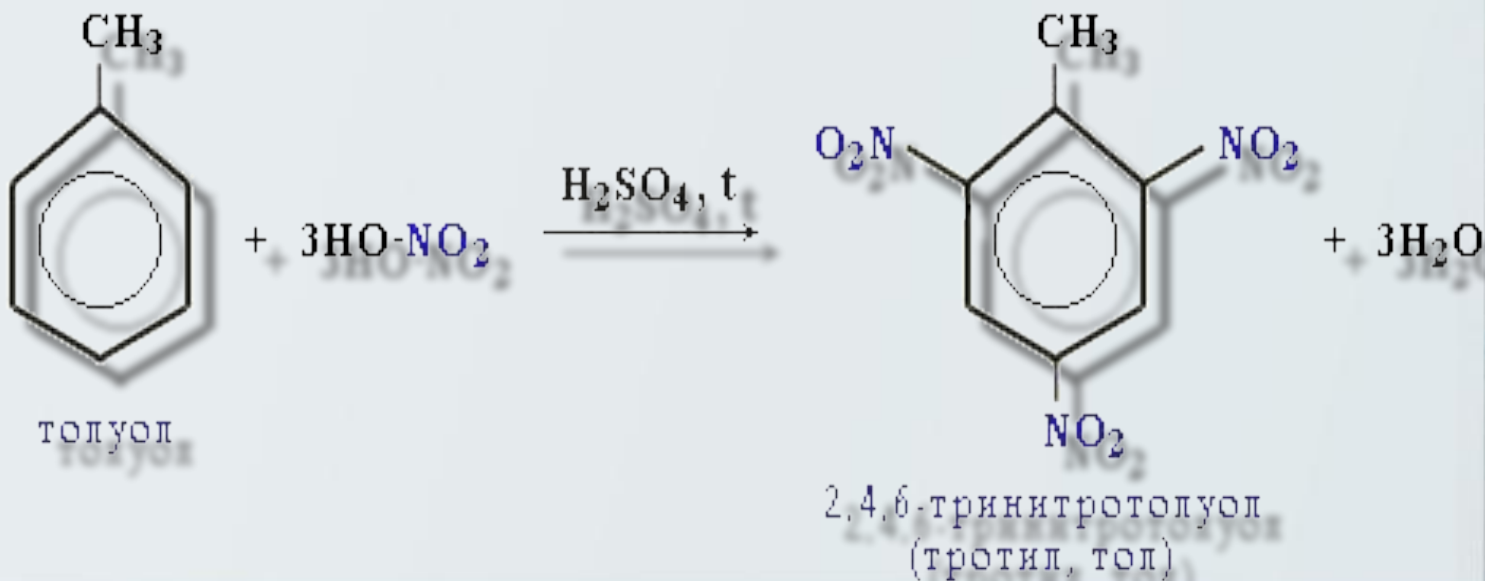
В случае **гомологов бензола** более легко происходит реакция радикального замещения атомов водорода в боковой цепи



Реакции замещения

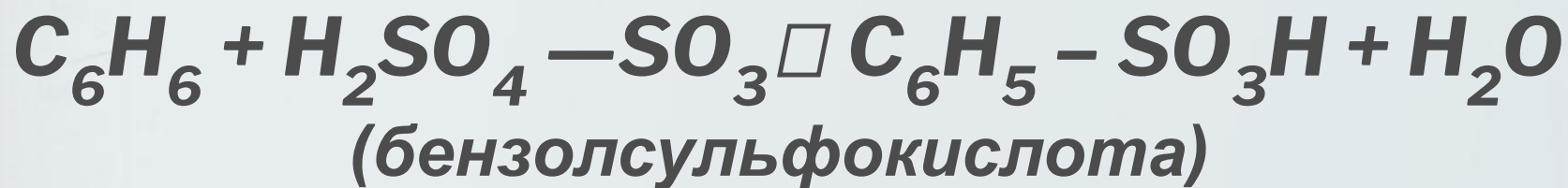
2) Нитрование

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

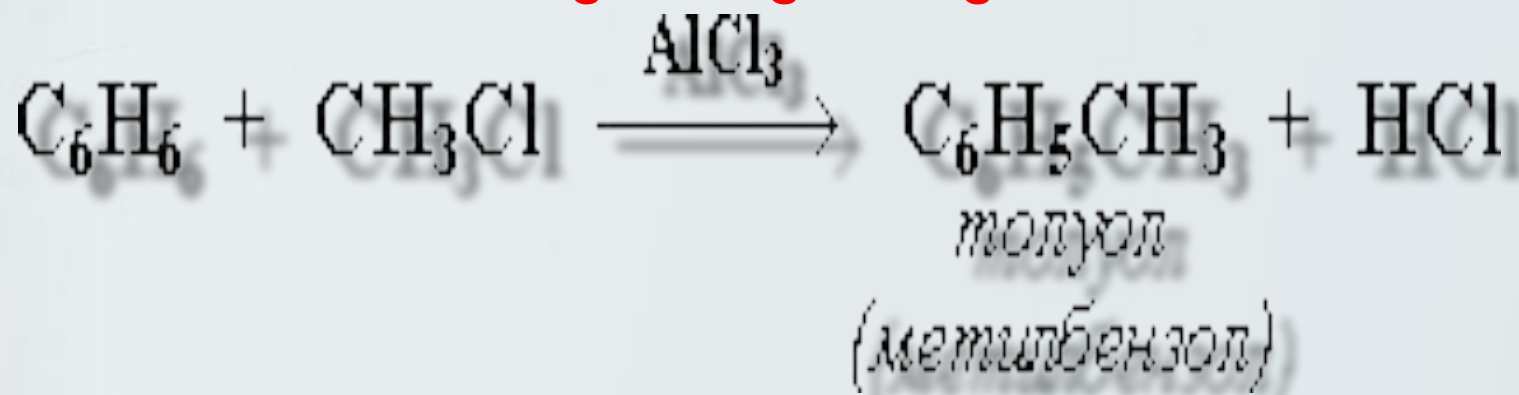
3) Сульфирование осуществляется концентрированной серной кислотой или олеумом. В процессе реакции водородный атом замещается сульфогруппой.



Реакции замещения

4) Алкилирование

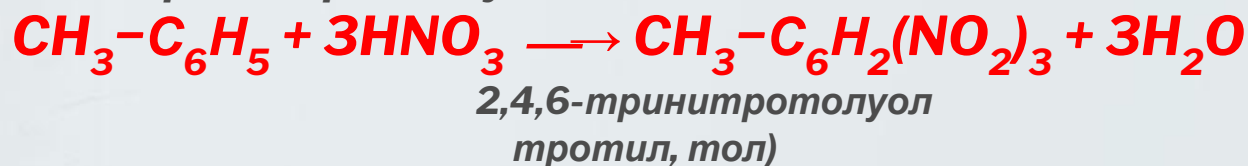
Замещение атома водорода в бензольном кольце на алкильную группу (алкилирование) происходит под действием алкилгалогенидов (реакция Фриделя-Крафтса) или алкенов в присутствии катализаторов AlCl_3 , AlBr_3 , FeCl_3 (кислот Льюиса).



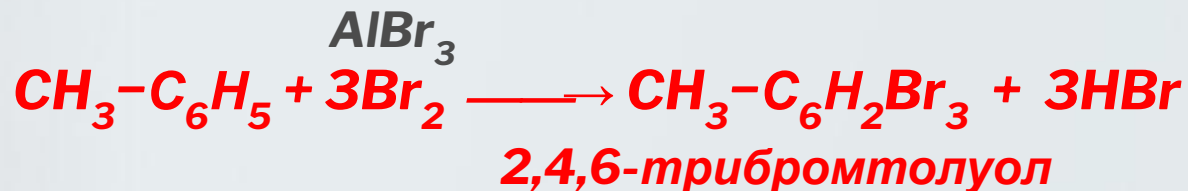
Реакции замещения с гомологами бензола

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

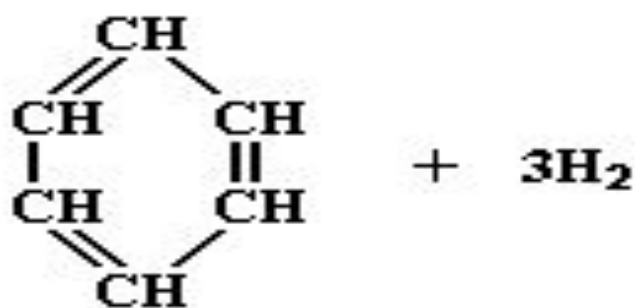
5) Гидрирование

Присоединение водорода осуществляется только в присутствии **катализаторов** и при **повышенной температуре**. Бензол гидрируется с образованием циклогексана, а производные бензола дают производные циклогексана.

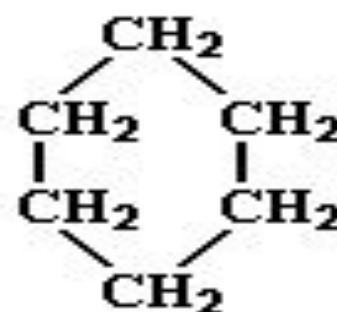
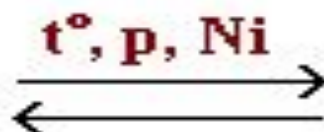
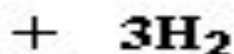


Реакции присоединения

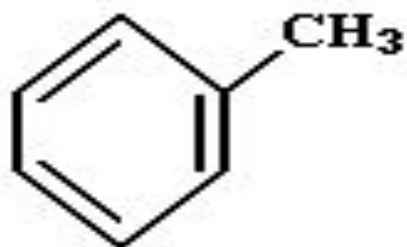
Гидрирование бензола и его гомологов



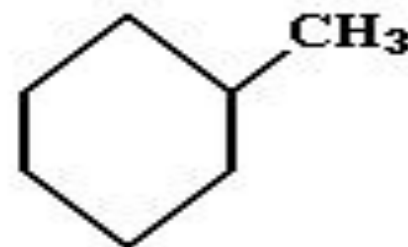
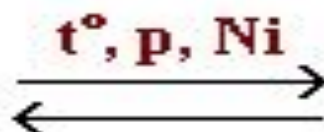
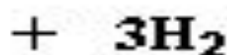
Бензол



Циклогексан



Метилбензол
(толуол)



Метилцикло-
гексан

Реакции присоединения

б) Галогенирование.

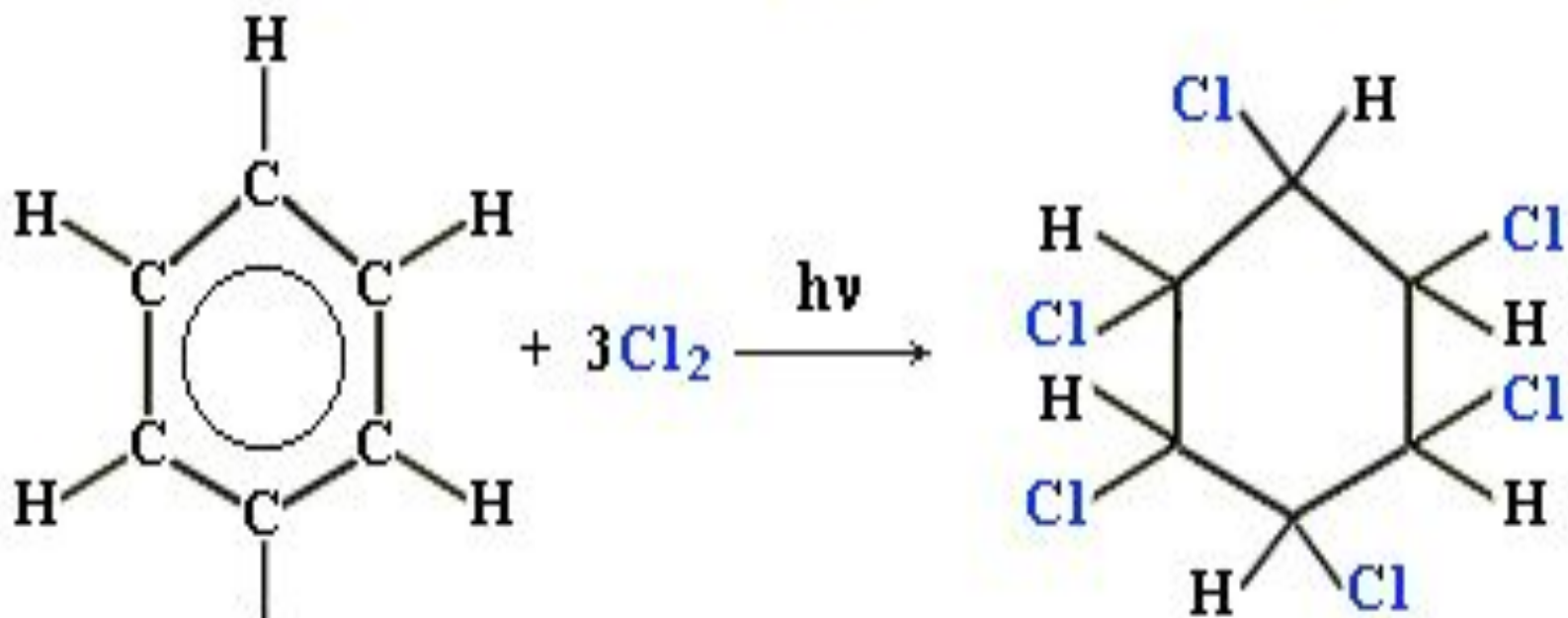
Радикальное хлорирование

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

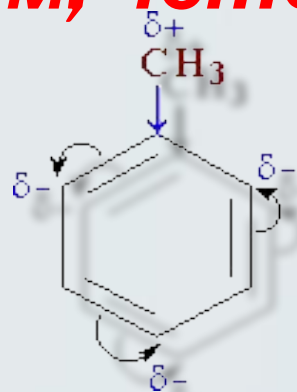
Радикальное хлорирование на свету



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**.

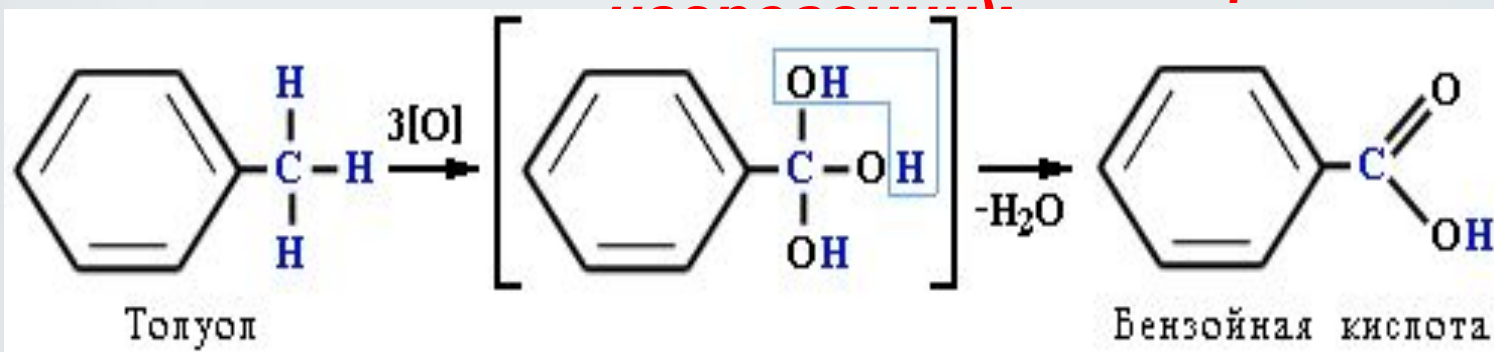


+I-эффект
группы -CH₃

Реакции окисления

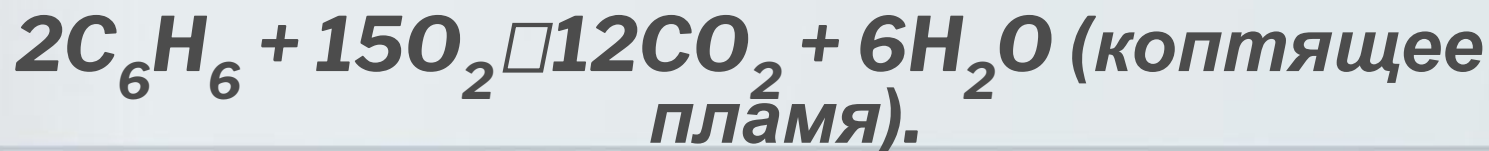
7) Реакции окисления

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.

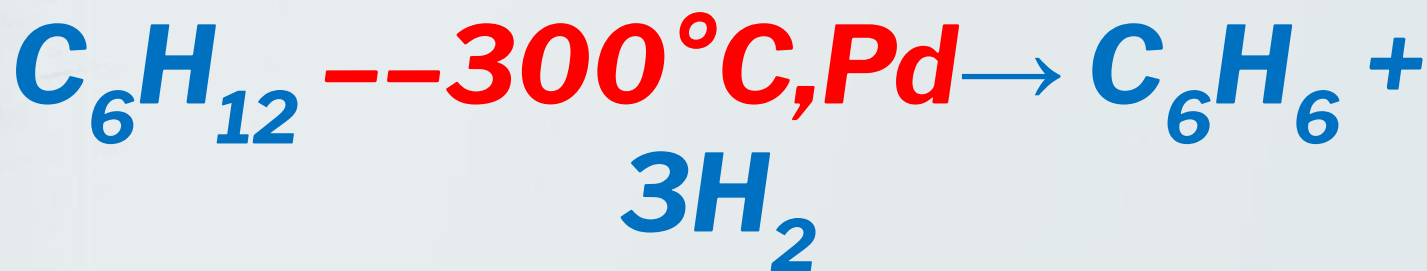


Получение

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*



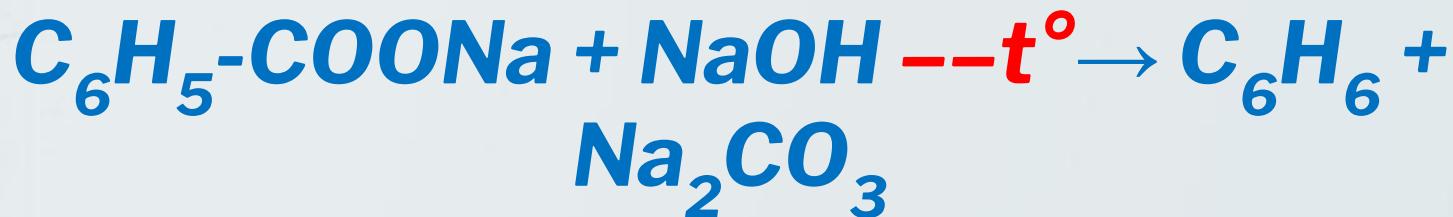
2) Каталитическое дегидрирование циклогексана и его производных (Н.Д.Зелинский). В качестве катализатора используется палладиевая чернь или платина при 300°C.



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

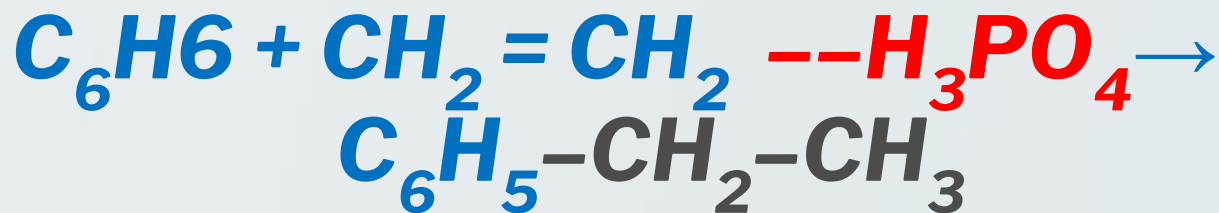


4) Сплавление солей ароматических кислот со щелочью или натронной известью.



**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.

