



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 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**



**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)



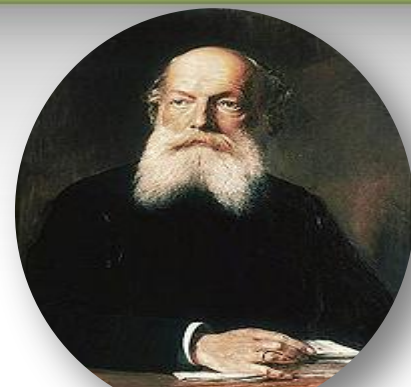
**Эйльгард
Мичерлих**

Структурная формула бензола

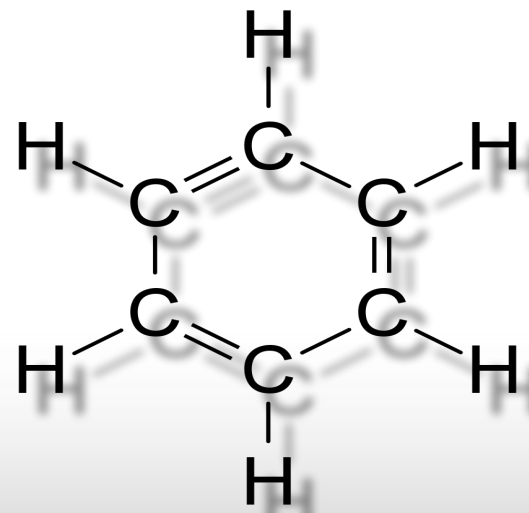
Была предложена немецким ученым А. Кекуле в 1865 году

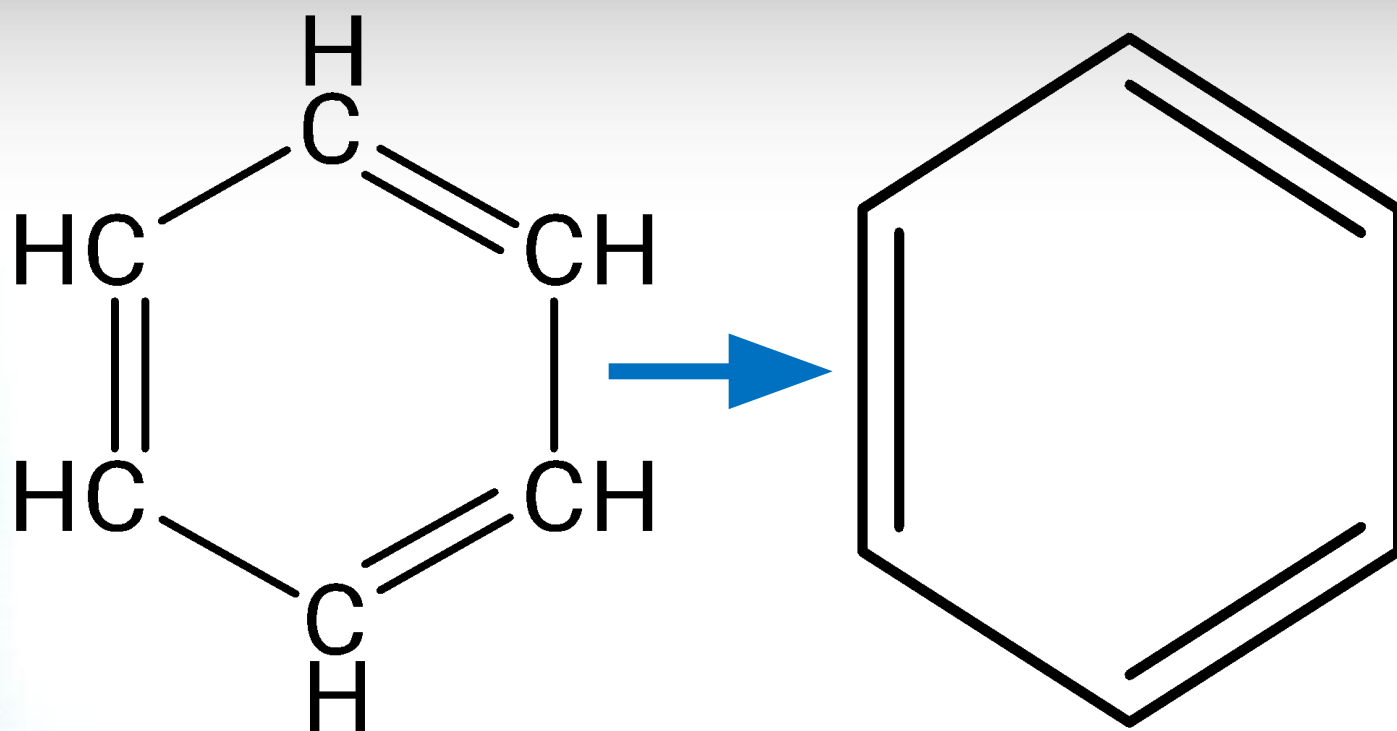
НО

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

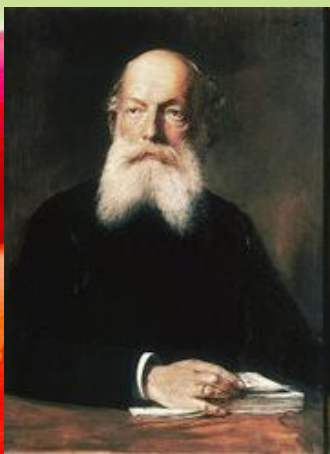


А.Кекуле





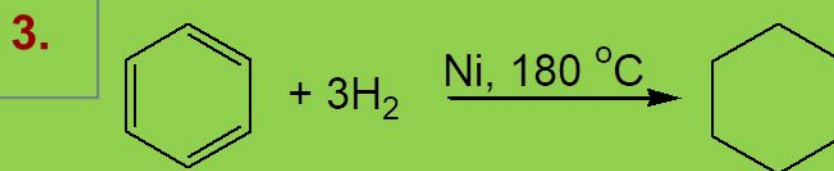
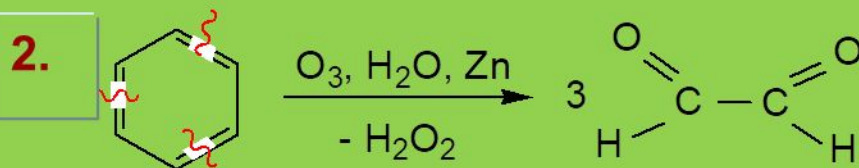
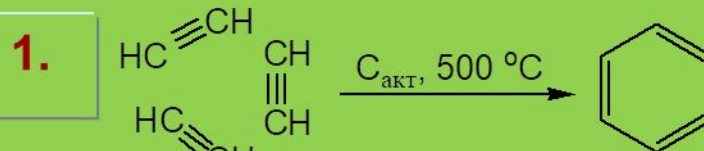
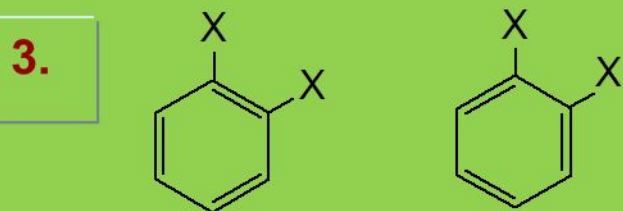
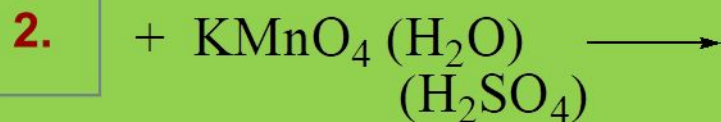
Ф. Кекуле предположил, что в молекуле бензола существуют три двойных связи.



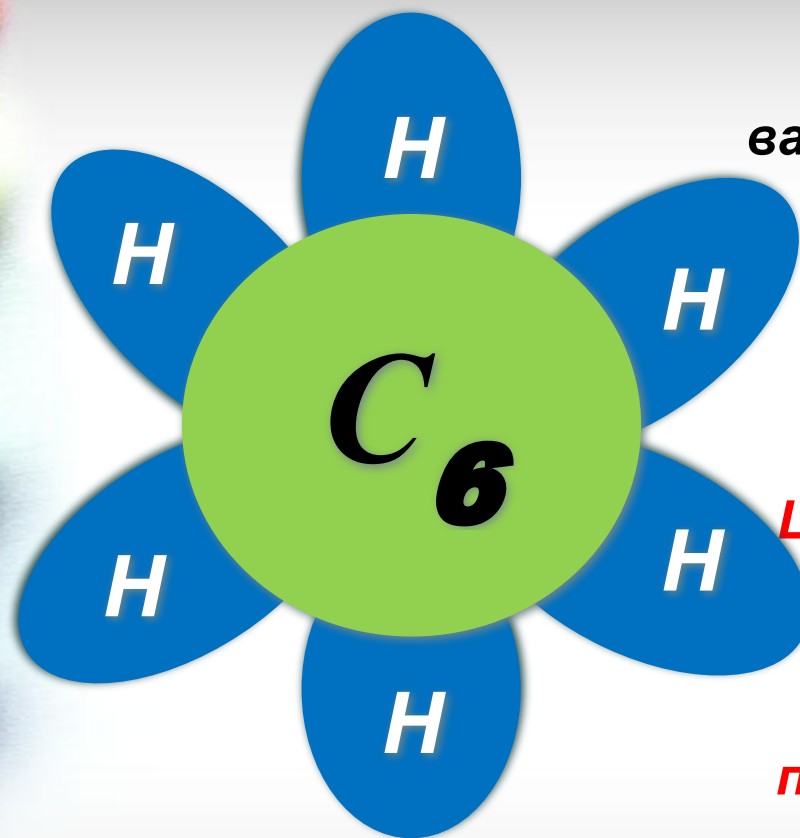
Формула Кекуле и ее противоречивость

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

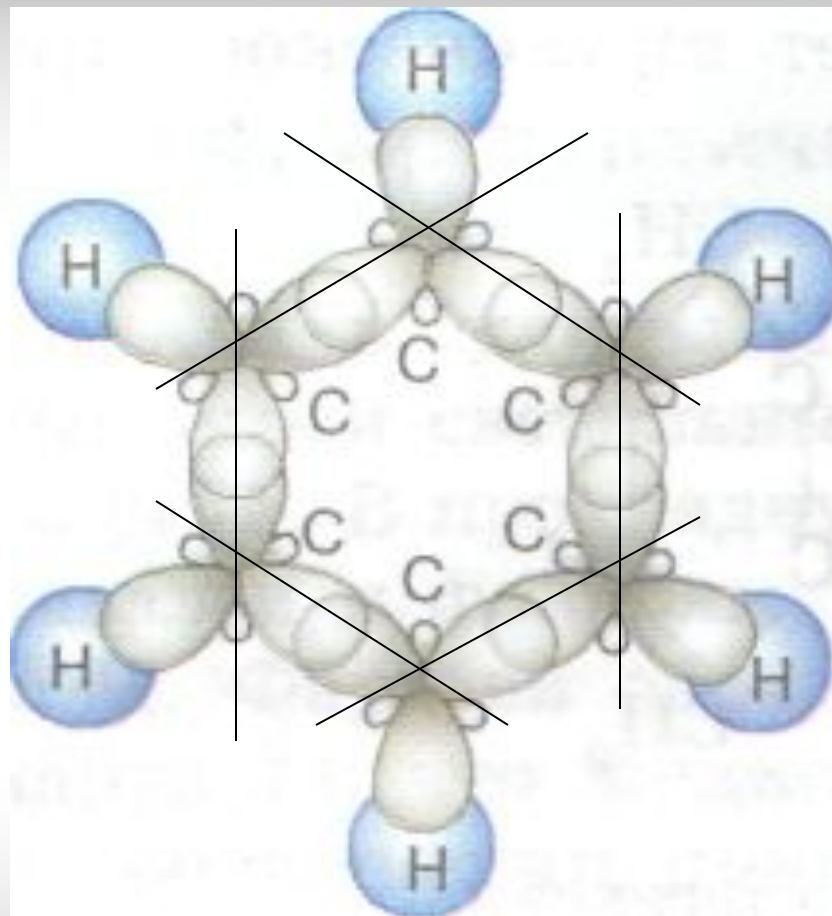
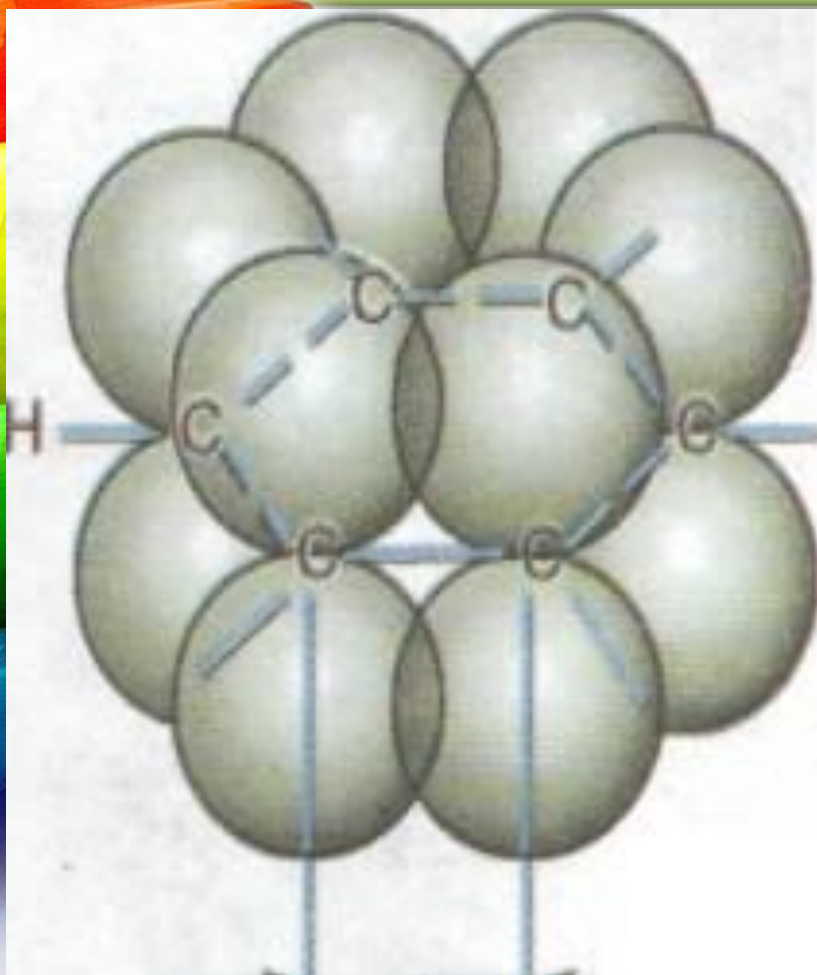
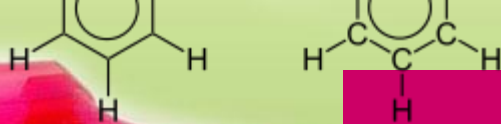


Схема образования π – связей в молекуле бензола



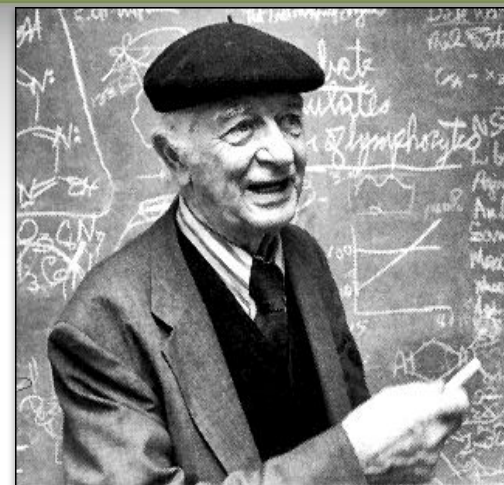
За счет негибридных **p – электронных** облаков в молекуле бензола перпендикулярно плоскости образования сигма - связей образуется единая **π - электронная** система, состоящая из **6 p – электронов** и общая для всех атомов углерода.



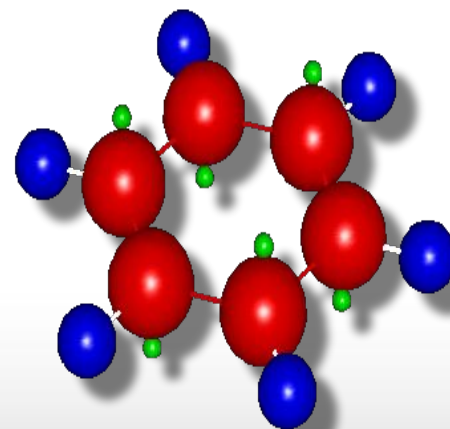
Электронное строение бензола

- 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

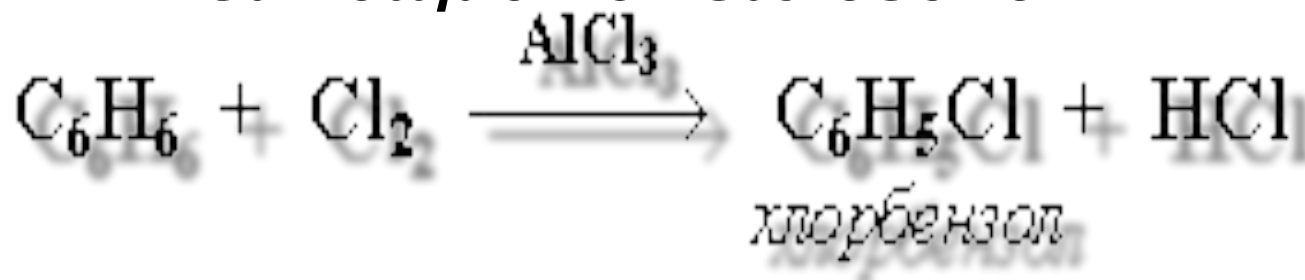
Цикл из шести атомов
углерода, связанных
ароматической
связью, называется
бензольным кольцом
или **бензольным**
ядром



Реакции замещения.

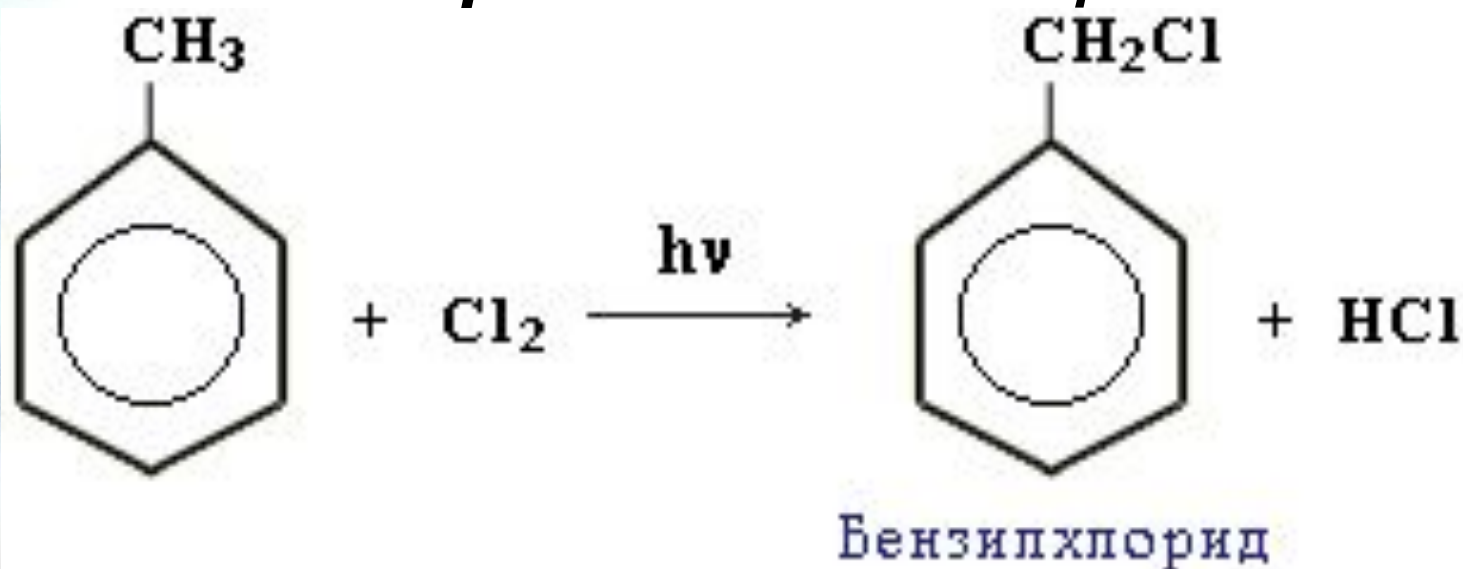
1) Галогенирование

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



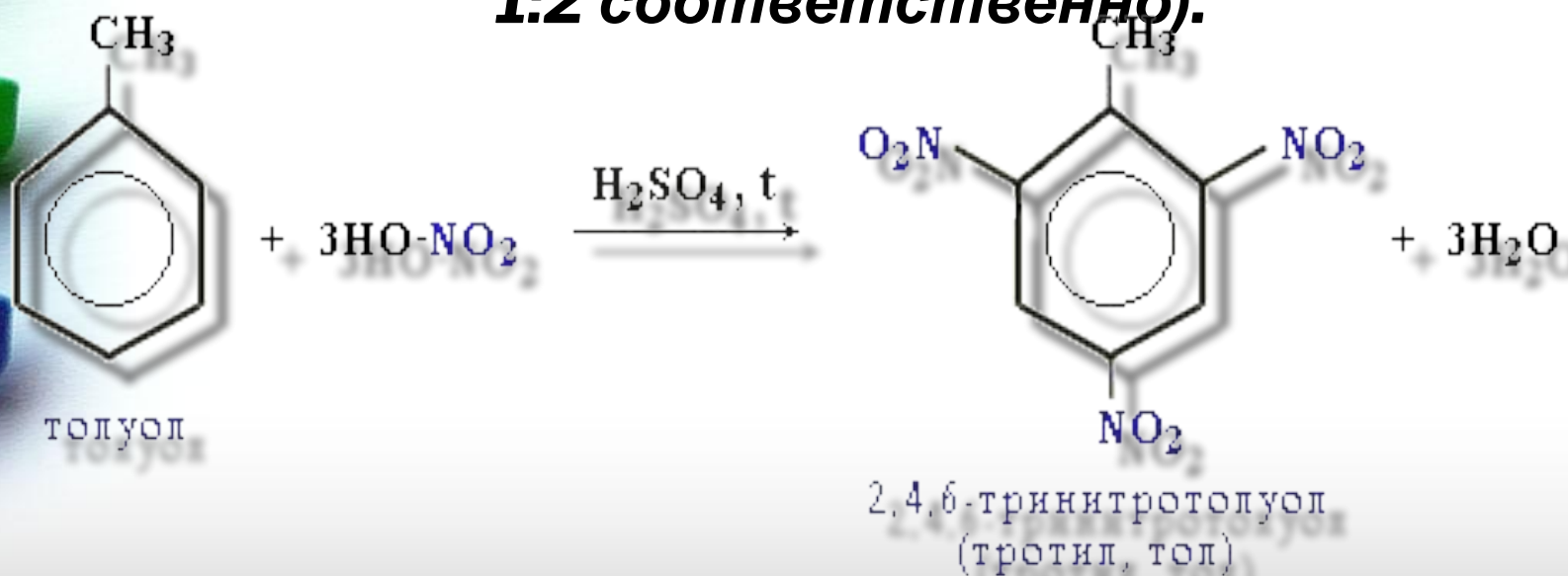
Реакции замещения.

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



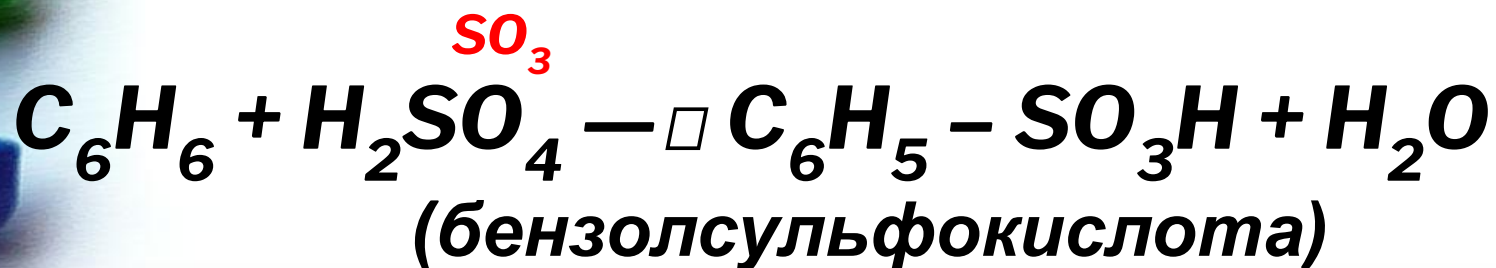
Реакции замещения.

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.

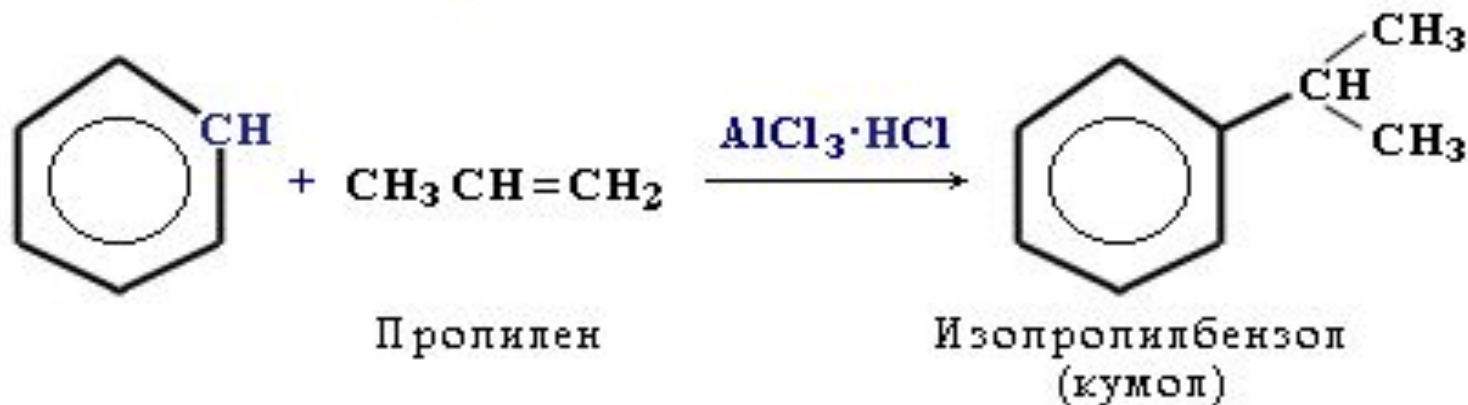


Реакции замещения.

4) Алкилирование

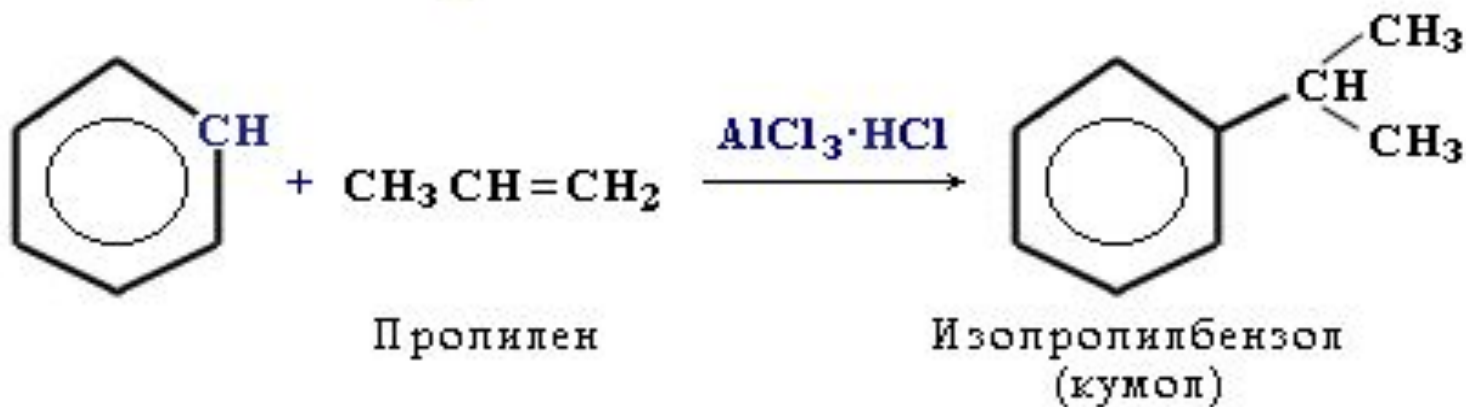
Замещение атома водорода в бензольном кольце на алкильную группу (алкилирование) происходит под действием алкилгалогенидов (реакция Фриделя-Крафтса) или алкенов в присутствии катализаторов $AlCl_3$, $AlBr_3$, $FeCl_3$ и др.

Алкилирование бензола алкенами



Реакции замещения.

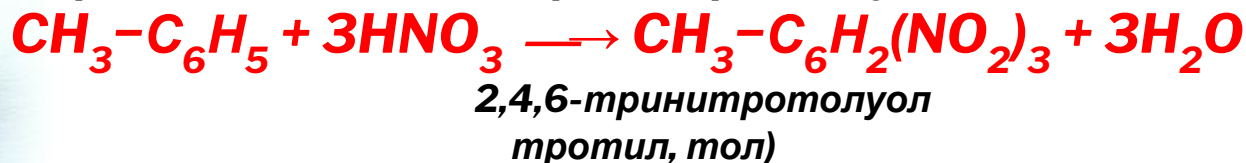
Алкилирование бензола алкенами



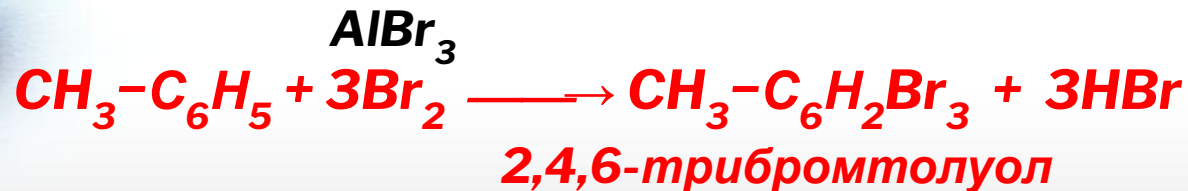
Реакции замещения с гомологами бензола

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.**



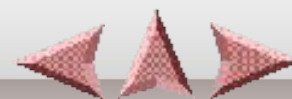


Реакции присоединения

5) **Гидрирование.**

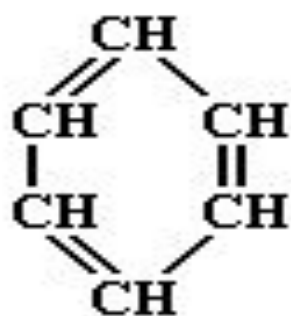
Присоединение водорода осуществляется только в присутствии катализаторов и при повышенной температуре.

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

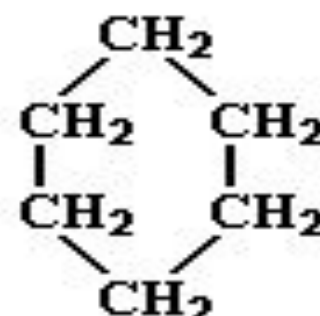
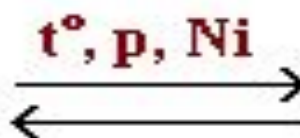
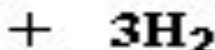


Реакции присоединения

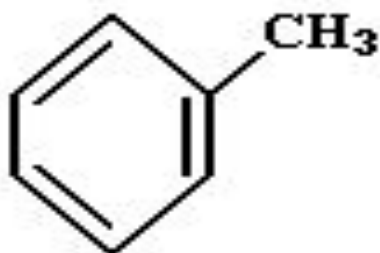
Гидрирование бензола и его гомологов



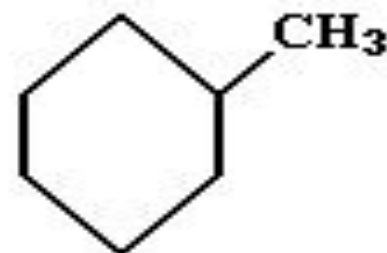
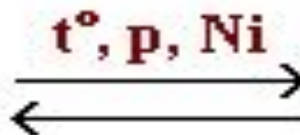
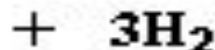
Бензол



Циклогексан



Метилбензол
(толуол)



Метилцикло-
гексан

Реакции

6) Присоединения.

Радикальное хлорирование

В условиях радикальных реакций

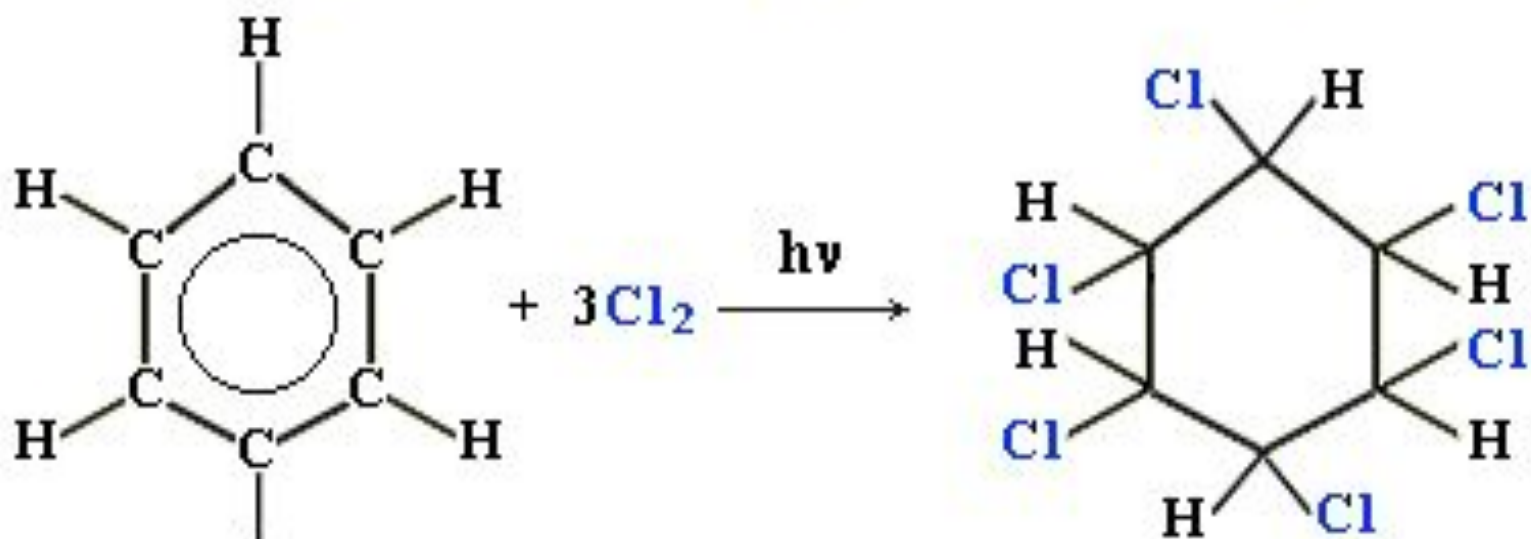
(ультрафиолетовый свет,
повышенная температура)

возможно присоединение галогенов
к ароматическим соединениям. При
радикальном хлорировании бензола
получен 1,2,3,4,5,6 -
гексахлорциклогексан "гексахлоран"
(средство борьбы с вредными
насекомыми).



Реакции присоединения

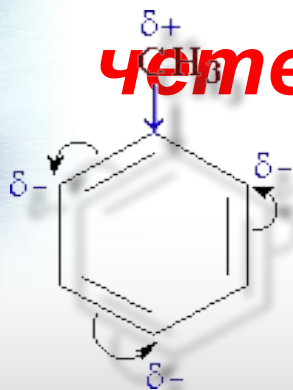
Радикальное хлорирование на свету



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.**

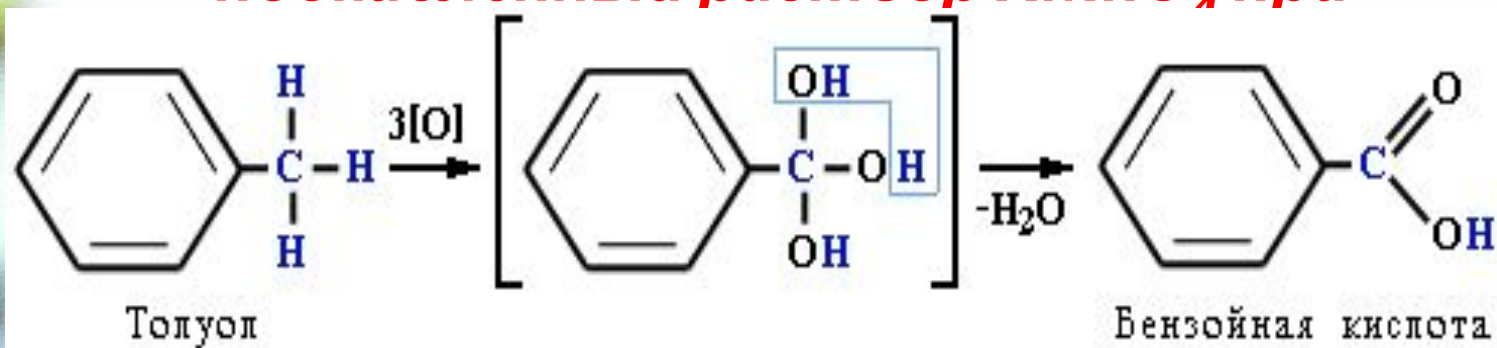


$+I$ -эффект
группы -CH_3

Реакции окисления

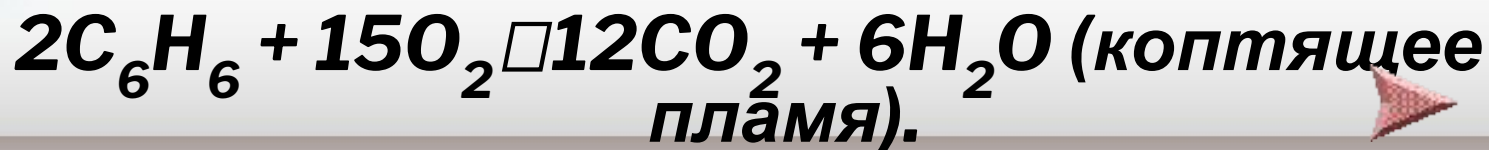
7) Реакции окисления.

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

500°C





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

300°C, Pd



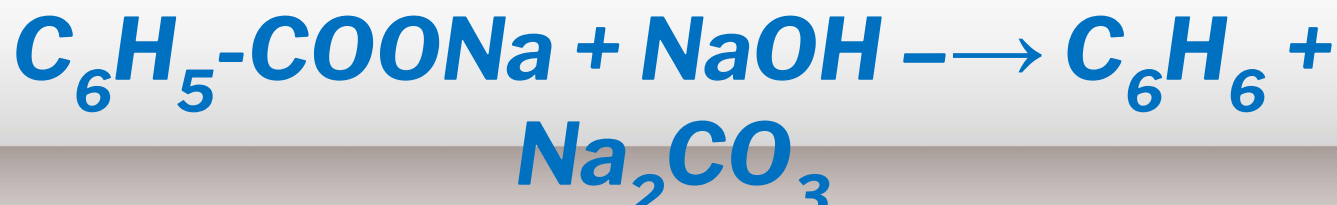
3) Циклическая тримеризация ацетилена и его гомологов над активированным углем при 600°C (Н.Д.Зелинский).

600°C



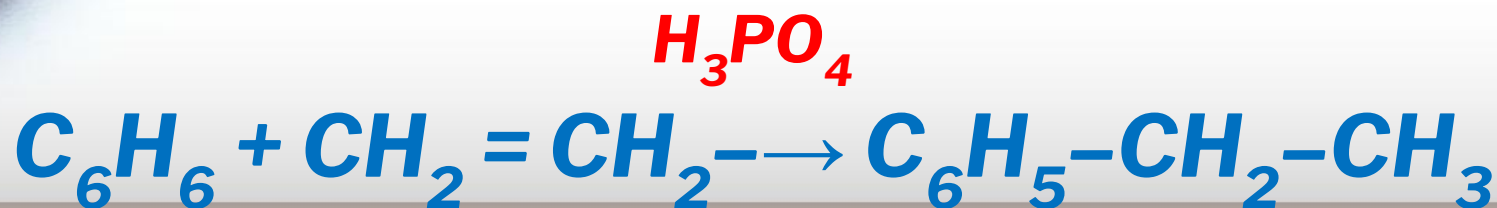
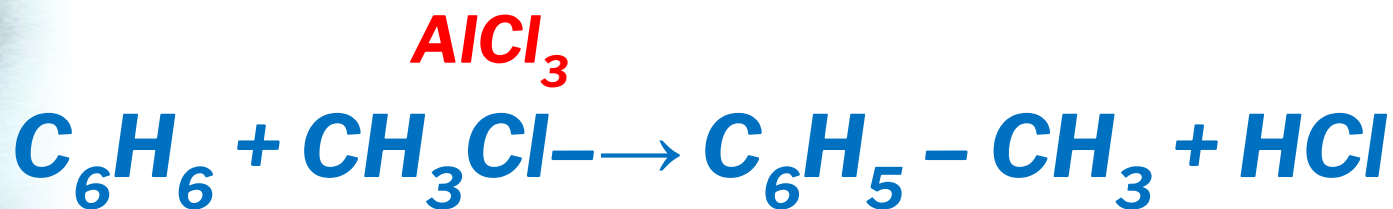
4) Сплавление солей ароматических кислот со щелочью или натронной известью.

t°



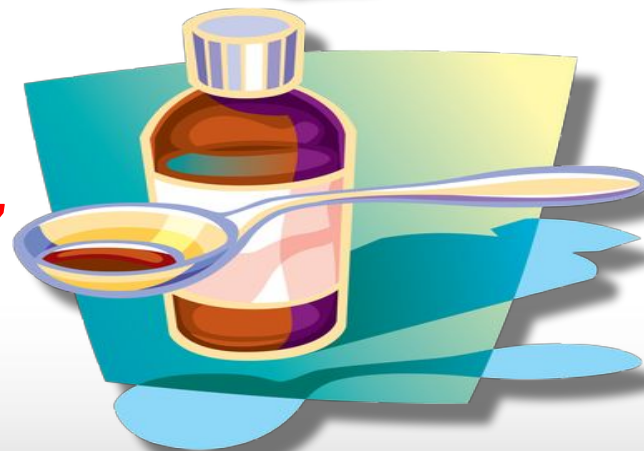


5) Алкилирование собственно бензола галогенопроизводными (реакция Фриделя-Крафтса) или олефинами.



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.