



***АРЕНЫ. Природные
источники
углеводородов.***

СЛОВАРЬ

Ароматические соединения (от греч. *ârôma* — 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**

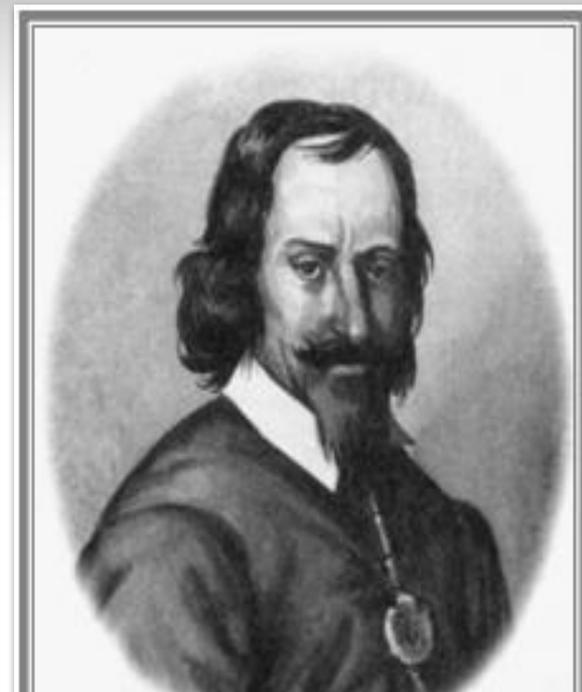
$C_6H_5-CH_3$
метилбензол

$C_6H_5-C_2H_5$
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)



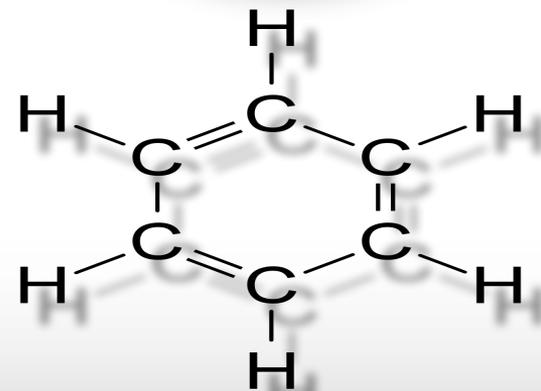
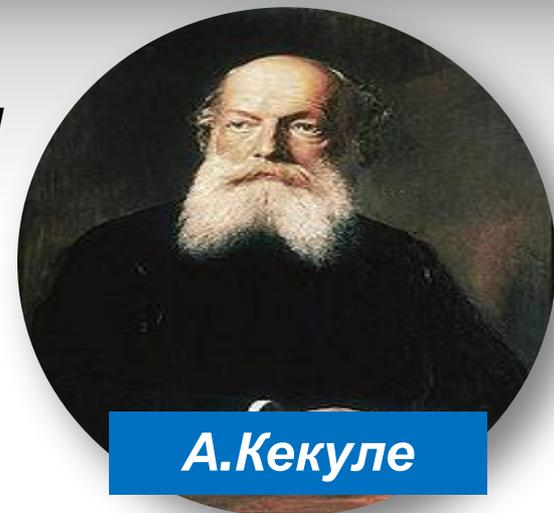
**Эйльгард
Мичерлих**

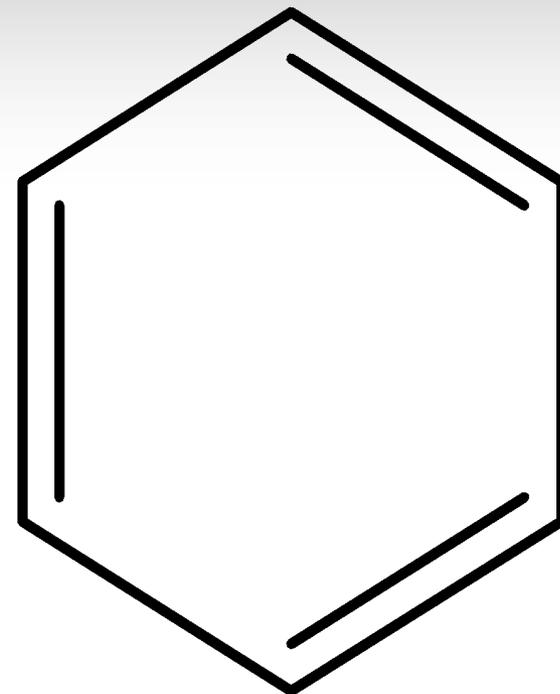
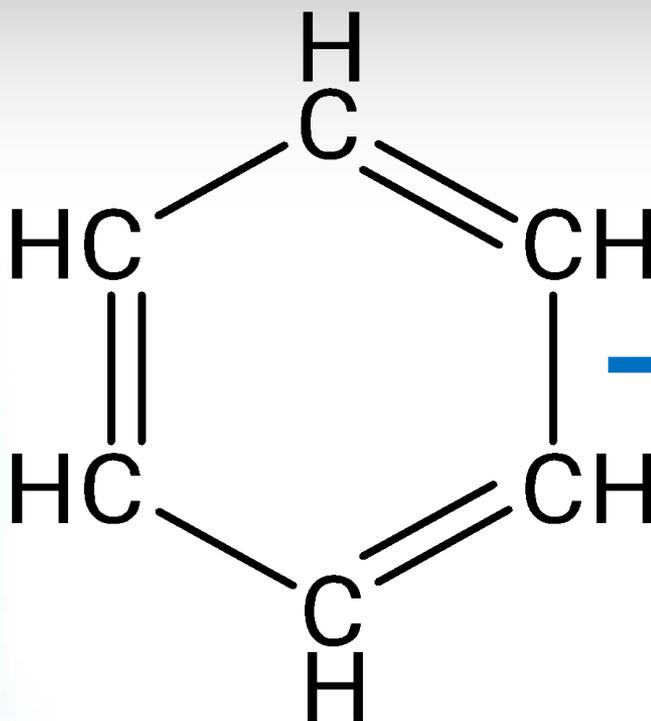
Структурная формула бензола

Была предложена немецким ученым А. Кекуле в 1865 году

НО

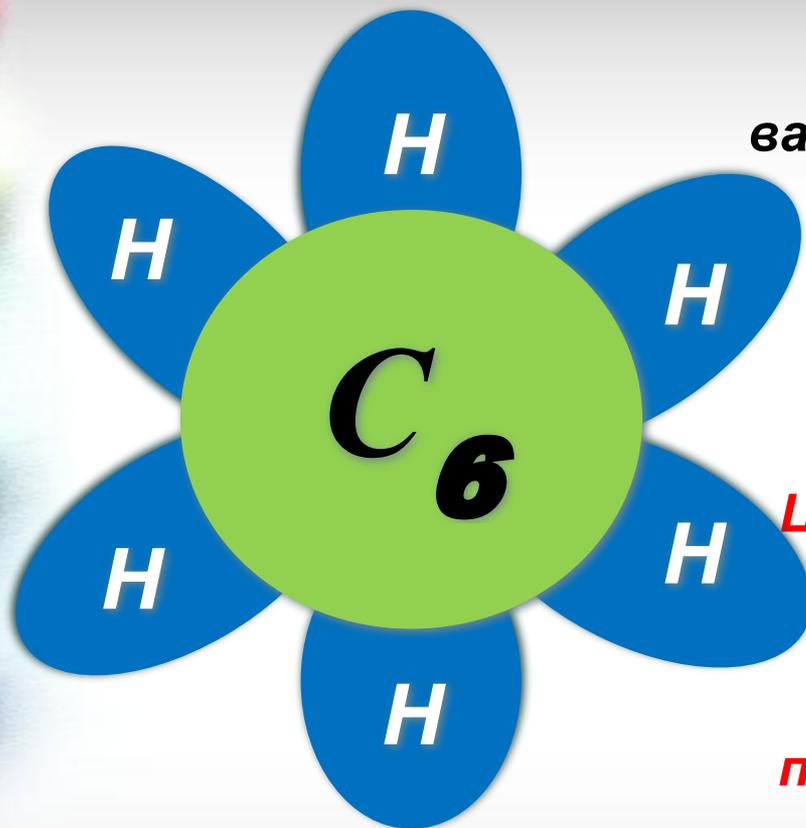
Бензол *не взаимодействует* с бромной водой и раствором перманганата калия!





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

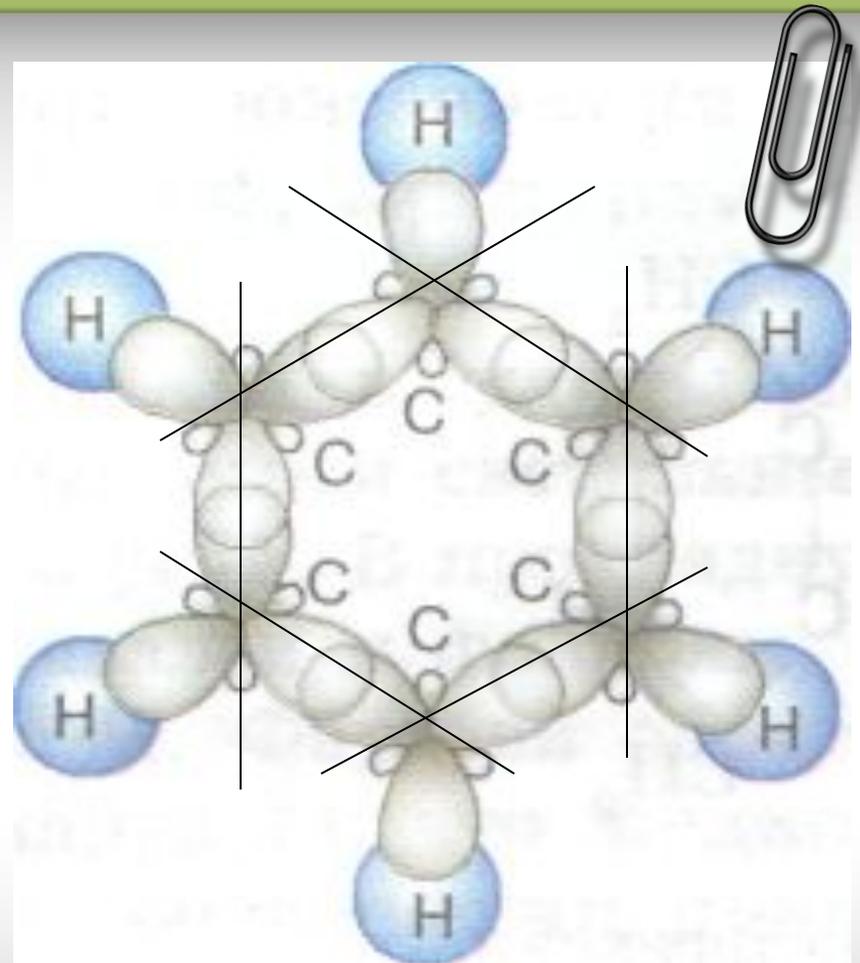
Строение бензола



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.

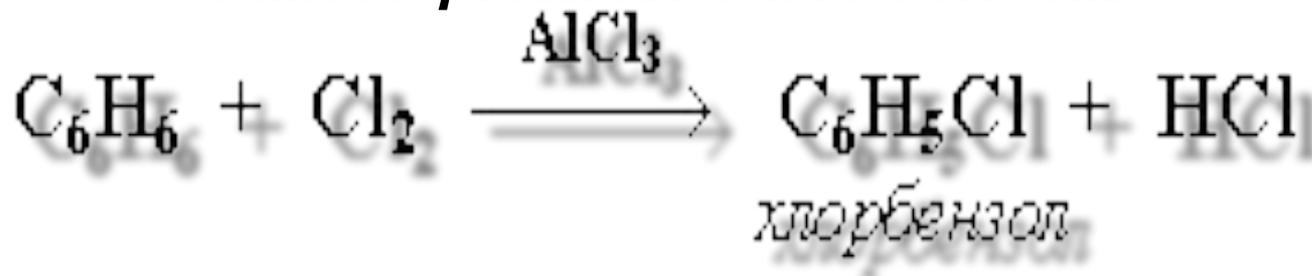
- ❑ 1) Тип гибридизации - **sp^2**
- ❑ 2) между атомами углерода и углерода и водорода образуются сигма – связи, **лежащие в одной плоскости.**
- ❑ 3) валентный угол – **120 градусов**
- ❑ 4) длина связи C-C **0,140 нм**



Химические свойства: Реакции замещения.

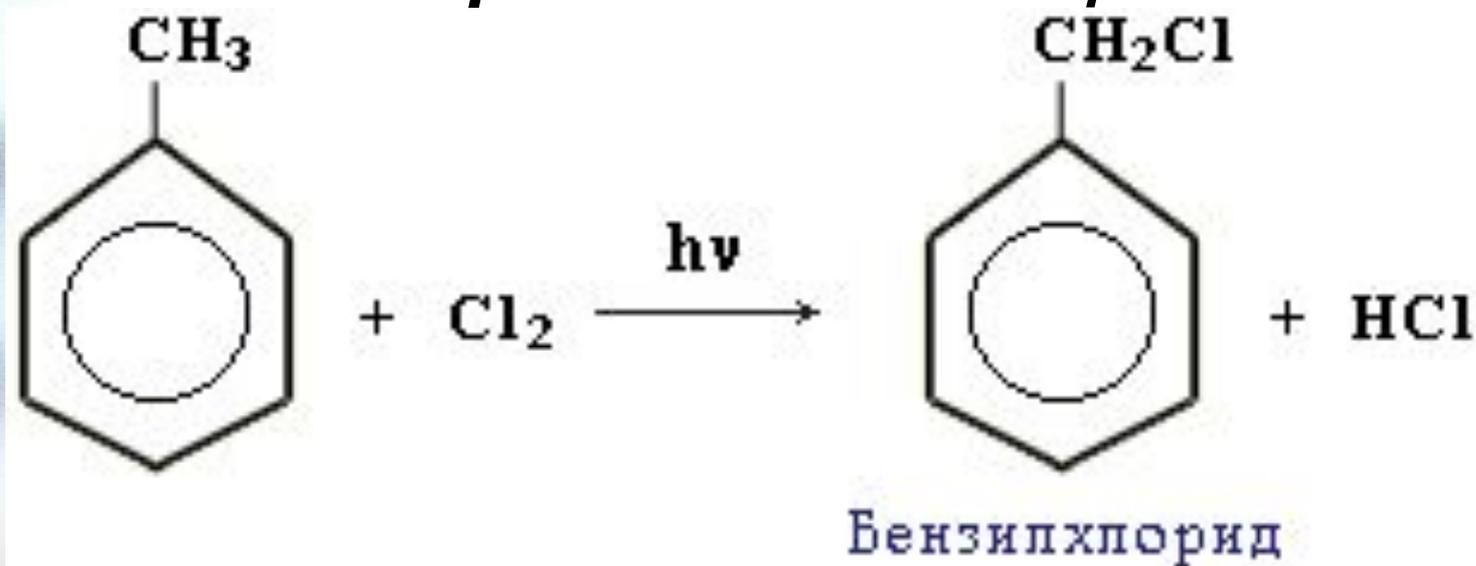
1) Галогенирование

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



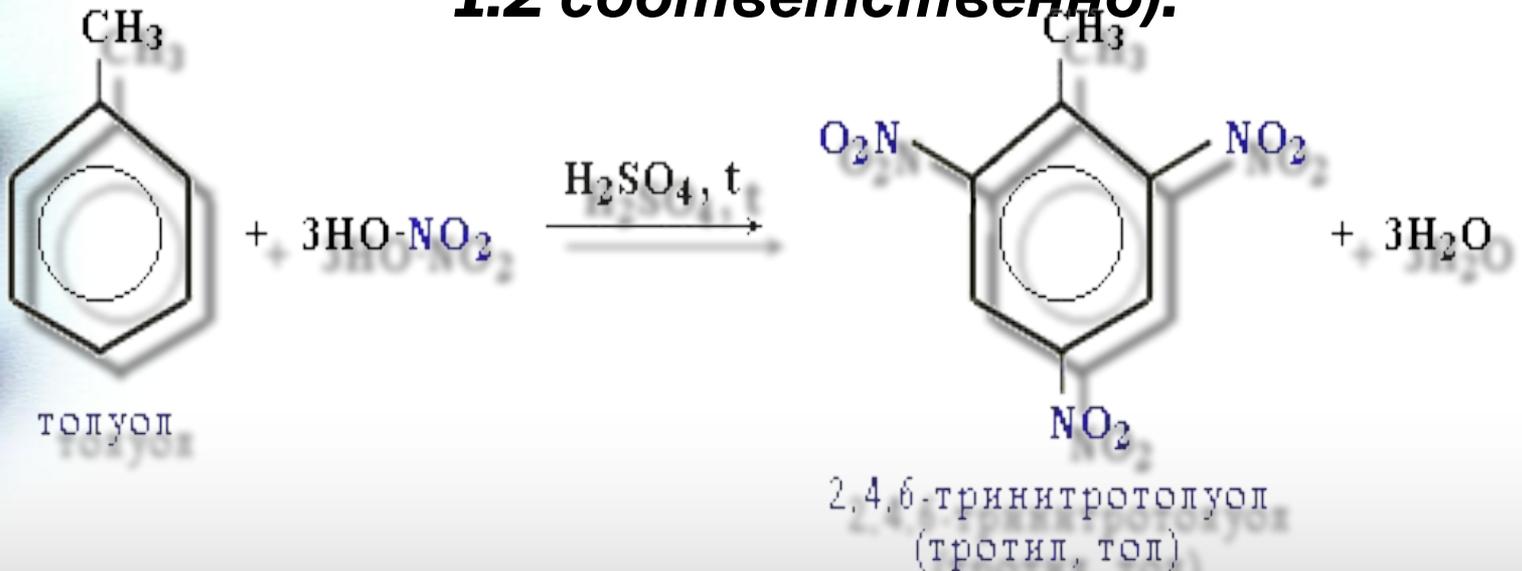
Реакции замещения.

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



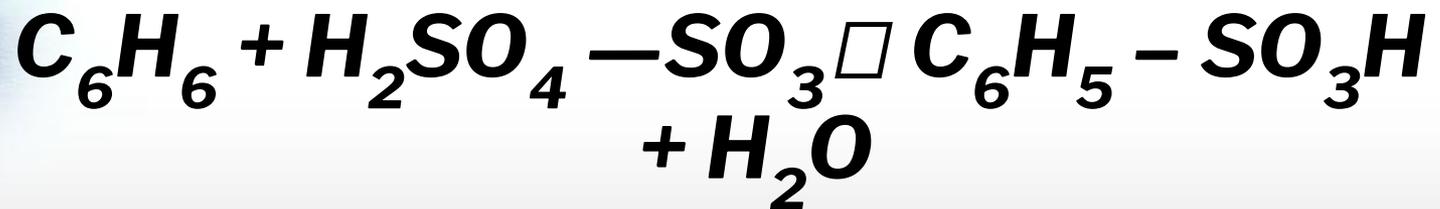
Реакции замещения.

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.

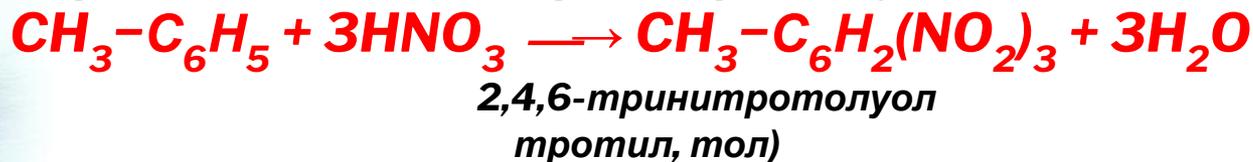


(бензолсульфокислота)

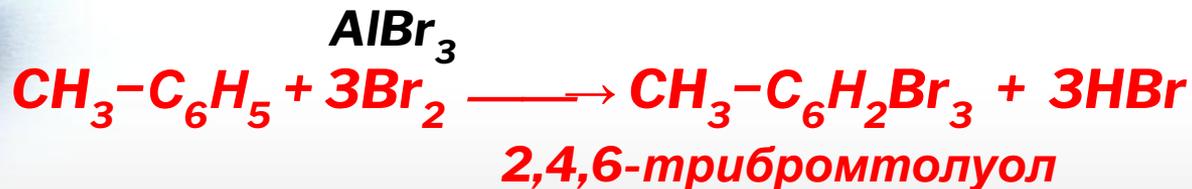
Реакции замещения с гомологами бензола

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.

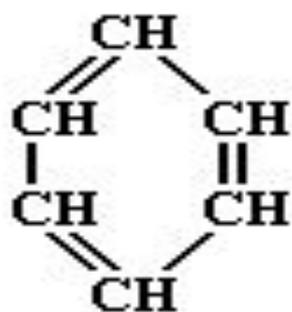
Присоединение водорода осуществляется только в присутствии **катализаторов** и при **повышенной температуре**.

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

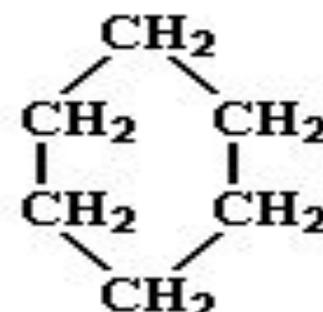
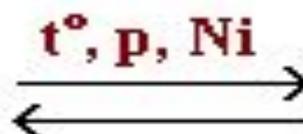
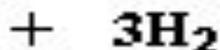


Реакции присоединения

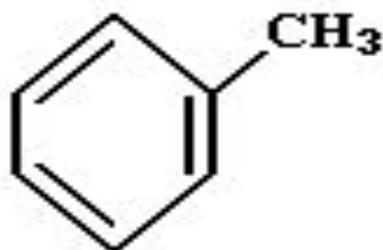
Гидрирование бензола и его гомологов



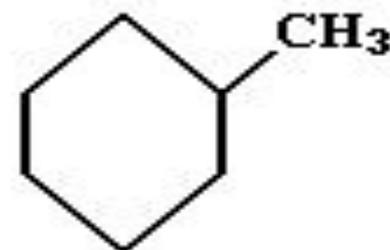
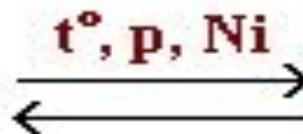
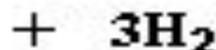
Бензол



Циклогексан



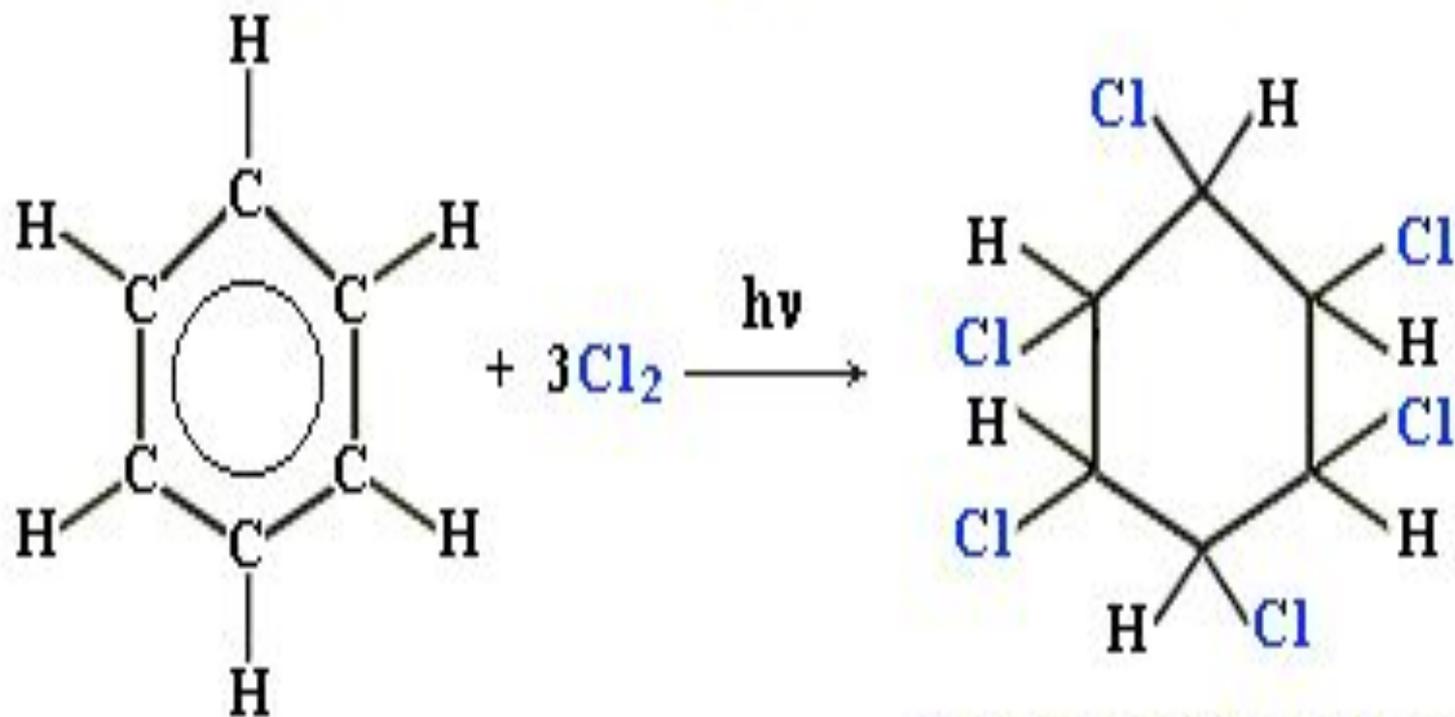
Метилбензол
(толуол)



Метилцикло-
гексан

Реакции присоединения

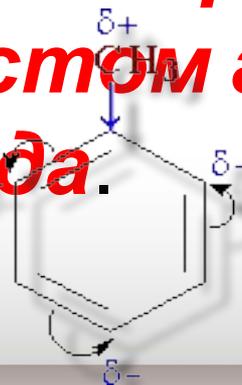
Радикальное хлорирование на свету



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**.

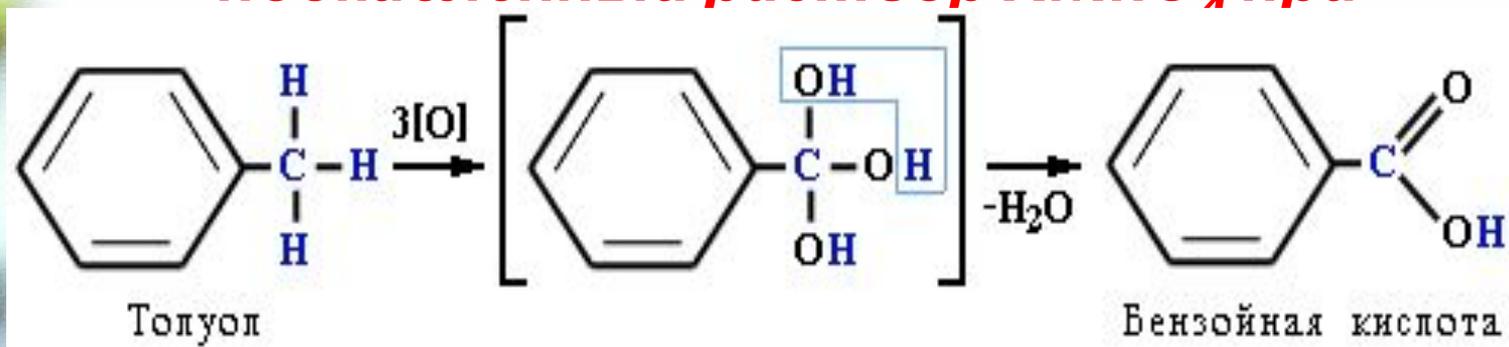


+I-эффект
группы -CH₃

Реакции окисления

7) Реакции окисления.

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



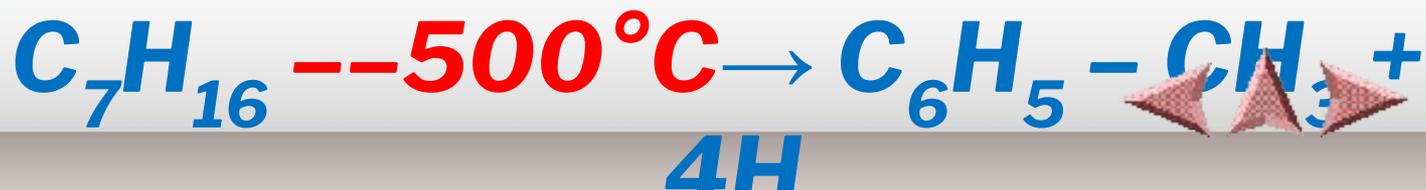
В толуоле окисляется не бензольное кольцо, а метильный радикал.

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°С.





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



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



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.





Природные источники углеводородов

газ

нефть

уголь

Природный газ

Смесь газообразных углеводородов различного происхождения, заполняющие поры и пустоты горных пород, рассеянных в почве

Состав

98% - CH_4

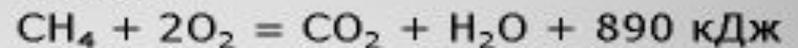
**2% - C_2H_6 , C_3H_8 ,
 C_4H_{10} , N_2 , CO_2 ,
 H_2 , H_2S**

Применение:

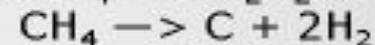
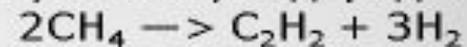
- 1. Топливо на 90%**
- 2. Химическое сырье на 10% (сажа, водород, ацетилен, растворители)**

Применение природного газа

- Энергетически выгодное природное топливо, т.к. при сгорании метана и его гомологов выделяется большое количество теплоты:



- Источник сырья для химической промышленности. Из него получают ацетилен, этилен, водород и сажу:



Попутный нефтяной газ- «шапка» над нефтью

*Смесь углеводородов
сопутствующих нефти и
выделяющиеся при её добыче*

Состав

30-40% - CH_4
7,5% - C_2H_6
21,8% - C_3H_8
20,5% - C_4H_{10}
Примеси - N_2 , CO_2 ,
 H_2O ,
 H_2S

Применение:

Раньше сжигали, сейчас
улавливают и
используют:

1. Топливо
2. Химическое сырьё -
получая: пластмассы,
каучуки, сухой газ,
пропан- бутановую
смесь, газовый бензин

Нефть

***Сложная смесь углеводородов
различной молекулярной массы***

Состав:

- Алканы (от 5 до 50 атомов С)
- Циклоалканы
- Арены
- Примеси: песок, глина, некоторые кислород- и серосодержащие соединения, вода, растворенные в ней соли.

Физические свойства:

- маслянистая жидкость;
- от светло-бурого до черного цвета;
- имеет характерный запах;
- немного легче воды;
- практически не растворяется в воде;
- нет определённой $t_{\text{кипения}}$.



Нельзя выразить формулой

Её состав не постоянный и зависит от месторождения



Переработка нефти

Первичная переработка

Ректификация
(фракционная перегонка)

Вторичная переработка

Алкилирование

Ароматизация

Крекинг

Продукты перегонки нефти

название фракции	t кипения	химический состав	продукты переработки
Газолиновая фракция	40-200°C	$C_5H_{12} - C_{11}H_{24}$	газолин бензин (авиационный, автомобильный)
Лигроиновая фракция	150-250°C	$C_8H_{18} - C_{14}H_{30}$	лигроин (горючее для тракторов)
Керосиновая фракция	180-300°C	$C_{12}H_{26} - C_{18}H_{38}$	керосин (горючее для тракторов, реактивных самолётов и ракет)
Газойльная фракция	выше 275°C	$C_{19}H_{40}$	газойль – дизельное топливо
Мазут	остаток	атомов C до многих десятков	Мазут: - соляровые масла (дизельное топливо) - смазочные масла (автотракторные, авиационные, промышленные) - вазелин (основа для косметических средств и лекарств) Гудрон (дорожное строительство)

Крекинг- химический способ переработки

Непрямая переработка нефти- процесс расщепления нефтепродуктов на углеводороды с меньшим числом атомов С

1. Промышленный крекинг был изобретен русским инженером В.Г.Шуховым в 1891 году.
2. Шухов В.Г. – «русский Эдиссон», его имя золотыми буквами вписано в историю цивилизации.
3. Создал речные наливные баржи для перевозки нефти.
4. Использовал паровые котлы для загрузки и разгрузки , а не мускульную силу.
5. Изобрел первый трубопровод для перекачки с подогревом.

Термический и каталитический крекинг

Термический крекинг

Протекает при 470-550°C

Бензин содержит много непредельных углеводородов

Обладает высокой детонационной устойчивостью (взрывоустойчивостью)

Менее устойчив при хранении

Каталитический крекинг

Протекает при 450-500°C и в присутствии катализатора

Бензин содержит много углеводороды с разветвлённой цепью

Обладает ещё большей детонационной устойчивостью

Более устойчив при хранении

Каменный уголь

Происхождение

Горная порода осадочного происхождения (каменноугольный период)

Состав

Сложная смесь
ВМС- C, H₂, N₂,
O₂, S



Коксование (пиролиз) каменного угля – один из способов получения углеводородов путём нагревания до 1000 °С

Домашнее задание

- 1 Напишите конспект
- **2. Составьте формулы химических соединений**
 - 1 метилбензол;
 - 3 хлорбензол;
 - 2 этил, 4 пропиленбензол;
 - 4 хлортолуол;
 - стирол;
 - изобутилбензол.

•