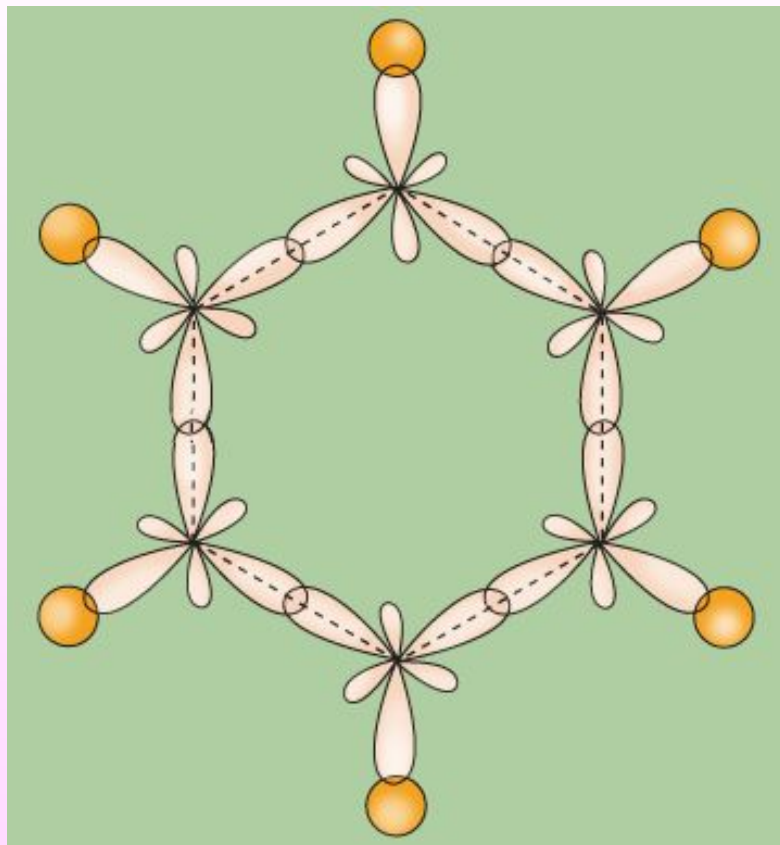


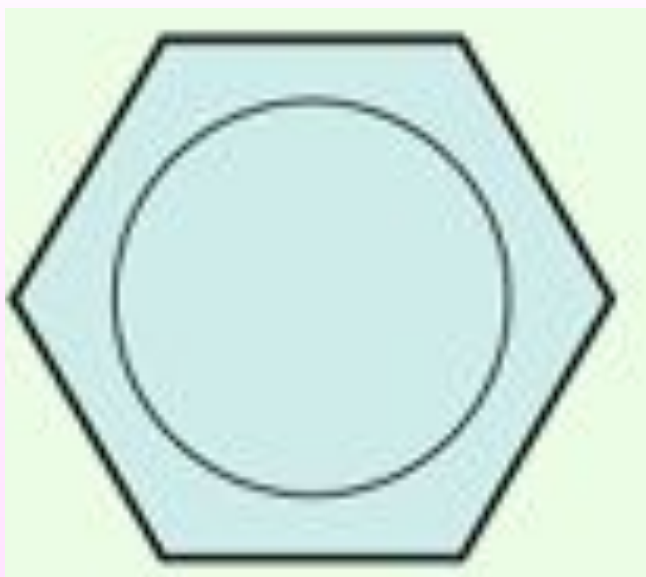
Арены

Бензол C_6H_6 – родоначальник ароматических углеводородов.



Каждый из шести атомов углерода в его молекуле находится в состоянии sp^2 -гибридизации и связан с двумя соседними атомами углерода и атомом водорода тремя σ -связями. Валентные углы между каждой парой σ -связей равны 120° . Все связи C–C в бензоле равноценны, их длина равна 0,140 нм.





р-электроны всех атомов углерода взаимодействуют между собой путем бокового перекрывания соседних $2p$ -АО, расположенных перпендикулярно плоскости σ -скелета бензольного кольца. Они образуют единое циклическое π -электронное облако, сосредоточенное над и под плоскостью кольца .

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.

Общая формула гомологического ряда бензола C_nH_{2n-6} (n не менее 6).

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

$C_6H_5-C_2H_5$ $C_6H_5-C_3H_7$
этилбензол пропилбензол

[\(толуол\)](#)

Химические свойства

Для ароматических соединений наиболее типичны реакции *электрофильного замещения*.

Другие реакции (присоединение, окисление) идут с трудом.

Реакции замещения

Реакции присоединения

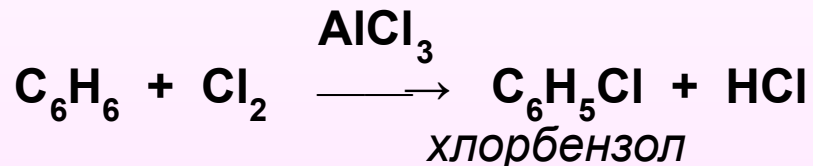
Реакции окисления



Реакции замещения в бензольном кольце

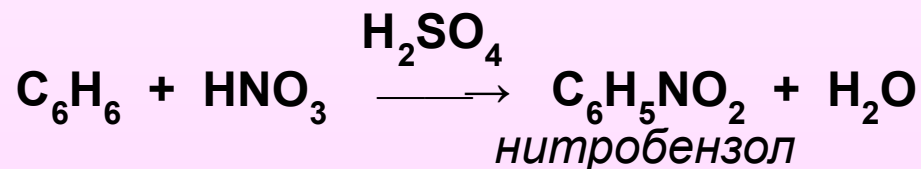
1. Галогенирование

Замещение атома водорода в бензольном кольце на галоген происходит в присутствии катализаторов (кислот Льюиса):

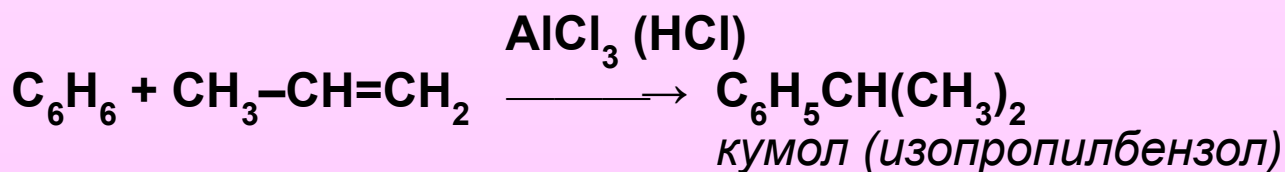
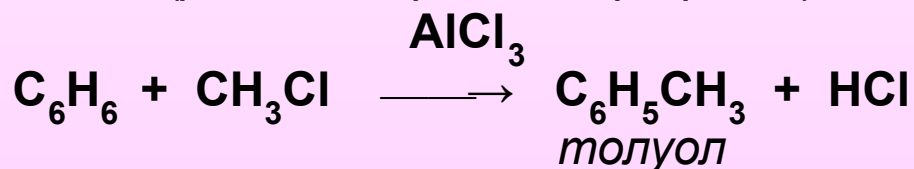


2. Нитрование

Бензол реагирует с нитрующей смесью (смесью концентрированных азотной и серной кислот):



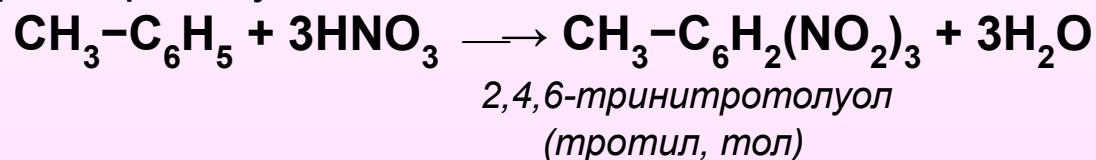
3. Алкилирование (реакция Фриделя-Крафтса)



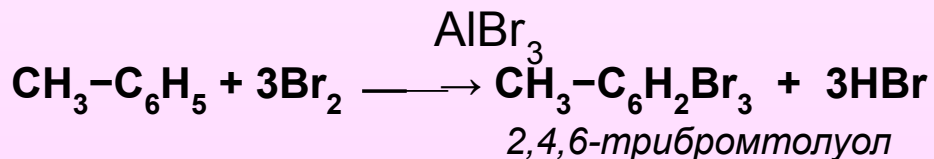
Замещение в алкилбензолах

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

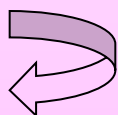
Например, при нитровании толуола $C_6H_5CH_3$ (70 °С) происходит замещение не одного, а трех атомов водорода с образованием 2,4,6-тринитротолуола:



При бромировании толуола также замещаются три атома водорода:



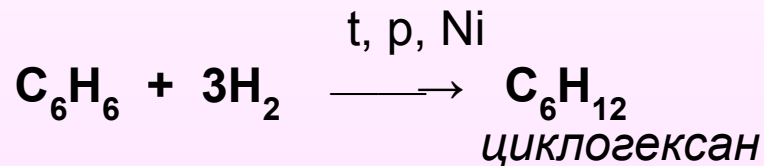
Правила ориентации



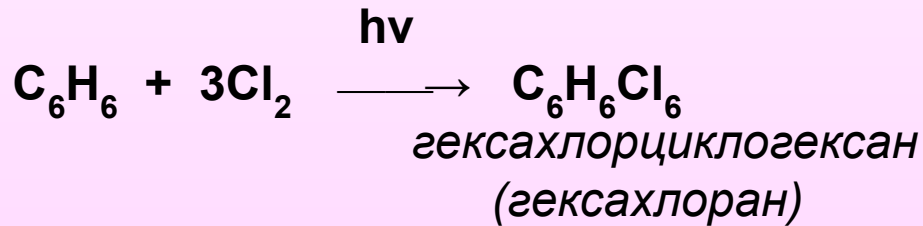
Реакции присоединения

В реакции присоединения, приводящие к разрушению ароматической структуры бензольного кольца, арены могут вступать с большим трудом.

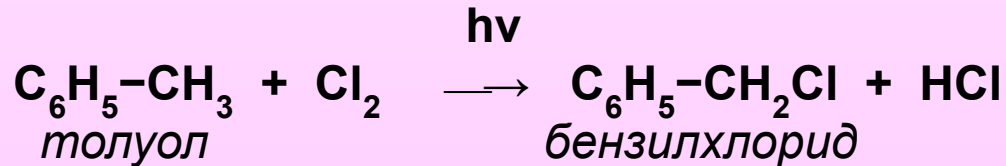
1. Гидрирование



2. Радикальное хлорирование на свету



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

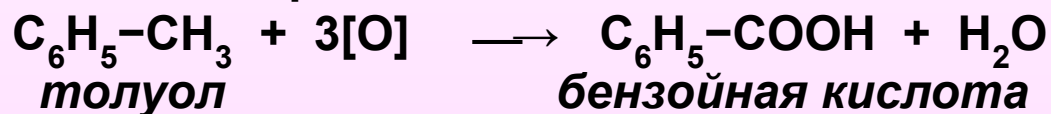


Реакции окисления

Бензол не окисляется даже под действием сильных окислителей (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и т.п.). Поэтому он часто используется как инертный растворитель при проведении реакций окисления других органических соединений.

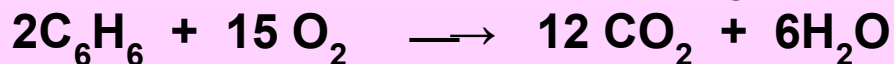
В отличие от бензола его гомологи окисляются довольно легко.

1. При действии раствора KMnO_4 и нагревании в гомологах бензола окислению подвергаются только боковые цепи:



Окисление других гомологов (этилбензол, пропилбензол и т.д.) также приводит к образованию бензойной кислоты. Разрыв связи при этом происходит между двумя ближайшими к кольцу атомами углерода в боковой цепи

2. Бензол и его гомологи на воздухе горят коптящим пламенем, что обусловлено высоким содержанием углерода в их молекулах:



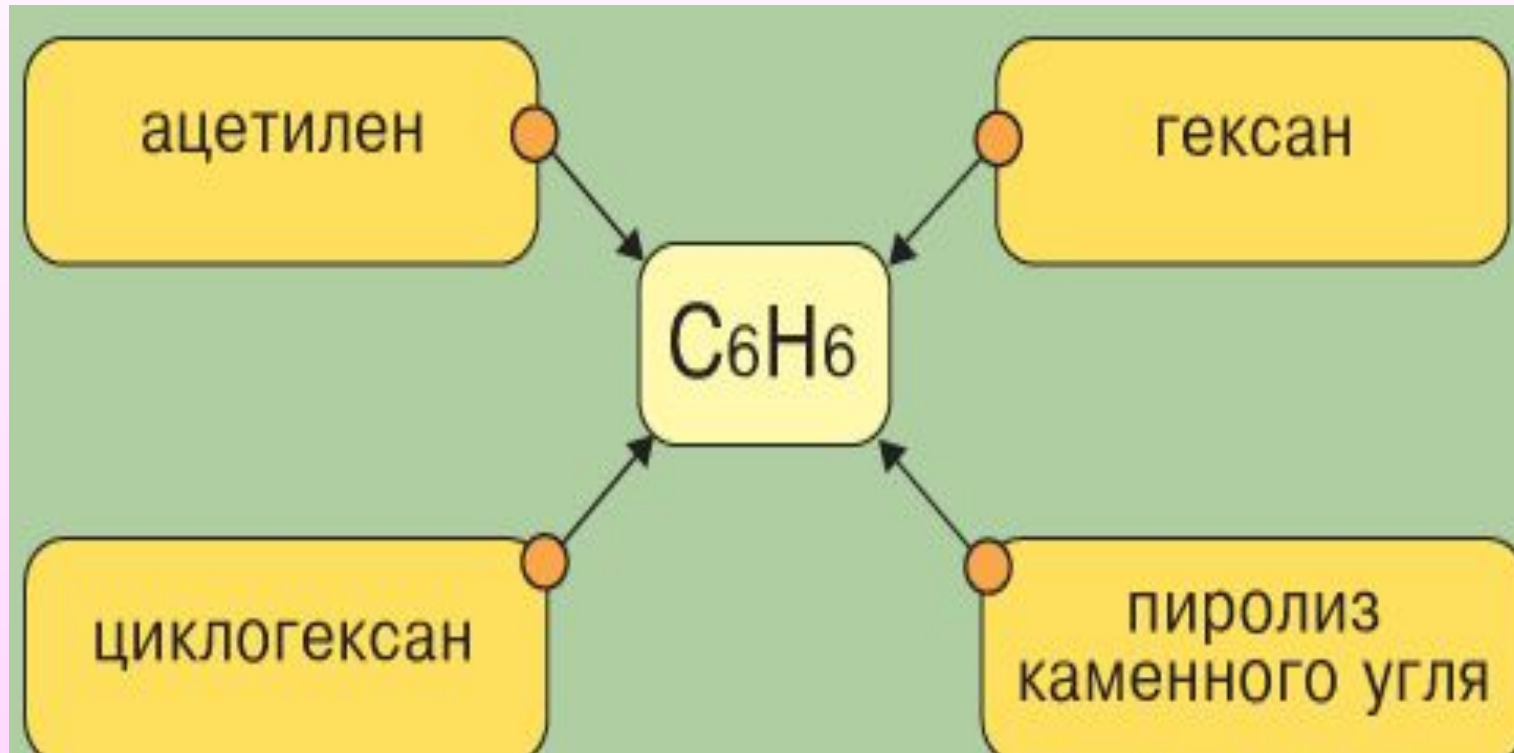
Реакции окисления



Реакции окисления



Получение

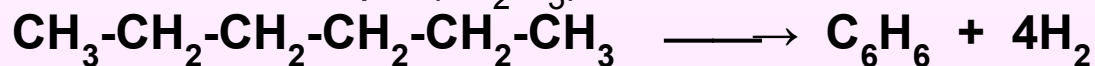


Основными природными источниками ароматических углеводородов являются каменный уголь и нефть.

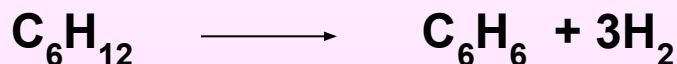
1. При **коксовании каменного угля** образуется каменноугольная смола, из которой выделяют бензол, толуол, ксилолы, нафталин и многие другие органические соединения.

2. **Ароматизация нефти:**

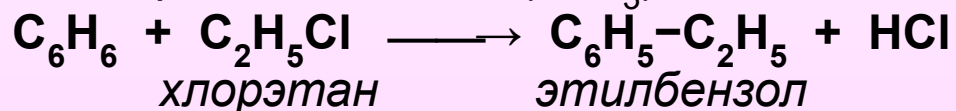
а) дегидроциклизация (дегидрирование и циклизация) алканов в присутствии катализатора (Cr_2O_3)



б) дегидрирование циклоалканов

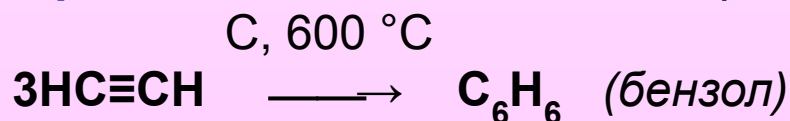


3. **Алкилирование бензола** галогеналканами или алкенами в присутствии безводного хлорида алюминия (AlCl_3)

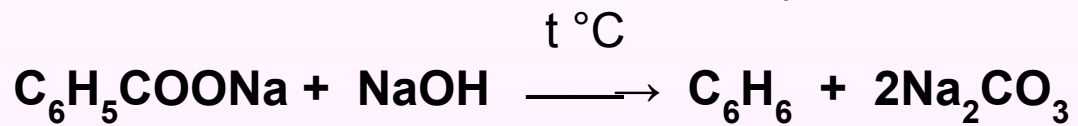


При дегидрировании этилбензола образуется производное бензола с непредельной боковой цепью – винилбензол (стирол) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$ (исходное вещество для получения ценного полимера *полистирола*).

4. **Тримеризация алкинов** над активированным углем (*Зелинский*):



В лаборатории бензол можно получить из бензоата натрия



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.

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.

п-Ксилол используется при получении полимерного материала *лавсан*, из которого изготавливают синтетические волокна и пленки.
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*.



Толуол $C_6H_5-CH_3$ применяется в производстве красителей, лекарственных и взрывчатых веществ (тротил, тол).



Вопросы для контроля

1. Какие вещества относят к аренам? Их общая формула?
2. Особенности строения молекулы бензола.
3. Какие химические свойства характерны для бензола?
4. Почему гомологи бензола активнее вступают в реакции замещения и окисления, чем бензол?
5. Как получают арены в промышленности?
6. Назовите области применения ароматических углеводородов.