

Ароматические углеводороды (Арены)

- Строение
- Изомерия
- Правило ориентации в бензольном кольце
- Получение бензола
- Физические свойства бензола
- Химические свойства бензола
- Применение бензола

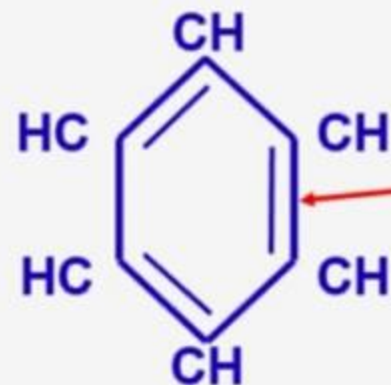
АРЕНЫ – АРОМАТИЧЕСКИЕ НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Общая формула C_nH_{2n-6}

C_6H_6 бензол

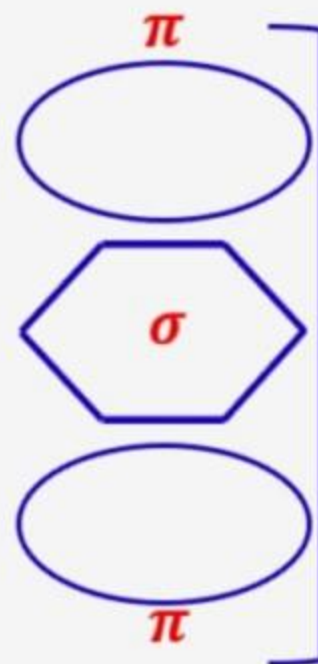
СТРОЕНИЕ

По Кекуле арены имеют ароматическое кольцо. Они имеют замкнутую цепь углеродных атомов.



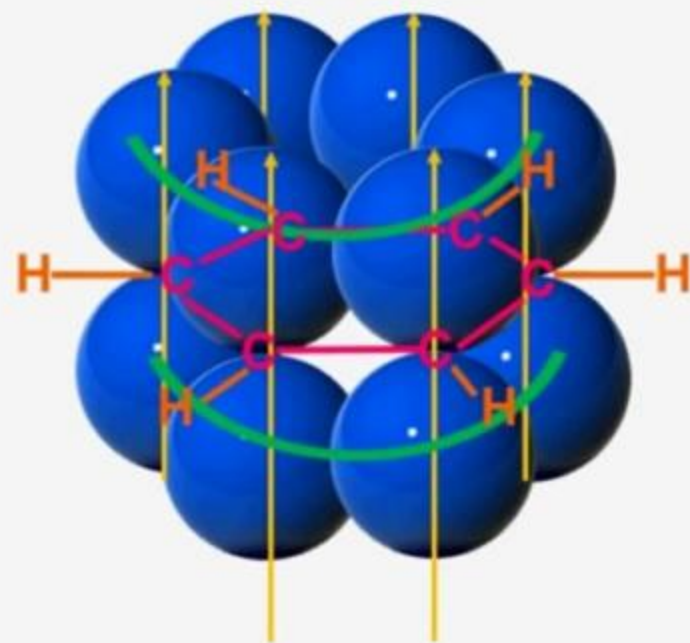
Ароматическое
кольцо
По Кекуле

У аренов гибридизация электронных облаков SP^2 , валентный угол $\angle 120^\circ$, $l = 0,140$ нм, эта длина промежуточная между одинарной и двойной связью $0,154$ нм и $0,134$ нм. В бензоле связь в виде этажерки.

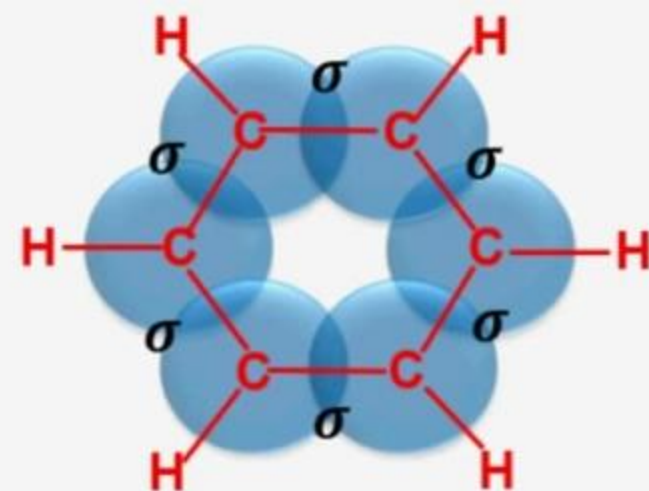


Связь в виде этажерки

У бензола шесть атомов углерода расположены в одной шестигранной плоскости. Углеродные атомы находятся во втором валентном состоянии SP^2 , связаны друг с другом σ -сигма связями. Образуют между собой углы $\angle 120^\circ$.



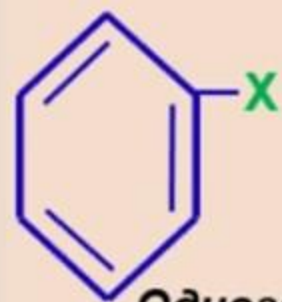
Электронная плотность всех шести Р-электронов равномерно распределена между шестью атомами углерода, между ними образуется энергия сопряжения, поэтому связь имеет длину $l = 0,140$ нм.



Следовательно в бензоле нет чередующихся двойных и простых связей, так как все связи между атомами углерода равноценны, одинаковы по своему значению. Этим и объясняется устойчивость бензола и наличие ряда специфических свойств по сравнению с алкенами.

ИЗОМЕРИЯ АРЕНОВ

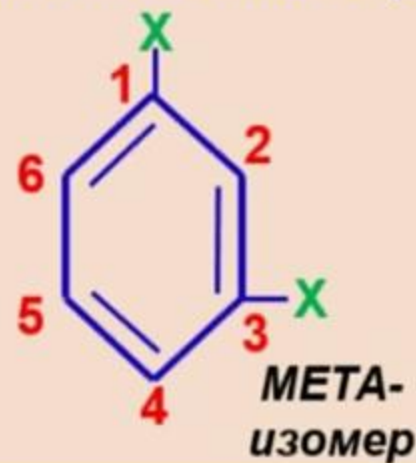
Однозамещенный бензол не имеет изомеров, так как все атомы углерода равноценны. Двухзамещенные бензолы имеют три изомера в зависимости от расположения заместителей. Различают ОРТО или О-ИЗОМЕРЫ (если заместители расположены рядом), МЕТА, или М-ИЗОМЕРЫ (если заместители расположены через один атом углерода) и ПАРА или п-ИЗОМЕРЫ (заместители находятся через два атома углерода).



Однозамещенный
бензол



ОРТО-
изомер

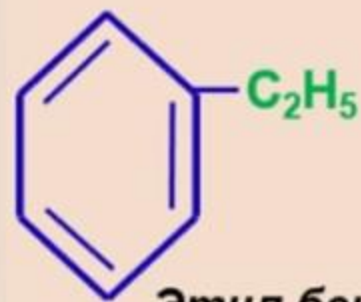


МЕТА-
изомер



ПАРА-
изомер

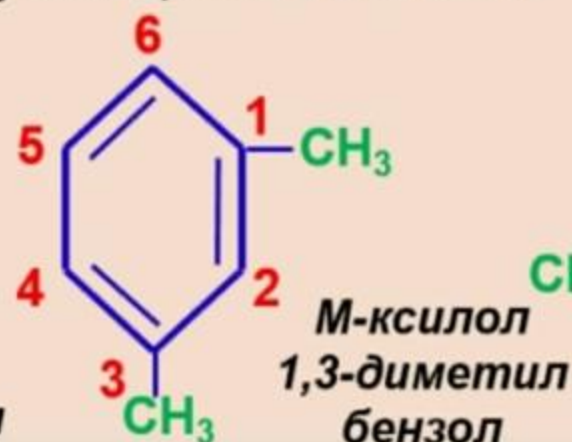
Двухзамещенный бензолы



Этил бензол



ОРТО-ксилол
1,2-диметил бензол



М-ксилол
1,3-диметил
бензол



п-ксилол
1,4-диметил
бензол

ПРАВИЛО ОРИЕНТАЦИИ В БЕНЗОЛЬНОМ КОЛЬЦЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ

Электронные облака π -связей обладают большой подвижностью, поэтому электронная плотность одинакова у всех атомов только у незамещенного бензола C_6H_6 . При вступлении заместителей происходит значительное перераспределение электронной плотности в зависимости от ряда заместителей.

Место вхождения вступающих заместителей определяется природой ориентации и не зависит от природы входящих групп.

1. Заместители первого рода: $-OH$; $-NH_2$; $-Cl$; $-Br$; $-I$; $-CH_3$.

2. Заместители второго рода: $-NO_2$; $-SO_3H$; $-CO_2H$; $-OOC$.

СХЕМА СДВИГА ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛОТНОСТЕЙ В МОЛЕКУЛЕ БЕНЗОЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ 1-ГО РОДА

Ориентанты 1-го рода, увеличивая электронную плотность бензольного ядра, усиливают его реакционную способность и направляют заместителей 1-го рода в орто- и пара- положения. Действительно, толуол $C_6H_5-CH_3$, фенол C_6H_5-OH , анилин $C_6H_5-NH_2$, легче сульфируются, нитрируются, галоидируются в орто- и пара- положения, чем сам бензол.

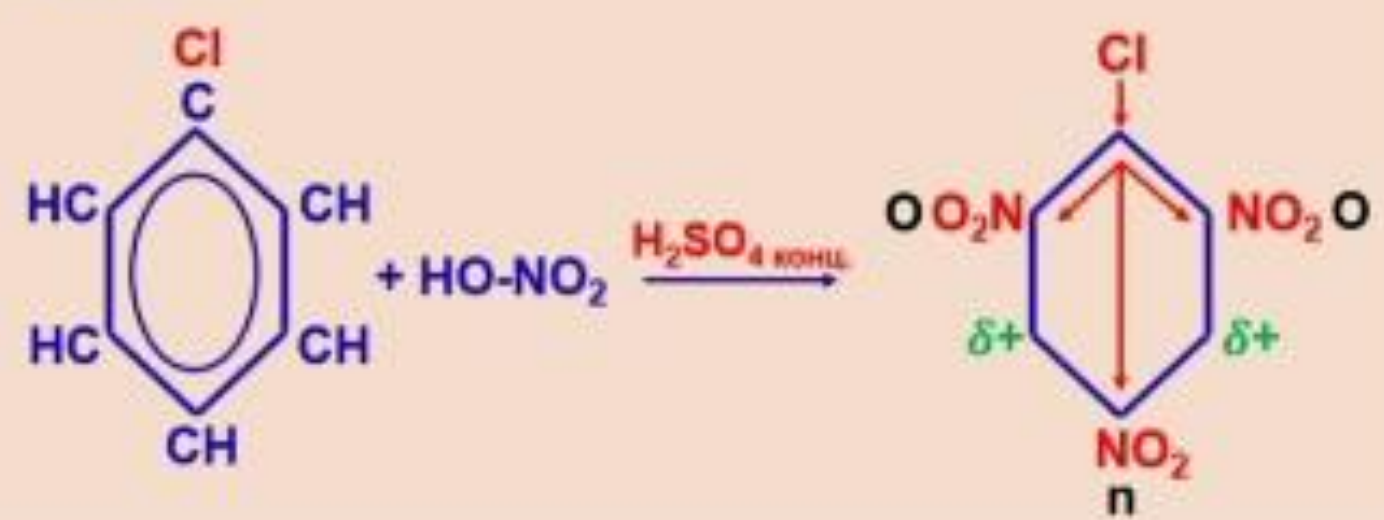
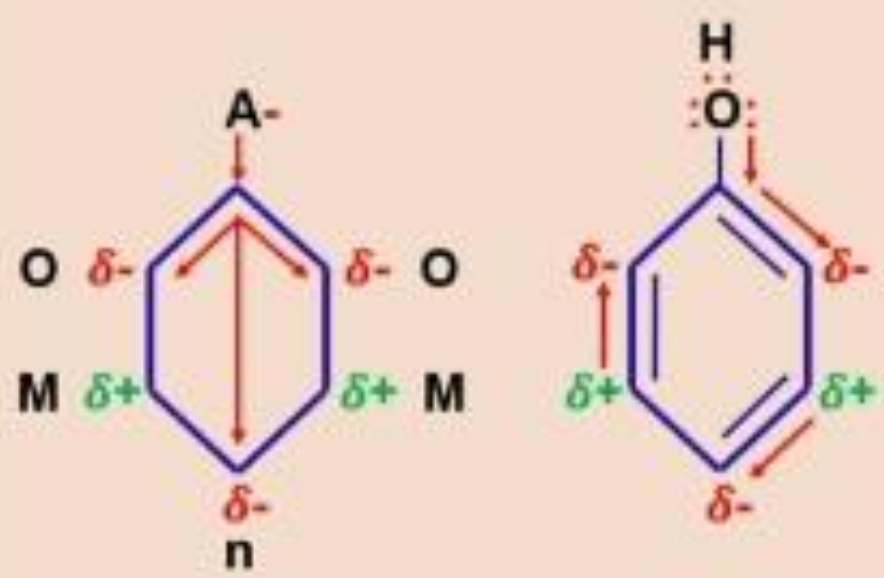


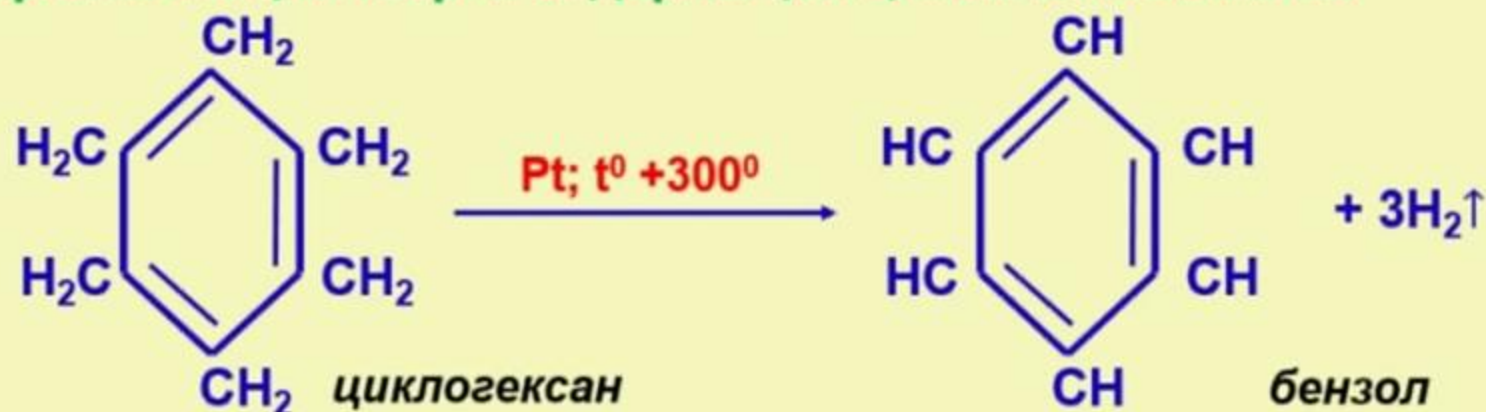
СХЕМА СДВИГА ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛОТНОСТЕЙ В МОЛЕКУЛЕ БЕНЗОЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ 2-ГО РОДА

Ориентанты 2-го рода оттягивая на себя электронные облака бензола, уменьшают реакционную способность бензольного ядра. Они допускают вступление групп преимущественно в МЕТА – положение. Такие производные бензола, как нитробензол, бензосульфокислота, бензойная кислота – более устойчивы к химическим воздействиям, чем сам бензол и особенно фенол, анилин и другие. При реакции с электрофильными заместителями (+) получают МЕТА – изомер.

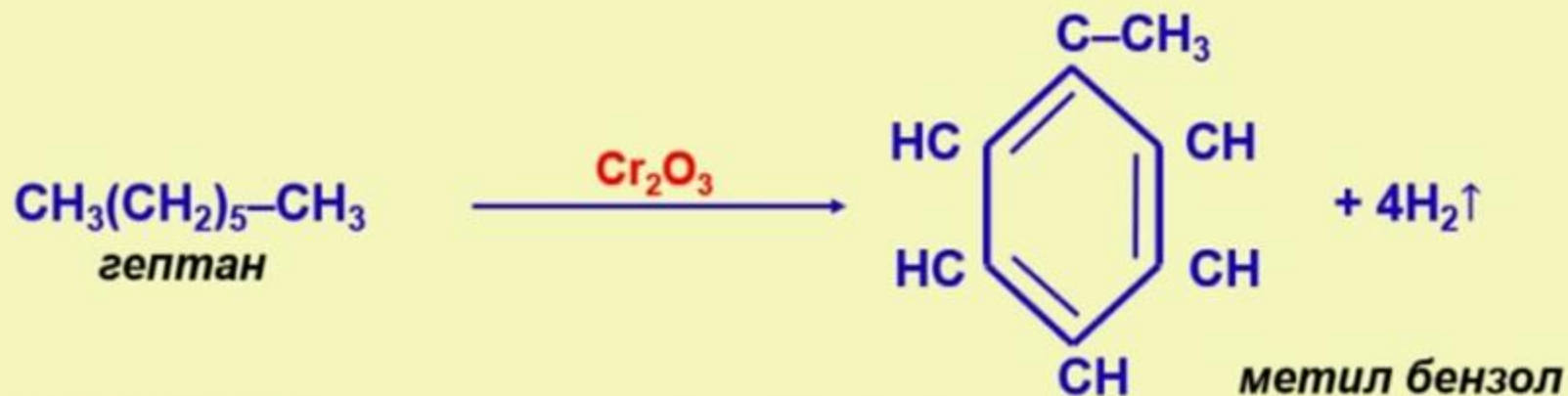


ПОЛУЧЕНИЕ БЕНЗОЛА

1. Бензол получают из продуктов пиролиза каменного угля.
2. В процессе ароматизации нефти содержащей цикланы и алканы.



3.



4. Синтезом из ацетилена.



Этот метод применял Н.Д.Зелинский в 1927 году.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОЛА

Бензол – бесцветная жидкость, маслянистая, в воде не растворима. Бензол хороший растворитель жиров. $t_{\text{кип.}}^{\circ} + 80,1^{\circ}\text{C}$. При охлаждении застывает в белую кристаллическую массу с $t_{\text{плав.}}^{\circ} + 5,5^{\circ}\text{C}$.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОЛА

Ароматический характер бензола заключается в том, что по строению он очень неопределен, а по свойствам бензол ближе стоит к предельным углеводородам. Поэтому реакции замещения у бензола идут при обыкновенных условиях. Бензольное кольцо и энергия сопряжения придают бензолу устойчивость, поэтому реакции присоединения идут труднее, т.е. в жестких условиях – при катализаторах и температуре.

Бензолу свойственны реакции:

I. РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ.

1. Галогенирование.
2. Нитрование.
3. Нитрование гомологов бензола.

II. РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ.

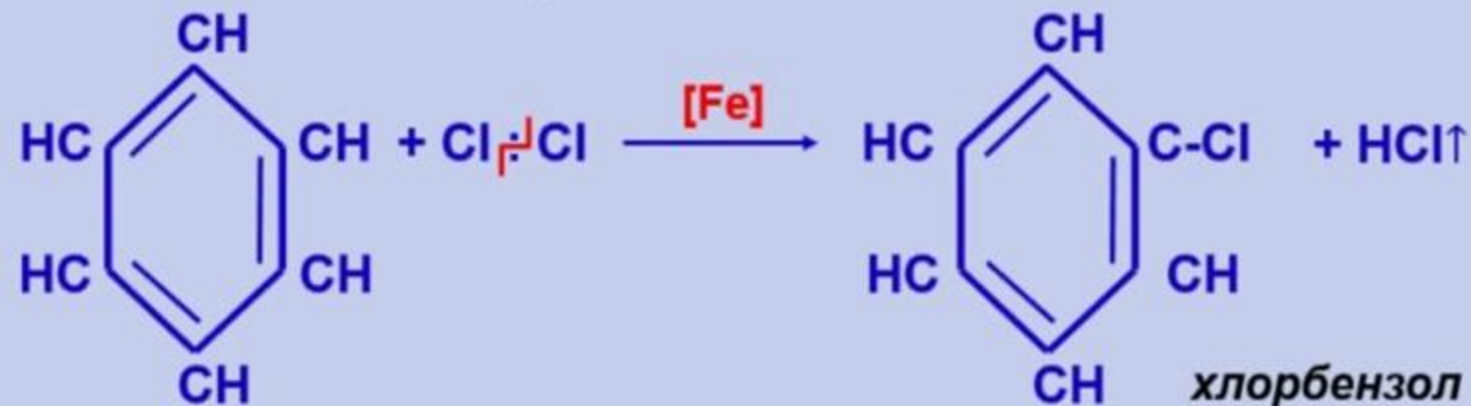
III. РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ.

IV. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ.

V. РЕАКЦИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.

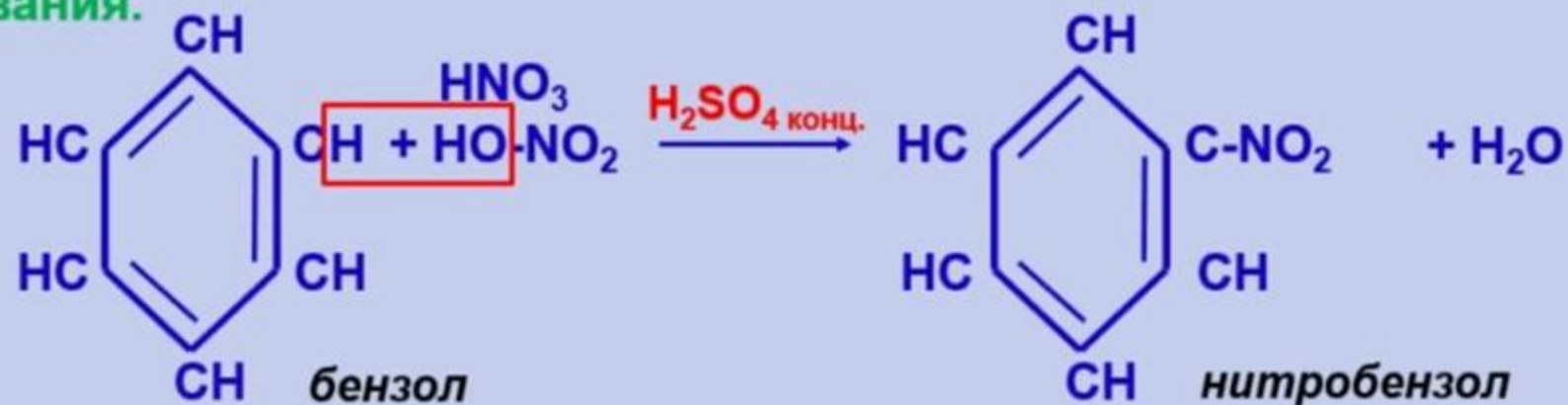
РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ БЕНЗОЛА

1. Галогенирование.

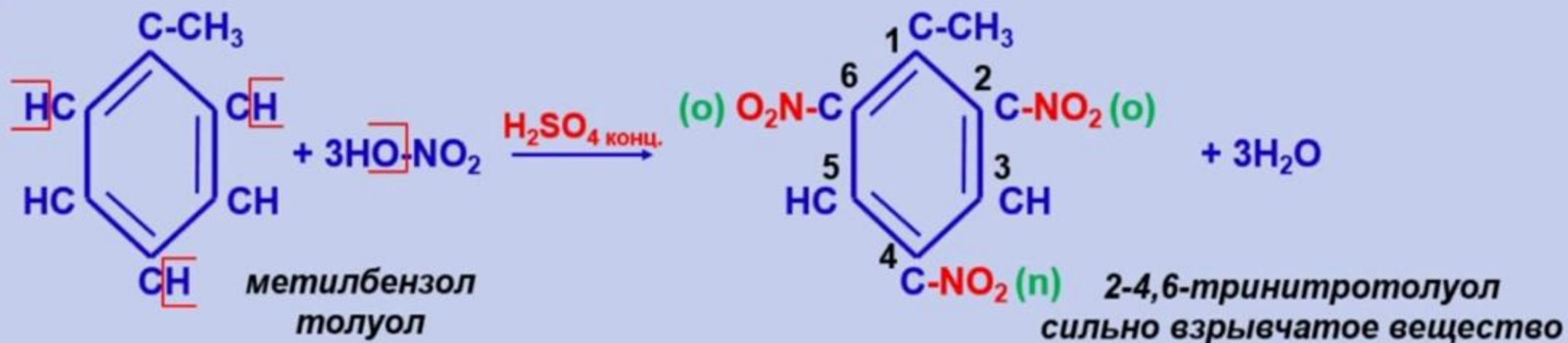


Все водородные атомы равноценны.

2. Реакция нитрования.

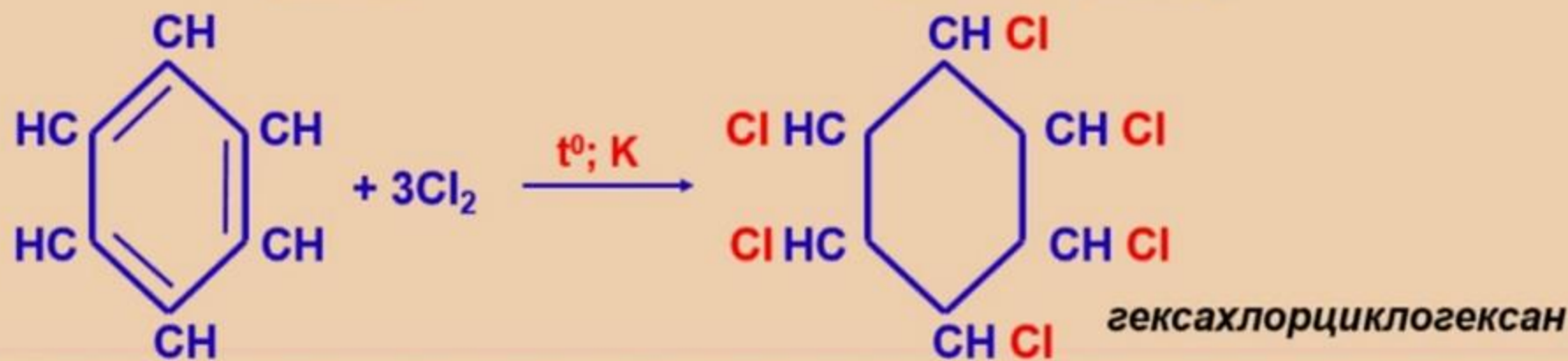


3. Нитрование гомологов бензола.

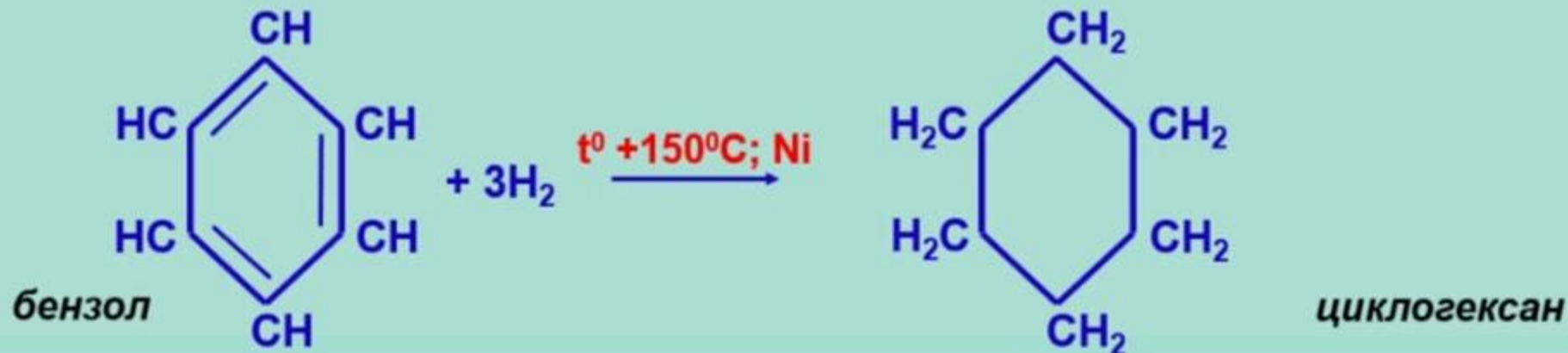
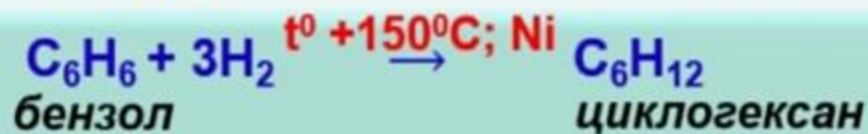


РЕАКЦИЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ БЕНЗОЛА

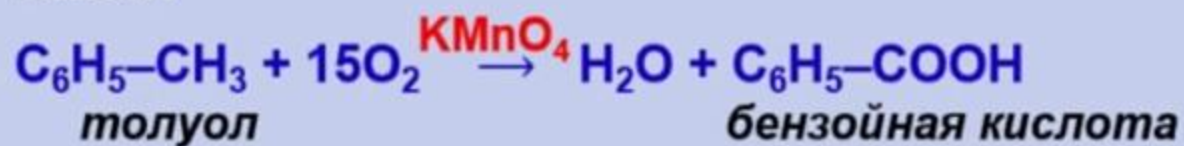
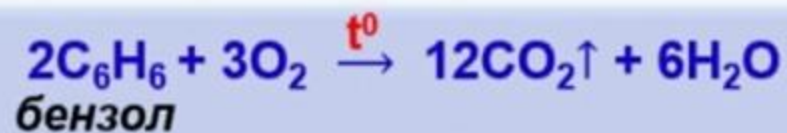
Присоединение галогена.



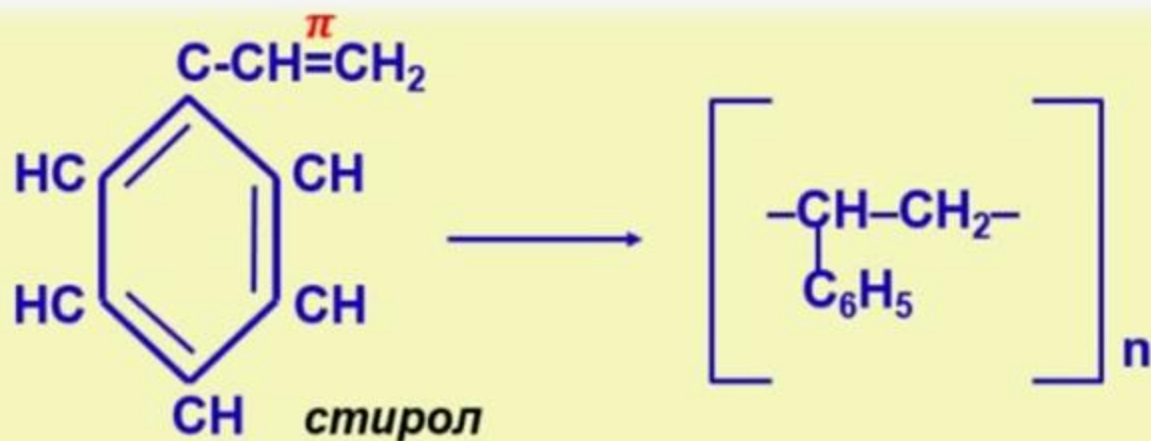
РЕАКЦИЯ ГИДРИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА



РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ БЕНЗОЛА



РЕАКЦИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ БЕНЗОЛА



Полистирол
(заменитель стекла).
Также его называют –
оргстекло. Прозрачный,
устойчив к действию
кислот, щелочей.

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНЗОЛА

1. Бензол применяют при получении красителей.
2. Медикаментов.
3. Взрывчатых веществ.
4. Ядохимикатов, пестицидов.
5. Пластмасс.
6. Синтетических волокон.
7. Анилина.
8. Сахарина.
9. Растворителей.

