

# Ароматические углеводороды

Арены

# Какие углеводороды называются ароматическими?

- Ароматические углеводороды (арены) - это углеводороды с общей формулой  $C_nH_{2n-6}$ , в молекулах которых имеется хотя бы одно бензольное кольцо.



# Виды ароматических углеводородов

Ароматические углеводороды

Одноядерные



БЕНЗОЛ

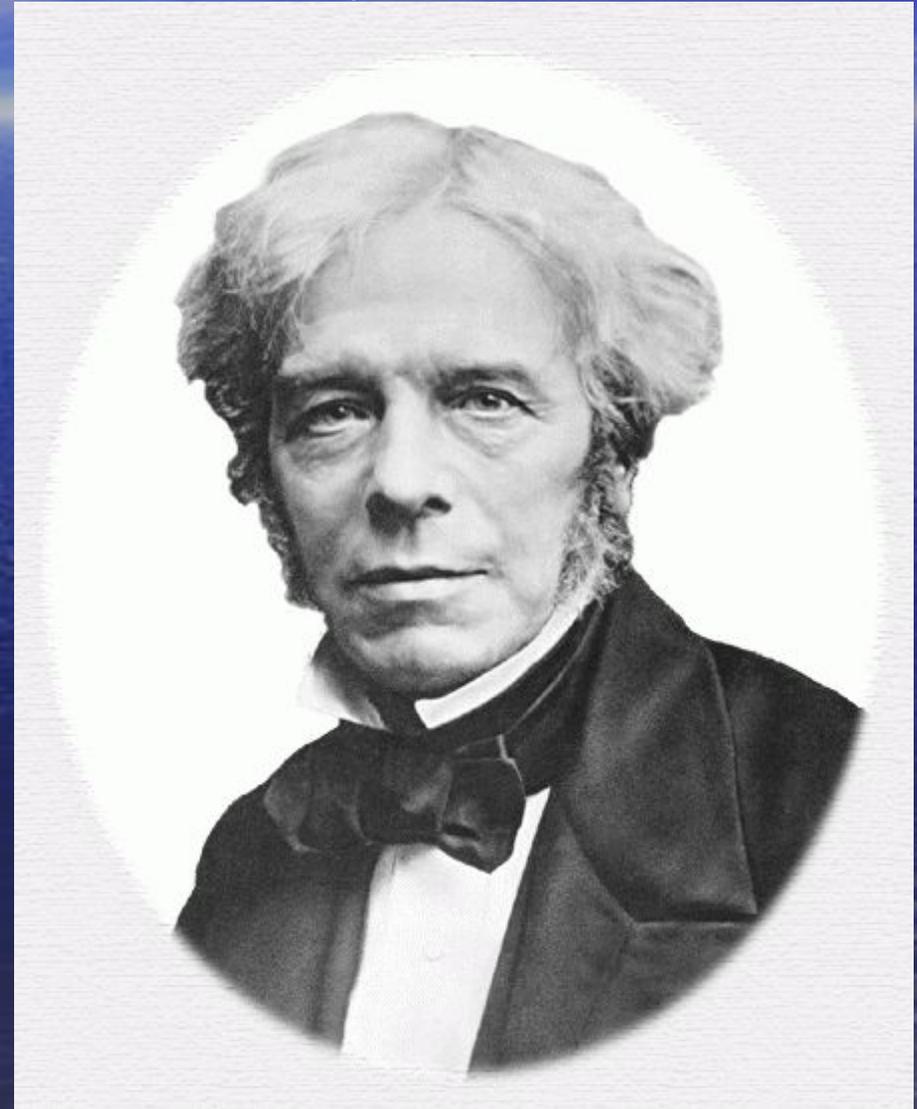
Многоядерные



НАФТАЛИН

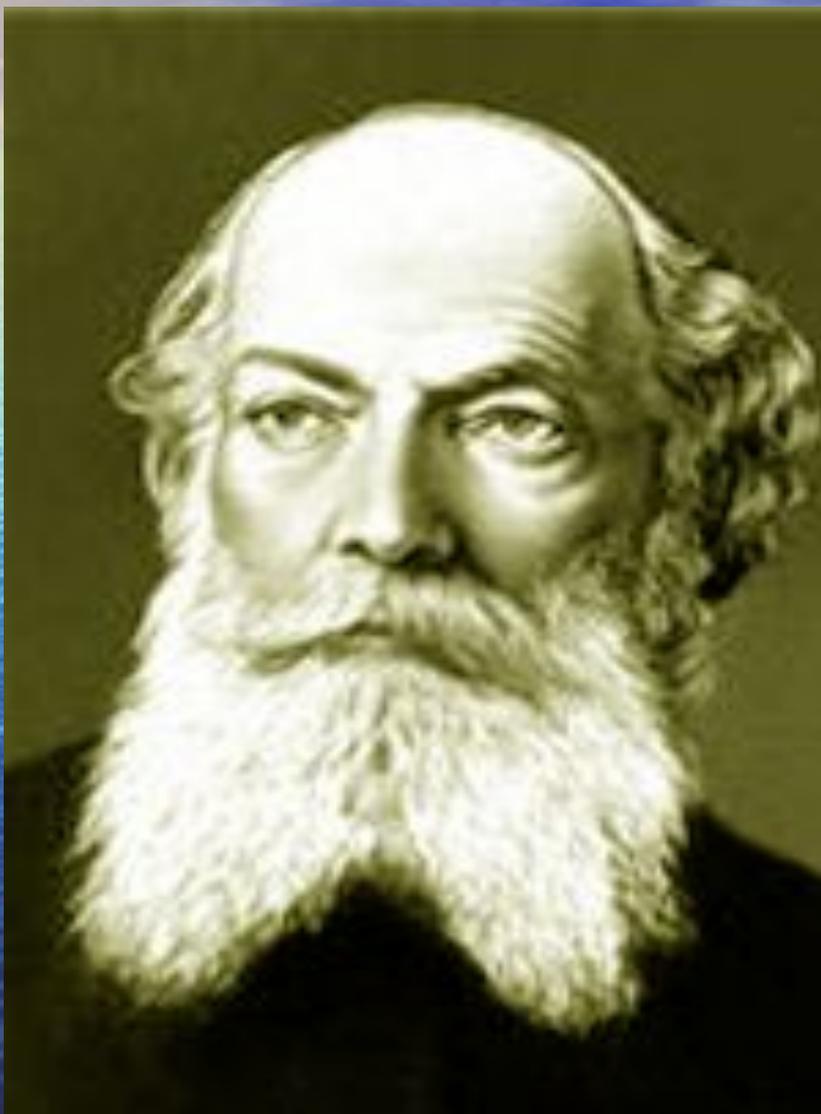
# Майкл Фарадей (1791 - 1867)

Английский физик и химик, член Лондонского королевского общества. Один из основателей количественной электрохимии. В 1823 г. впервые получил жидкие хлор, сероводород, оксид углерода(IV), аммиак, оксид азота(IV). В 1825 г. открыл бензол, изучил его физические и некоторые химические свойства. Положил начало исследованиям каучука. В 1833 - 1836 гг. установил количественные законы электролиза.



# Фридрих Август Кекуле

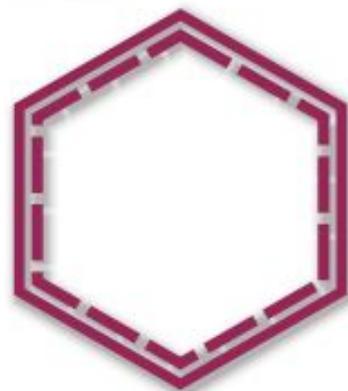
## 1829 - 1896



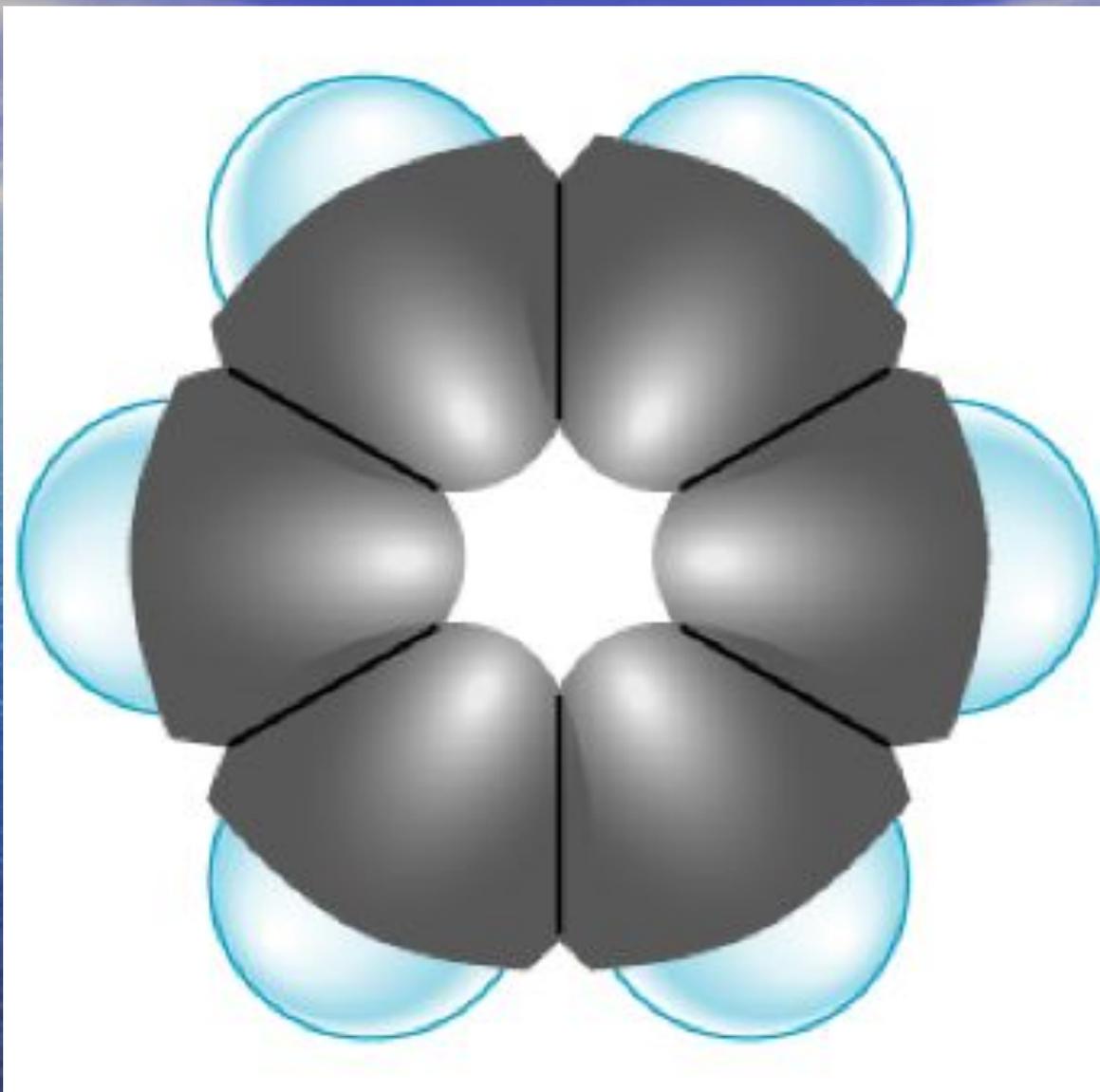
- Немецкий химик-органик. Предложил структурную формулу молекулы бензола. С целью проверки гипотезы о равноценности всех шести атомов водорода в молекуле бензола получил его галоген-, нитро-, amino-, и карбоксипроизводные. Открыл перегруппировку диазоамино- в азоаминобензол, синтезировал трифенилметан и антрахинол.

# Строение молекулы бензола

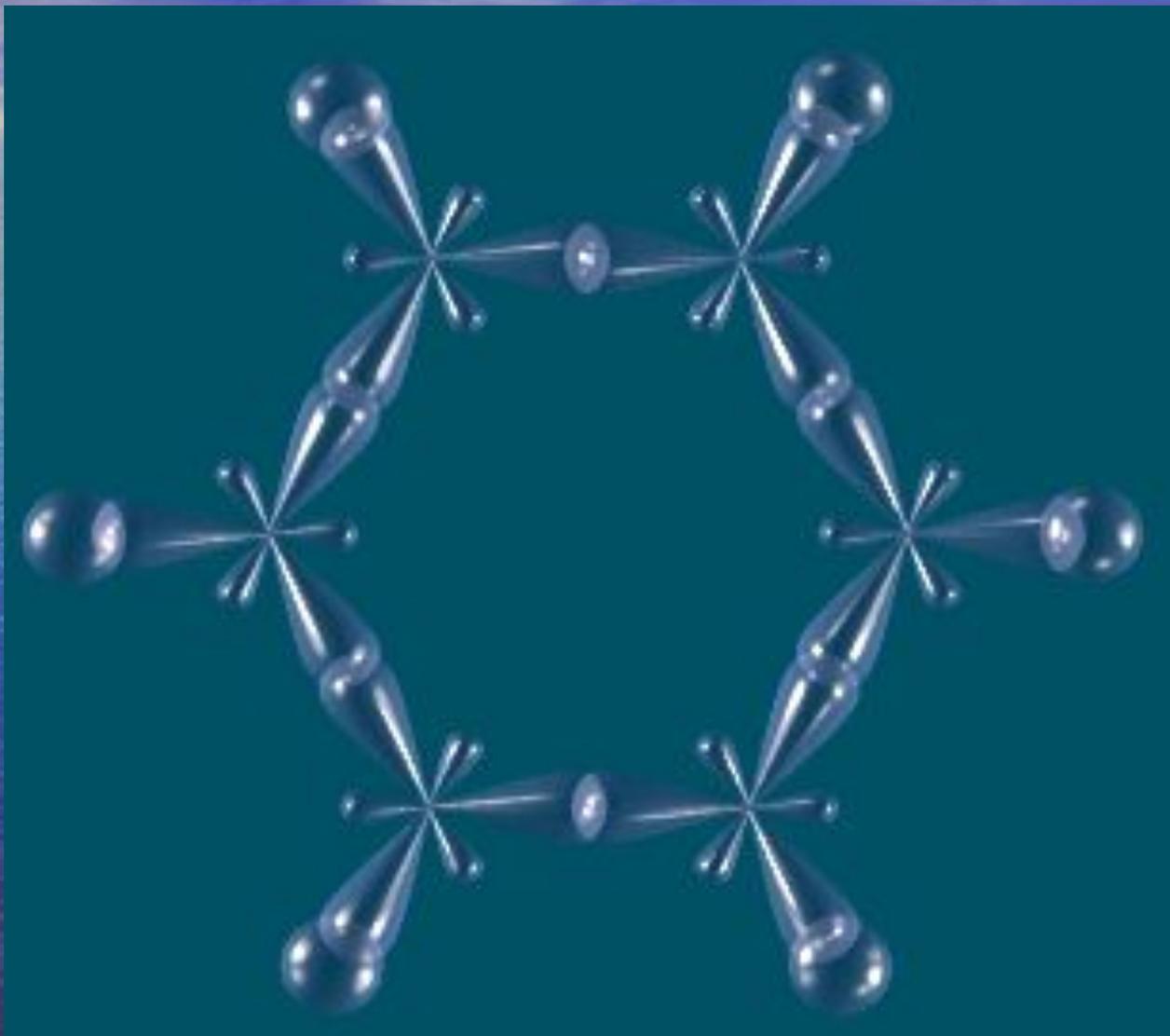
# Строение молекулы бензола



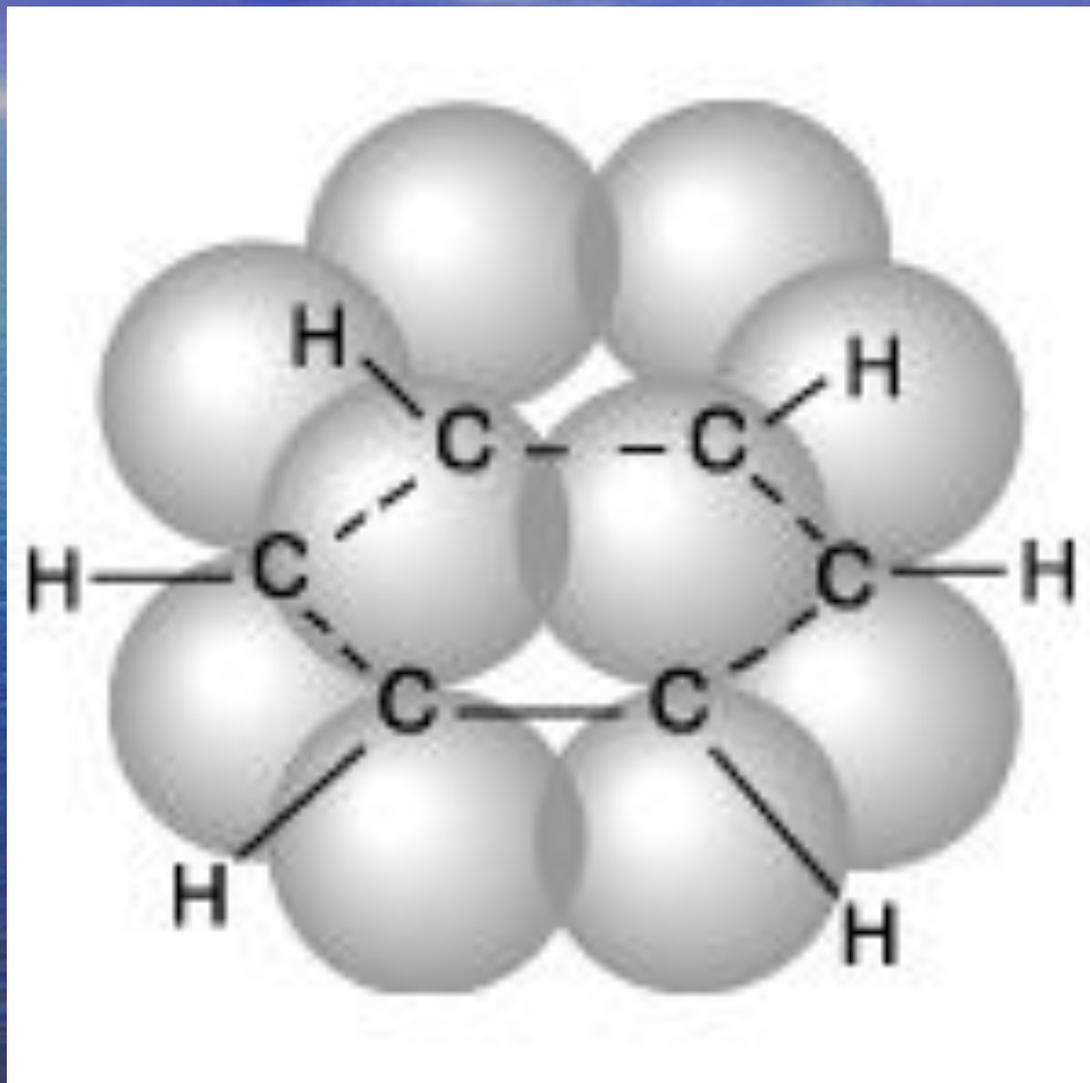
# Модель молекулы бензола



# Образование $\sigma$ -связей в молекуле бензола



# Образование $\pi$ -СИСТЕМЫ в молекуле бензола



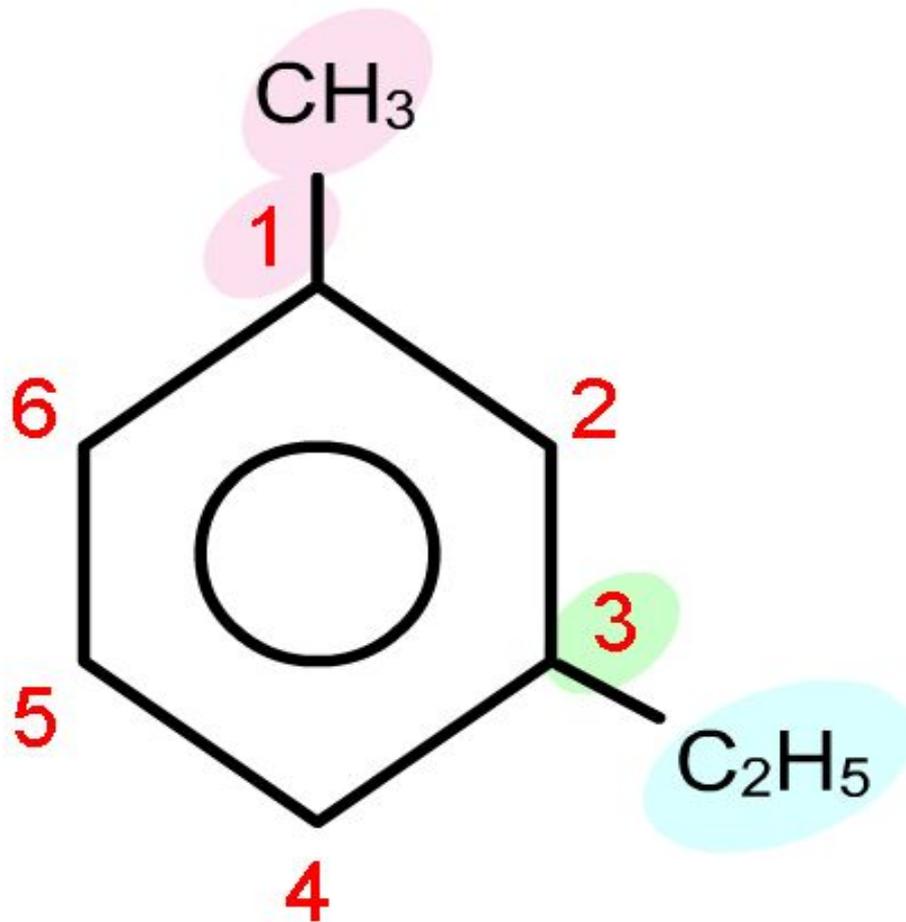
*π* СВЯЗЬ

*σ* СВЯЗЬ



# Изомерия и номенклатура

# Номенклатура аренов



1 - МЕТИЛ - 3 - ЭТИЛБЕНЗОЛ

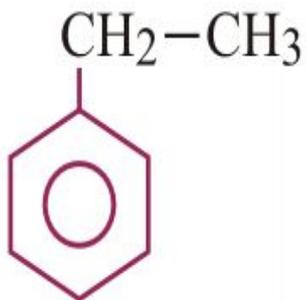
# Гомологи бензола



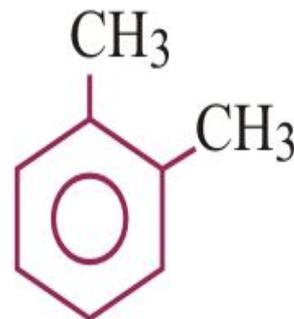
МЕТИЛБЕНЗОЛ  
(толуол)



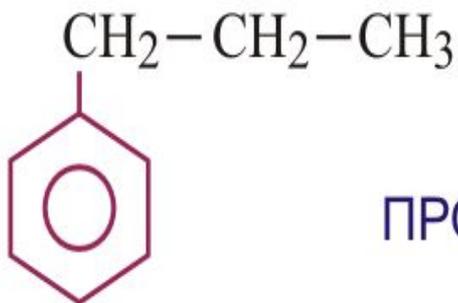
МЕТИЛБЕНЗОЛ  
(ТОЛУОЛ)



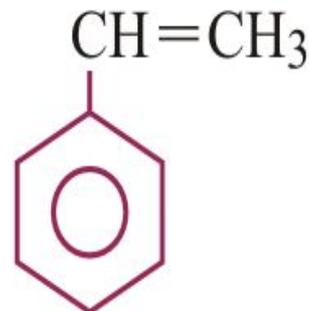
ЭТИЛБЕНЗОЛ



1,2 - ДИМЕТИЛБЕНЗОЛ  
(o - КСИЛОЛ)



ПРОПИЛБЕНЗОЛ



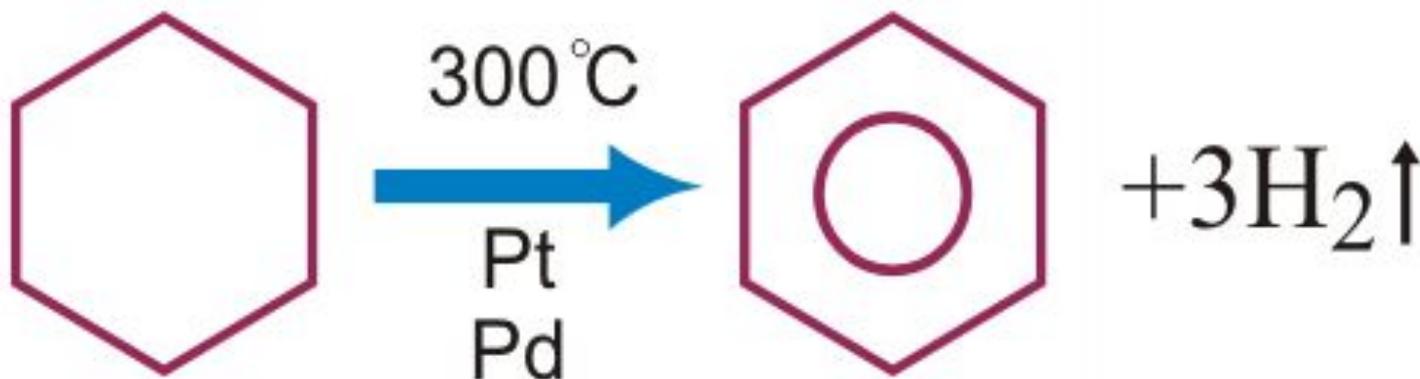
ВИНИЛБЕНЗОЛ  
(СТИРОЛ)



# Способы получения аренов

- Арены получают главным образом при сухой перегонке каменного угля. При нагревании каменного угля в ретортах или коксовальных печах без доступа воздуха при  $1000 - 1300\text{ }^{\circ}\text{C}$  происходит разложение органических веществ каменного угля с образованием твердых, жидких и газообразных продуктов.
- Альтернативным источником получения аренов служит древесина. В самой древесине аренов нет, однако при ее пиролизе они образуются и могут быть выделены.
- В странах богатых нефтью арены получают при ее переработке. Нефтяные продукты нагревают при температуре  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в результате чего из продуктов разложения нефти удастся получить 15-18% аренов.

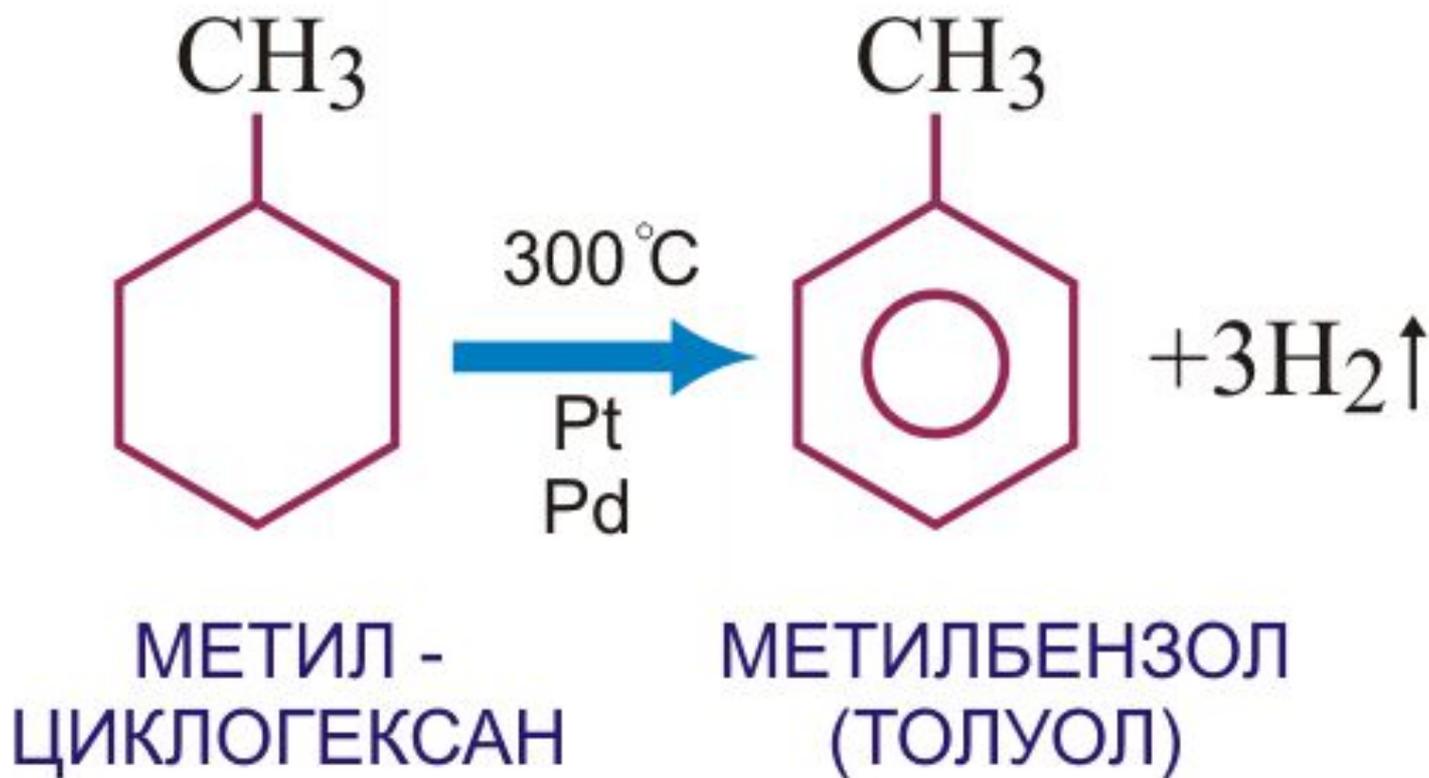
# Дегидрирование циклоалканов



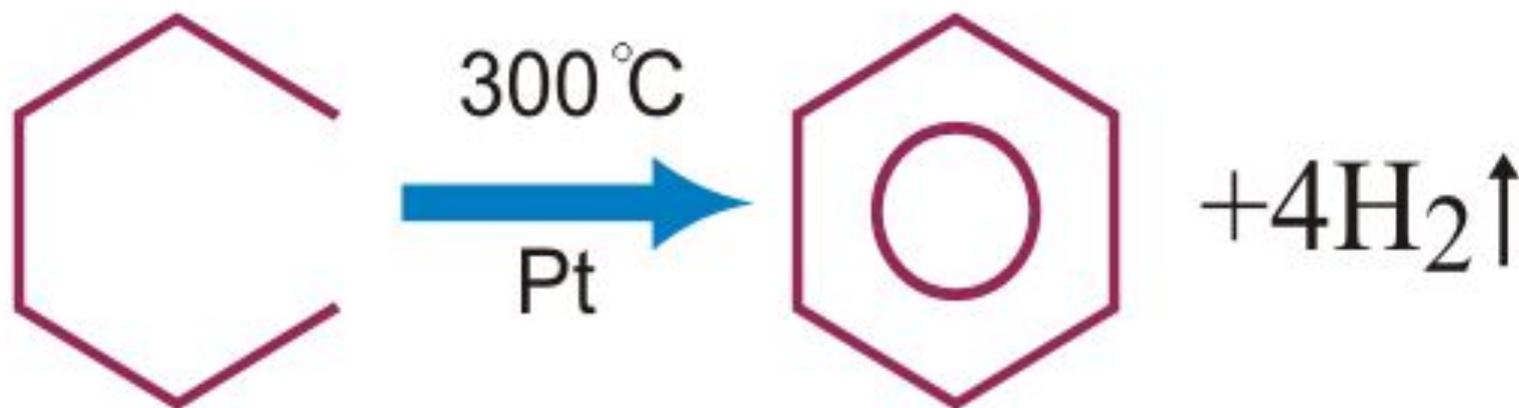
ЦИКЛОГЕКСАН

БЕНЗОЛ

# Дегидрирование циклоалканов



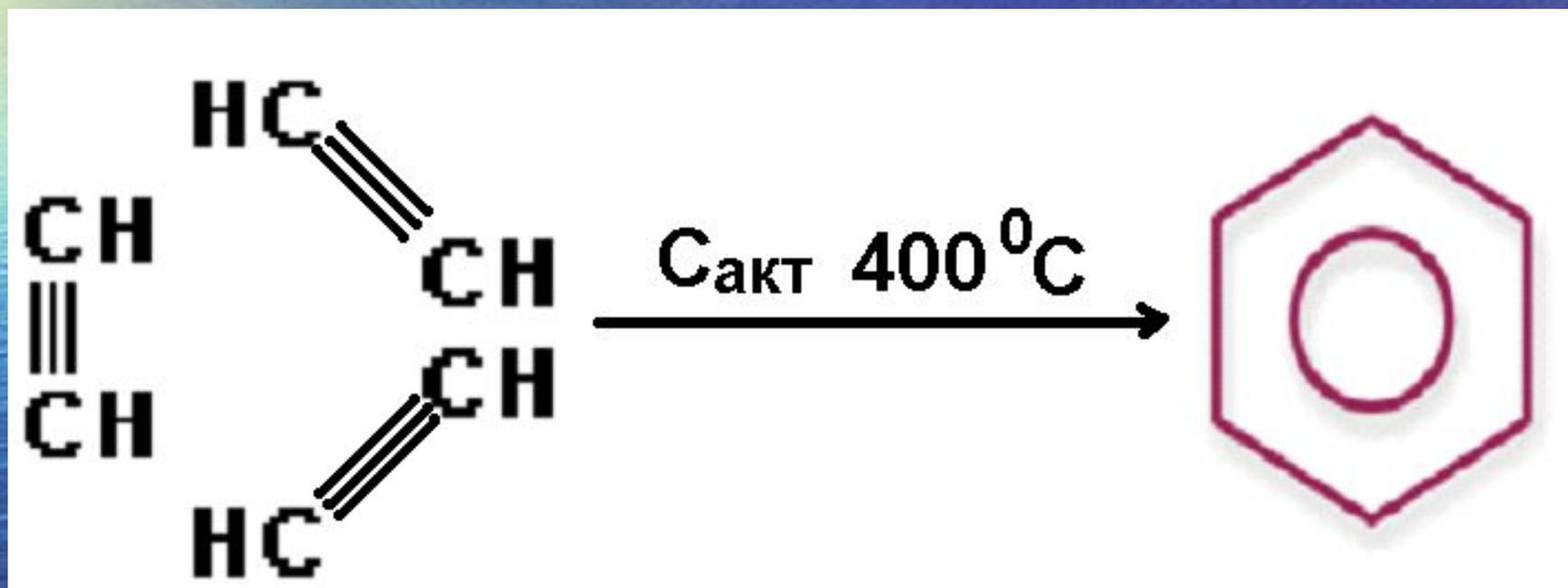
# Циклоароматизация алканов



Н - ГЕКСАН

БЕНЗОЛ

# Тримеризация ацетилена



# Николай Дмитриевич Зелинский

## 1861 – 1953 гг.

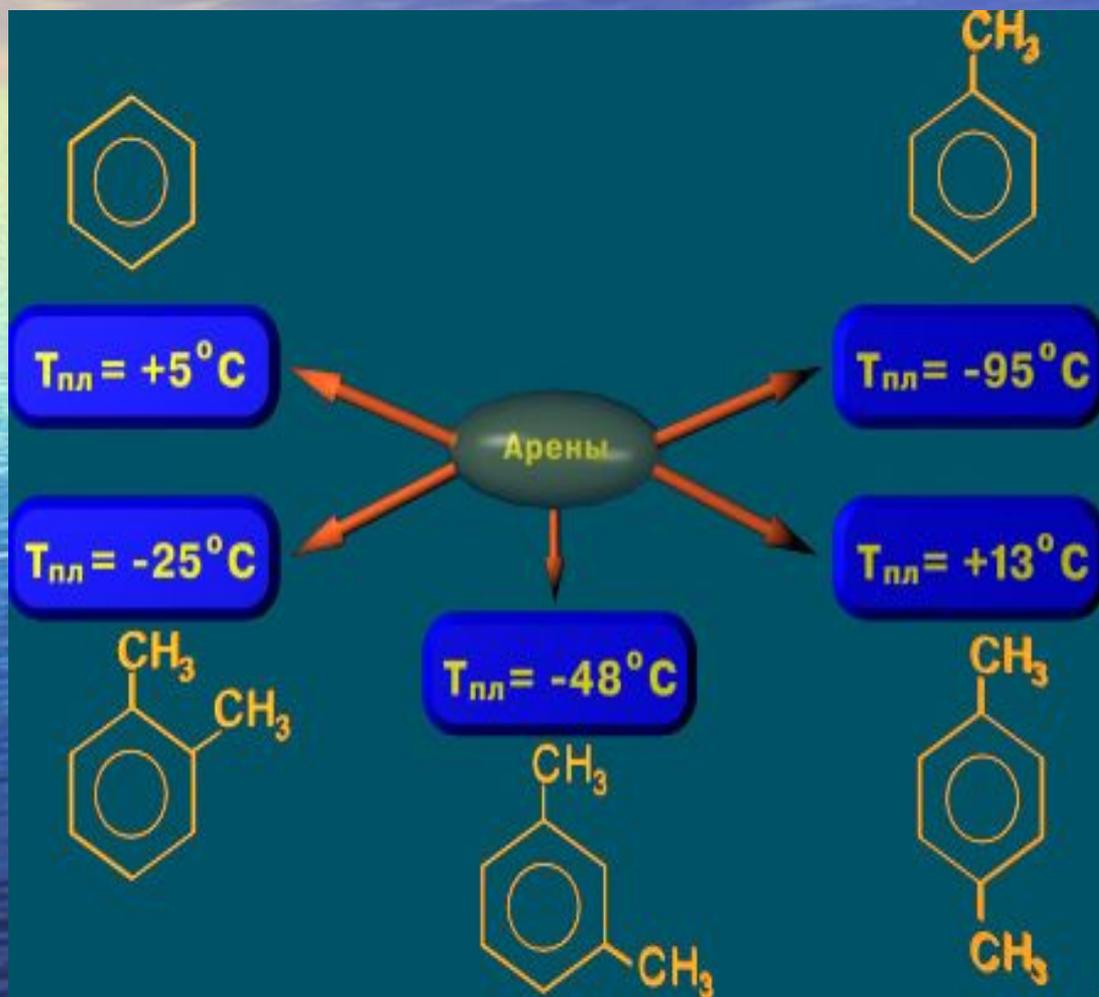


Русский химик, академик. Основал большую школу исследователей в области органического катализа, в которой ему принадлежат классические работы. Важное народнохозяйственное значение имеют исследования Зелинского в области химии нефти. Он разработал методы получения из нефти ценных углеводородов, служащих исходными материалами для синтеза красителей, искусственного каучука, пластмасс, медикаментов и т. д. Провел исследования по химии белка, которые значительно расширили знания о строении белковых тел.

# Алкилирование аренов



# Физические свойства аренов



- В обычных условиях низшие арены - бесцветные жидкости, с характерным запахом. Они не растворимы в воде, но хорошо растворимы в неполярных растворителях: эфире, четыреххлористом углероде, лигроине. Температуры плавления аренов зависят от степени симметричности молекулы. Чем выше симметрия, тем выше температура плавления.



Нафталин

# Растворимость бензола

Вода

Спирт

Эфир

Бензол

# Бензол как растворитель

**Вода**

**Бензол**

**Растительное  
масло**

# Химические свойства аренов

# Общая характеристика

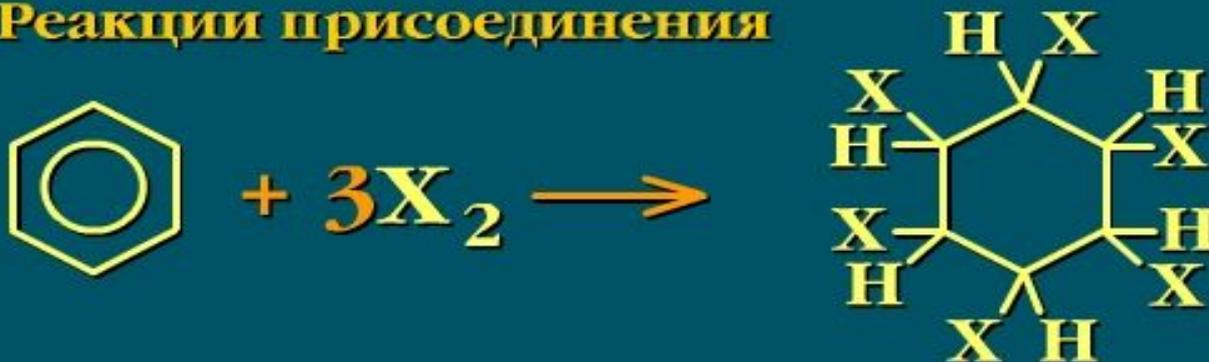
## реакционной способности ароматов

### Реакции аренов

#### 1. Реакции замещения

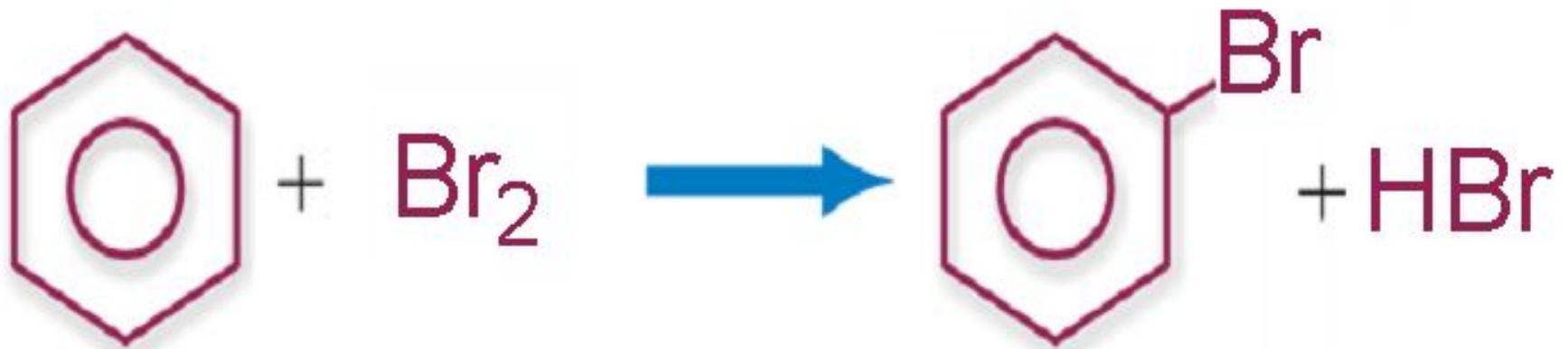


#### 2. Реакции присоединения



- Для разрыва ароматической системы аренов необходимо затратить большую энергию, поэтому арены вступают в реакции присоединения только в жестких условиях: при значительном повышении температуры или в присутствии очень активных реагентов. В связи с этим, наиболее характерными для них будут реакции замещения атомов водорода, протекающие с сохранением ароматической системы.<sup>30</sup>

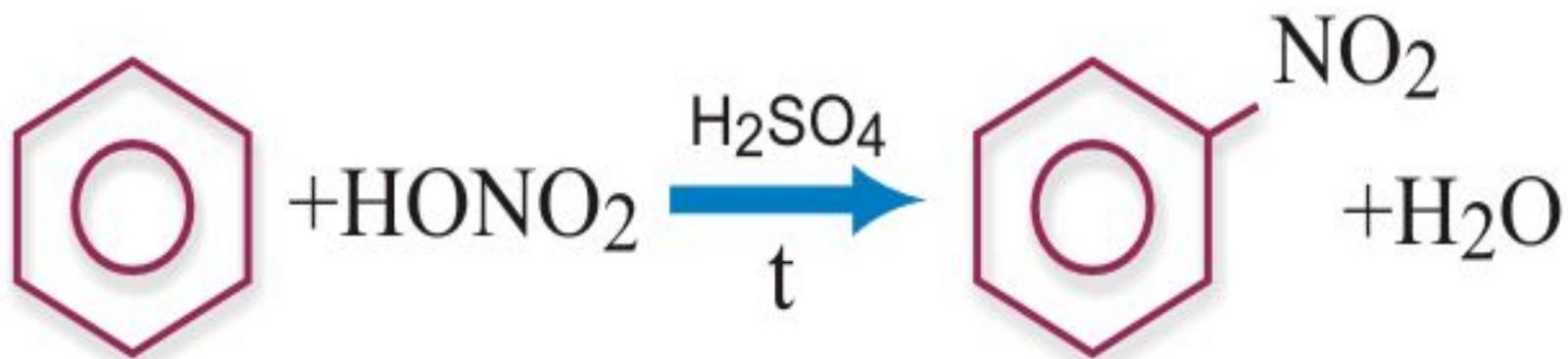
# Галогенирование аренов





Бромная  
вода,  $\text{Br}_2$

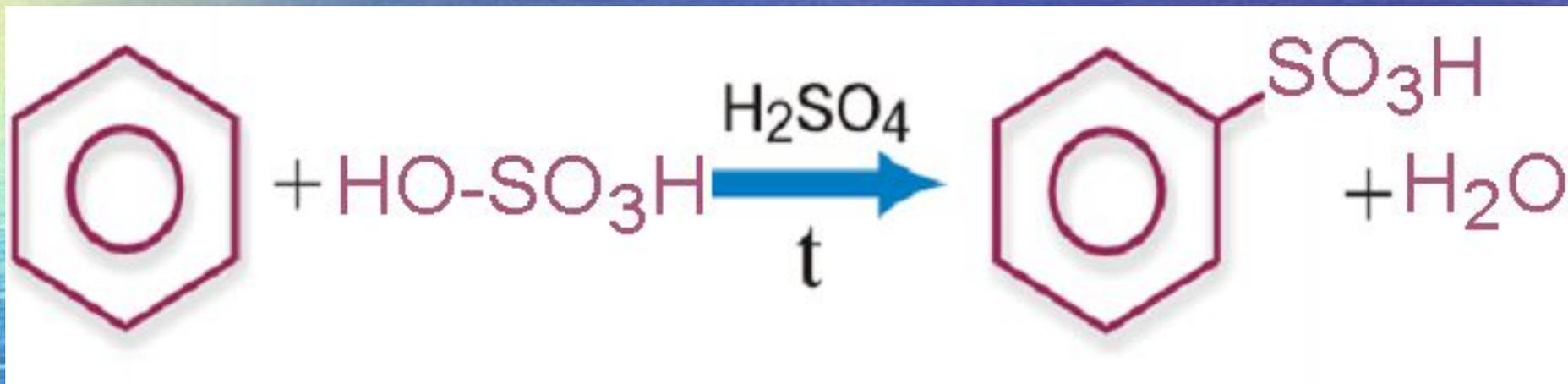
# Нитрование бензола



БЕНЗОЛ

НИТРОБЕНЗОЛ

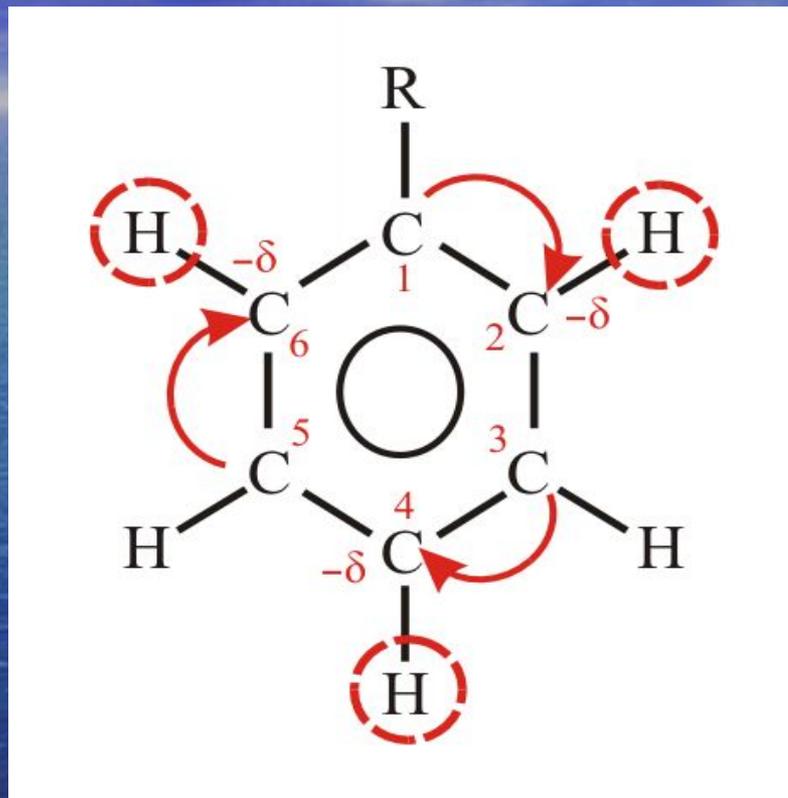
# Сульфирование аренов



# Алкилирование аренов



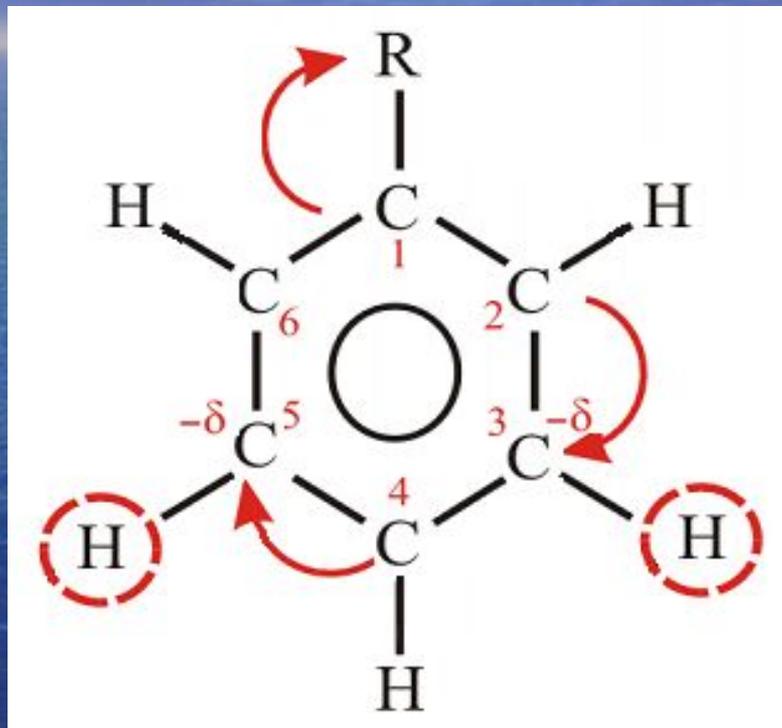
# Правила ориентации в бензольном кольце



## Заместители I рода

Являются донорами электронной плотности, ориентируют орто- и пара-положения в бензольном кольце. По сравнению с бензолом ускоряют реакции замещения.

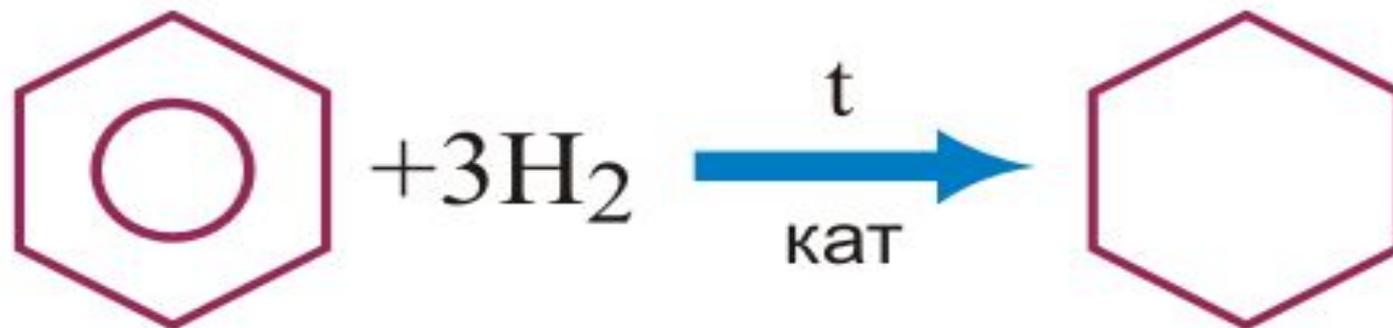
# Правила ориентации в бензольном кольце



## Заместители II рода

Являются акцепторами электронной плотности, ориентируют мета-положение в бензольном кольце. По сравнению с бензолом замедляют реакции замещения.

# Гидрирование бензола



БЕНЗОЛ

ЦИКЛОГЕКСАН

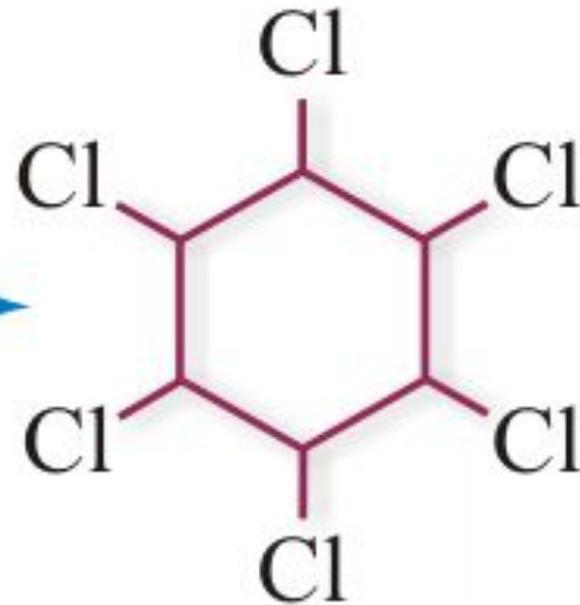
# Хлорирование бензола



БЕНЗОЛ



СВЕТ

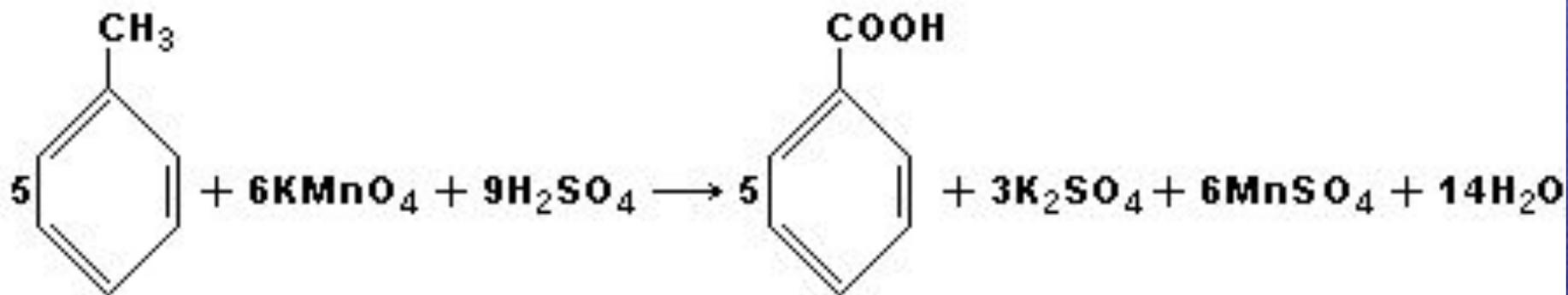


ГЕКСАХЛОРЦИКЛОГЕКСАН  
(ГЕКСАХЛОРАН)

# Реакции окисления

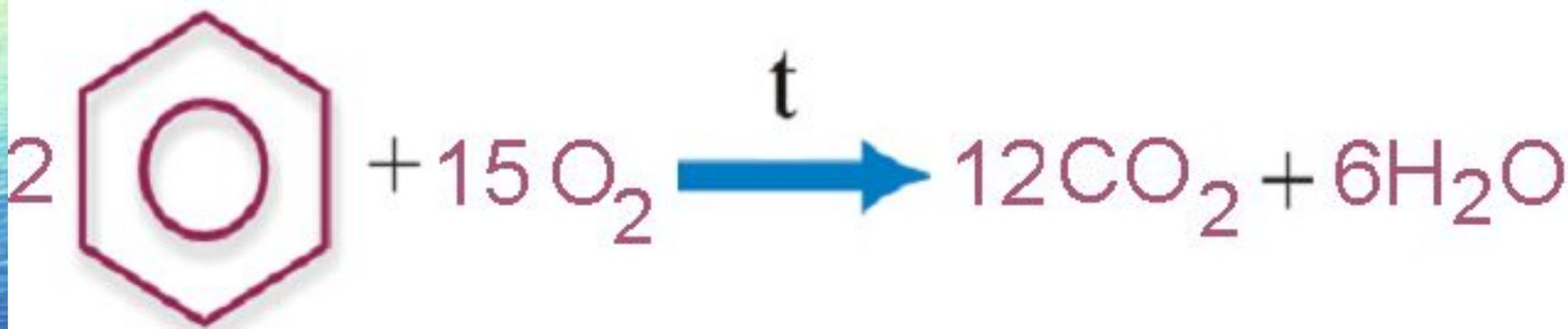


# Окисление толуола





# Горение аренов



# Применение аренов

