

# Ароматические углеводороды (Арены)

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

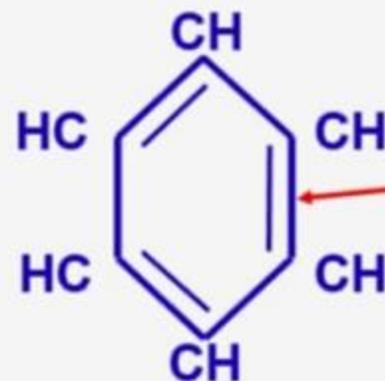
# АРЕНЫ – АРОМАТИЧЕСКИЕ НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Общая формула  $C_nH_{2n-6}$

$C_6H_6$  бензол

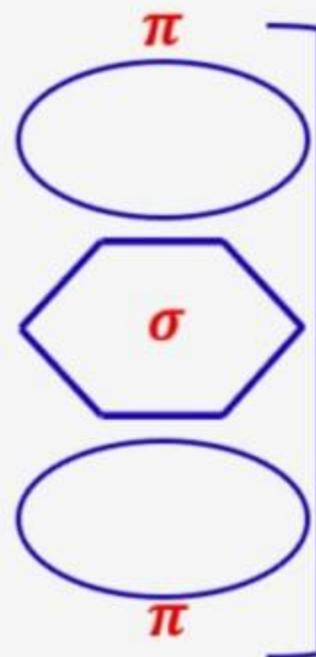
## СТРОЕНИЕ

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



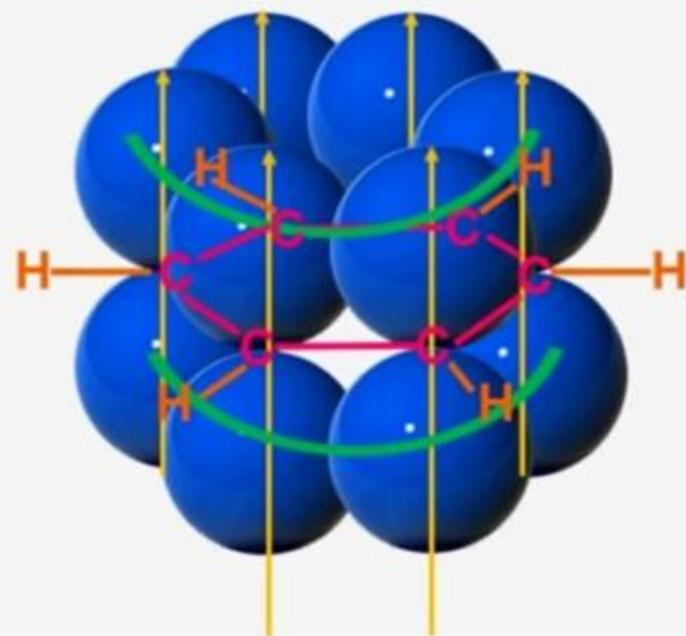
Ароматическое  
кольцо  
По Кекуле

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.

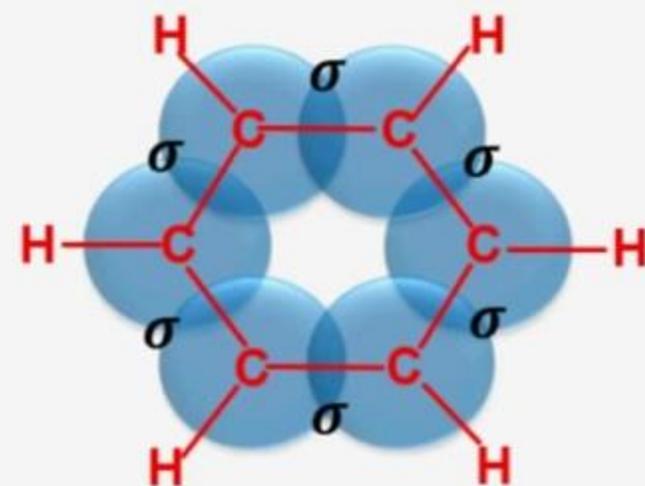


Связь в виде этажерки

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



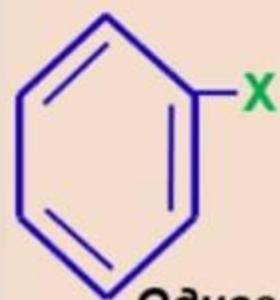
Электронная плотность всех шести Р-электронов равномерно распределена между шестью атомами углерода, между ними образуется энергия сопряжения, поэтому связь имеет длину  $l = 0,140$  нм.



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

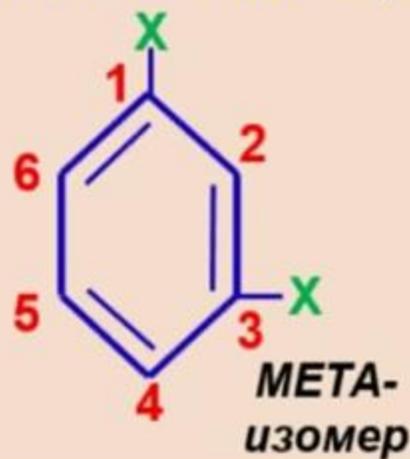
Однозамещенный бензол не имеет изомеров, так как все атомы углерода равноценны. Двухзамещенные бензолы имеют три изомера в зависимости от расположения заместителей. Различают ОРТО или О-ИЗОМЕРЫ (если заместители расположены рядом), МЕТА, или М-ИЗОМЕРЫ (если заместители расположены через один атом углерода)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



Однозамещенный бензол



ОРТО-изомер

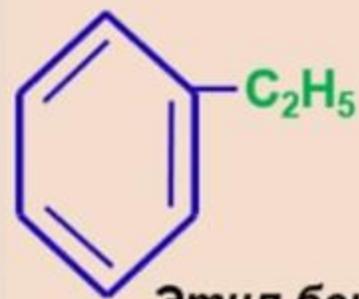


МЕТА-изомер



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  $\pi$ -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.

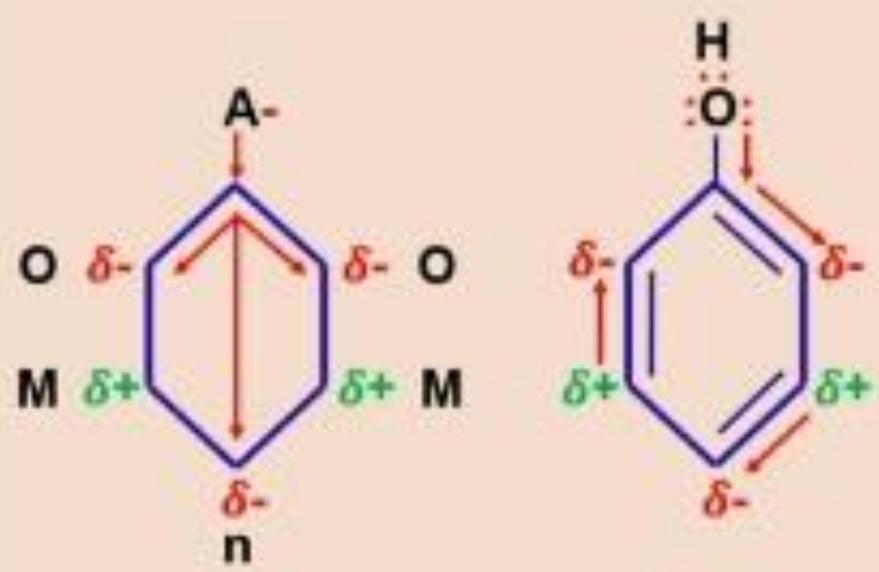
Место вхождения вступающих заместителей определяется природой ориентации и не зависит от природы входящих групп.

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

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

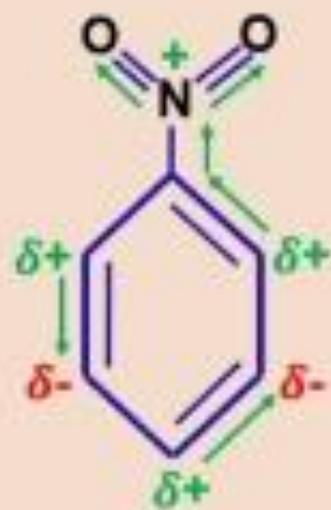
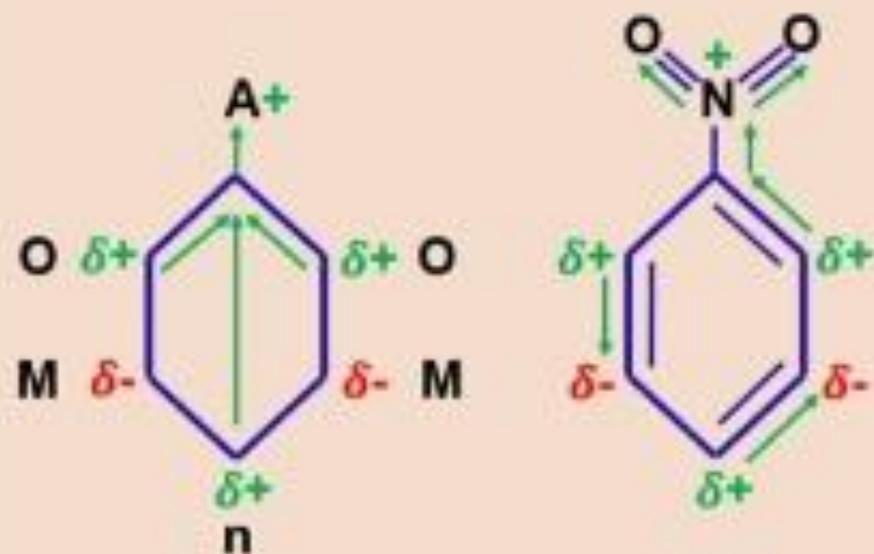
# СХЕМА СДВИГА ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛОТНОСТЕЙ В МОЛЕКУЛЕ БЕНЗОЛА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАМЕСТИТЕЛЕЙ 1-ГО РОДА

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.





# 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.

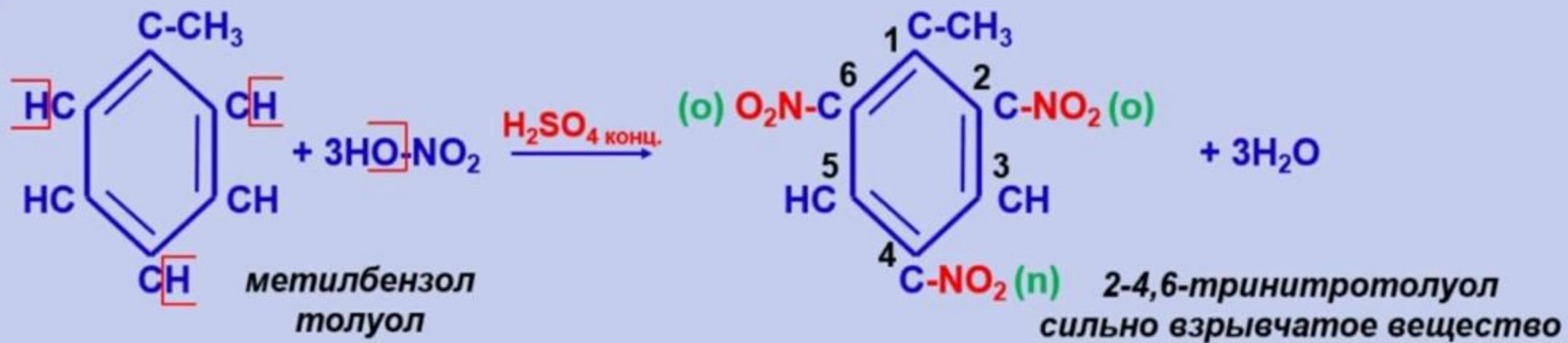
## III. РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ.

## IV. РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ.

## V. РЕАКЦИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ.

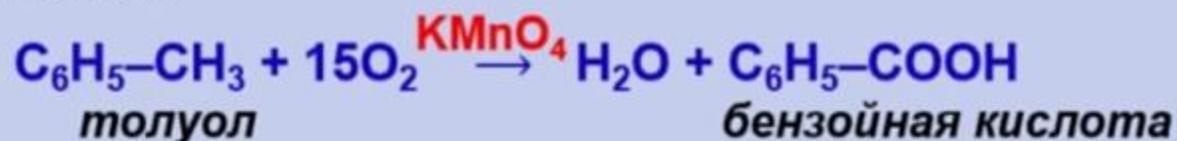
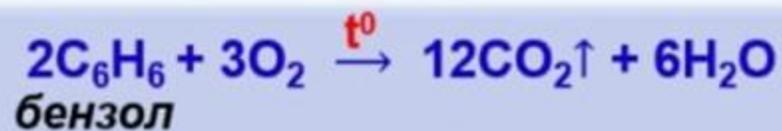


### 3. Нитрование гомологов бензола.

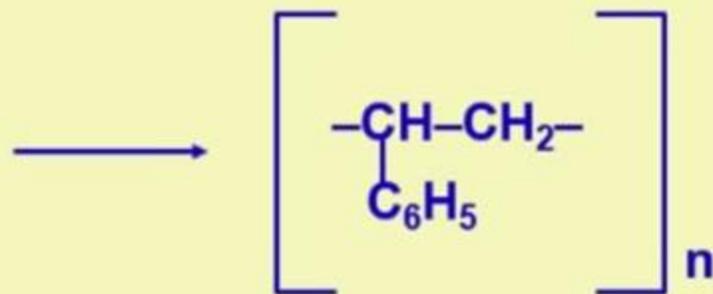




## РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ БЕНЗОЛА



## 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.

