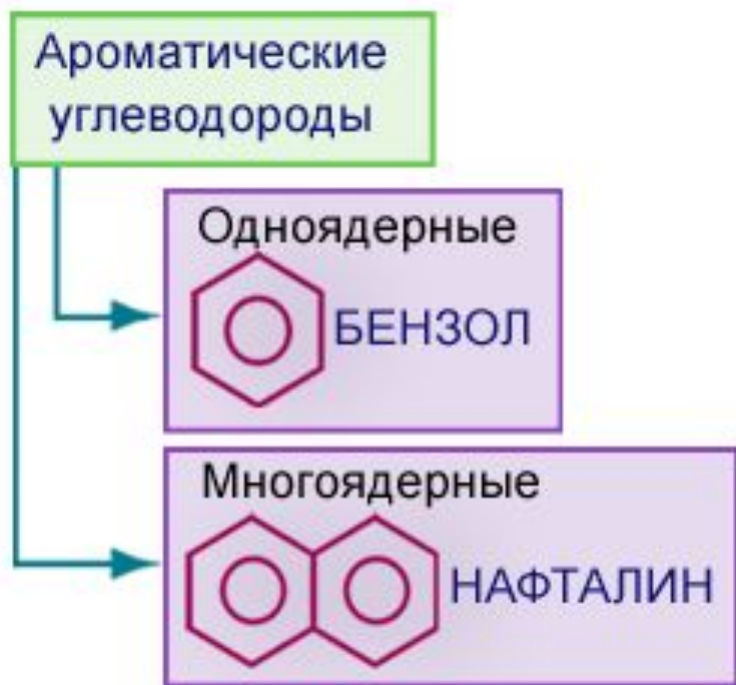


Ароматические углеводороды, строение, изомерия, номенклатура.

БЕНЗОЛ



Классификация ароматических
углеводородов

1649 – Иоганн Гаубер – перегонка
каменноугольной смолы

1825 – Майкл Фарадей – из
конденсата светильного газа
«карбюрированный водород»

1834 – Э. Митчерлих – при нагревании
бензойной кислоты с гидроксидом
кальция «бензин»

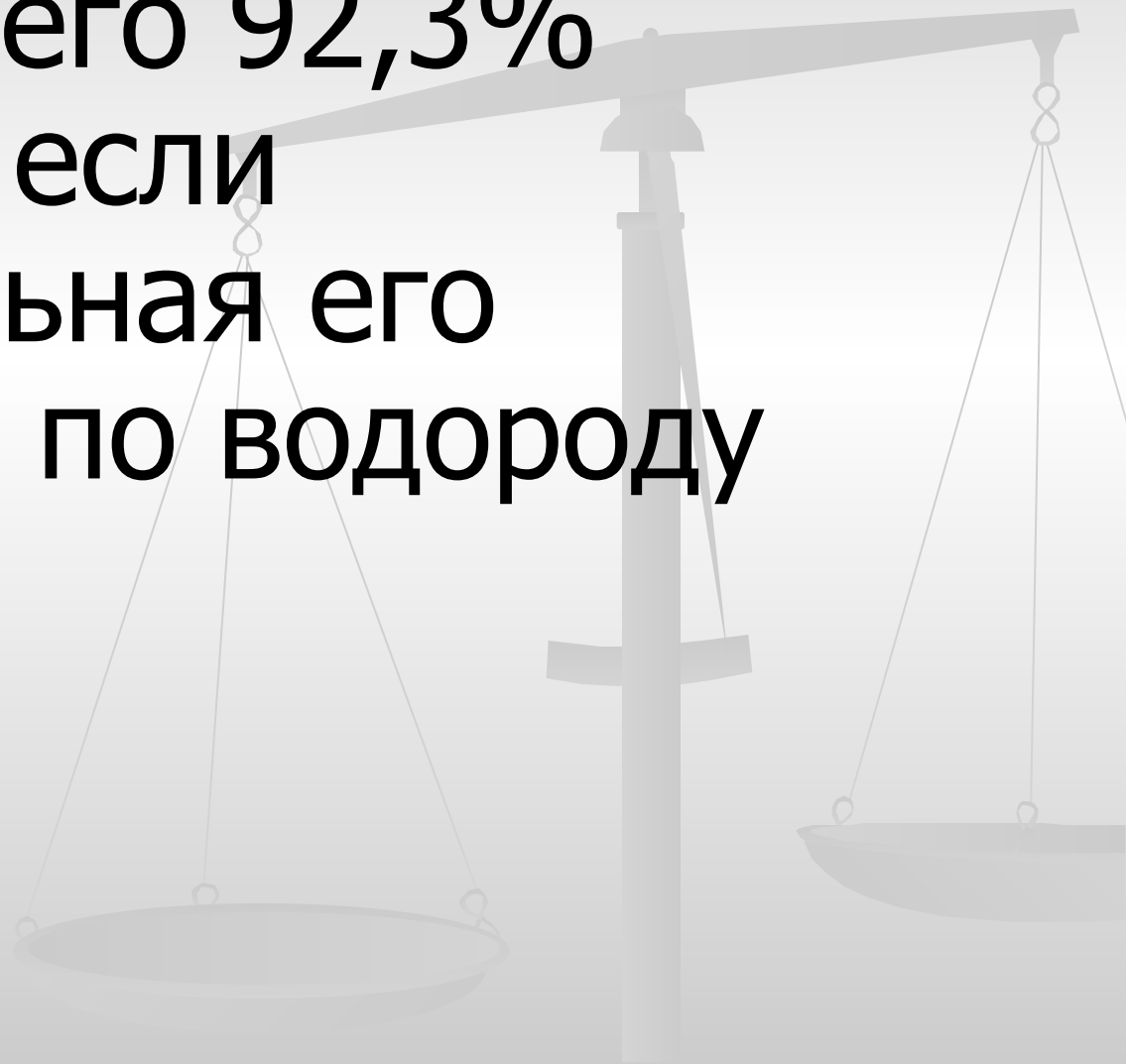
Юстус Либих – бензол

ben – аромат + zoa – сок + ol – масло

Архив БРЭ



Найдите молекулярную формулу углеводорода, содержащего 92,3% углерода, если относительная его плотность по водороду равна 39.



Физические свойства

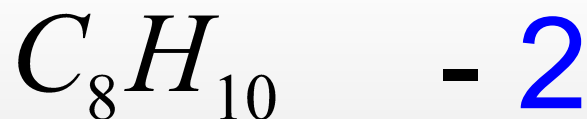
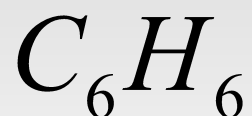
Бензол — это жидкость, бесцветная, со своеобразным запахом. В воде не растворим, но в органических растворителях растворяется хорошо.

Температура кипения 80,4С

Температура плавления 5,5 С

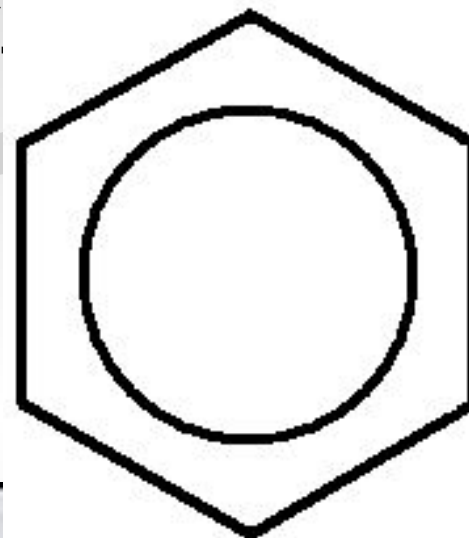
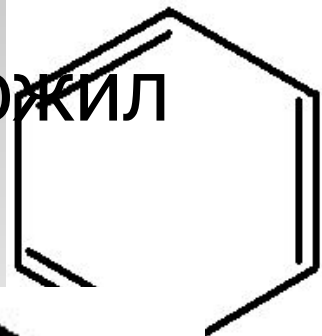


Гомологический ряд бензола

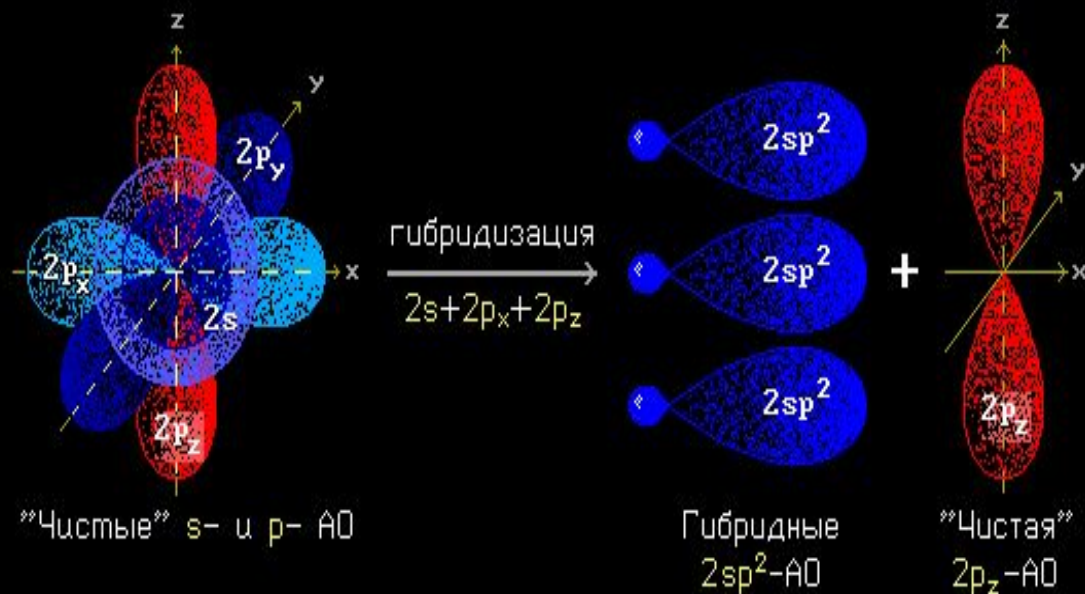


Записать
структурные
формулы

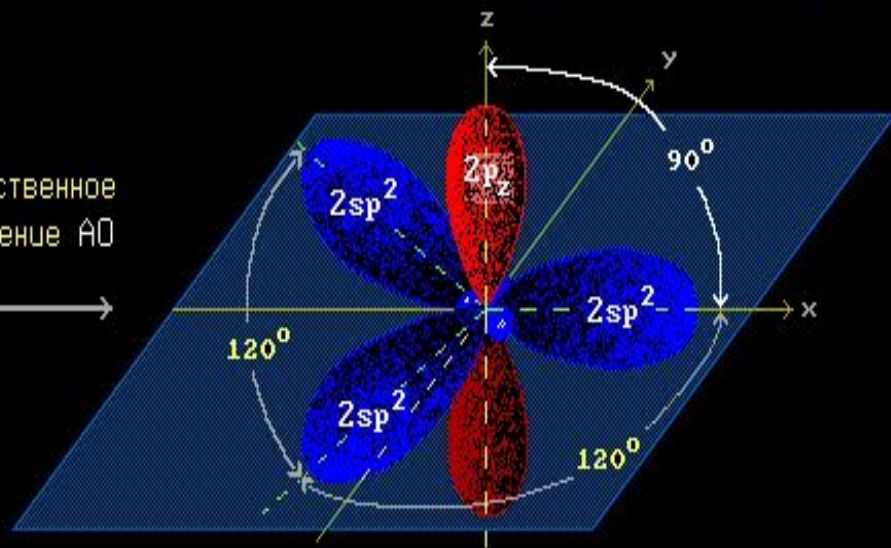
- 1861 – Иоганн Лошмидт – предположил наличие цикла
- 1865 – Фридрих Август Кекуле
формула Кекуле
- Лайнус Полинг –
электронное
строение бензола



sp^2 – Гибридизация

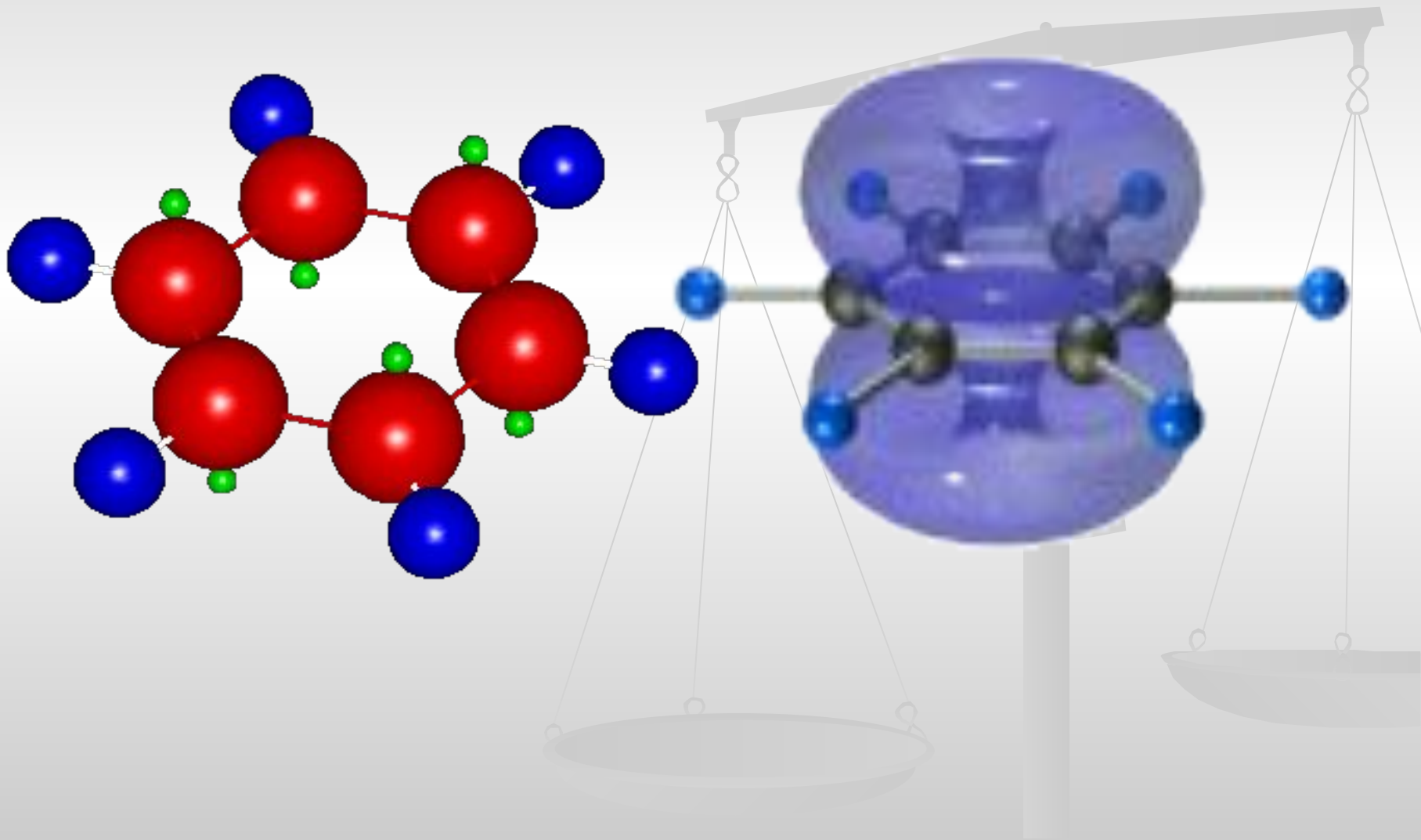


Пространственное
расположение АО



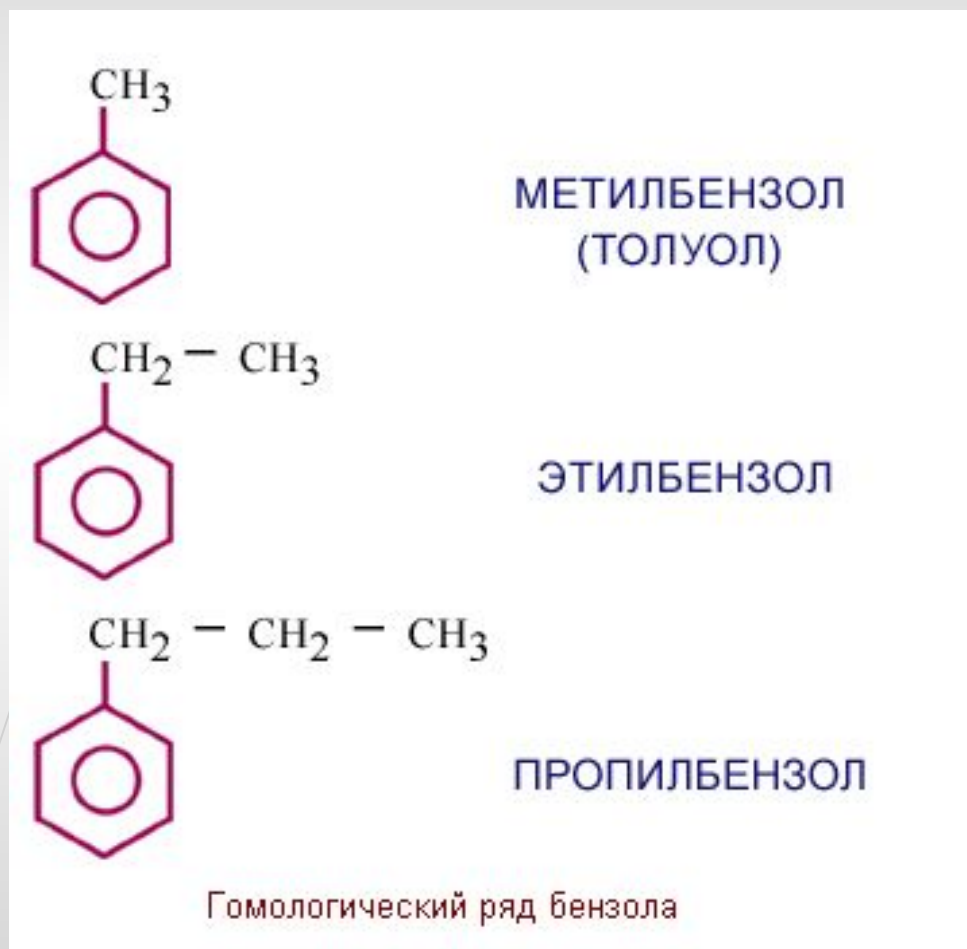
Все связи С—С в бензоле равноценны, длина - 0,140 нм, что соответствует промежуточному значению между длиной простой связи (0,154 нм) и двойной (0,134 нм). Это означает, что в молекуле бензола между углеродными атомами нет простых и двойных связей

Молекула бензола

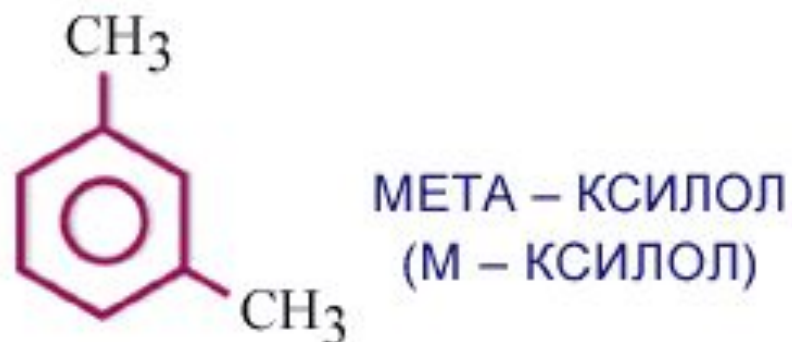
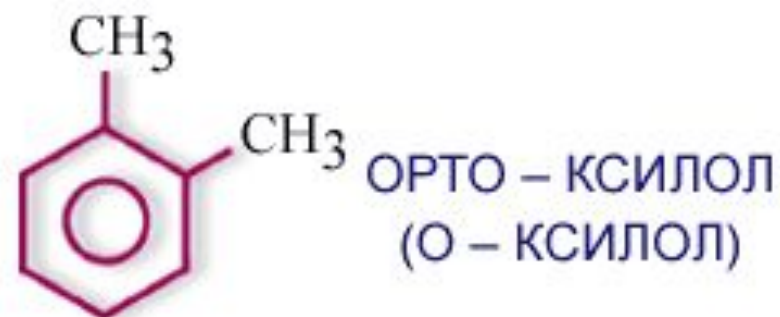


Изомерия

1. Изомерия строения углеродного скелета. Гомологи бензола могут образовывать простые и разветвленные цепочки

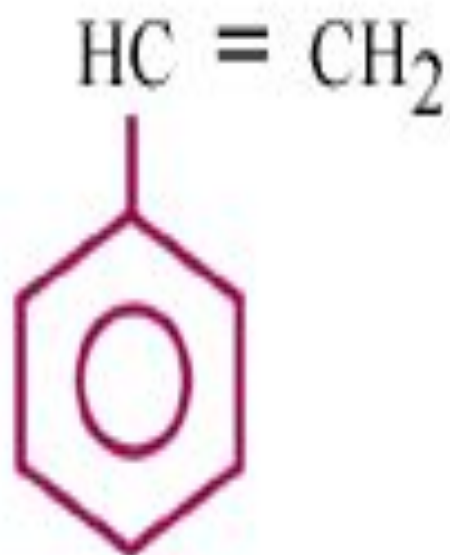


2. Изомерия положения заместителей в бензольном кольце



Производные бензола

3. Изомерия положения двойной связи в молекулах непредельных гомологов бензола

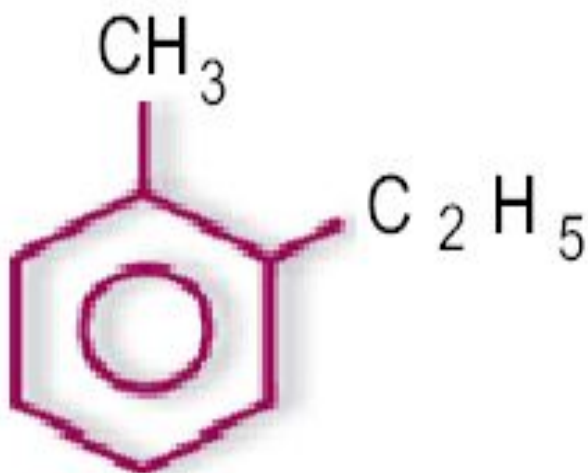


ВИНИЛБЕНЗОЛ
(СТИРОЛ)

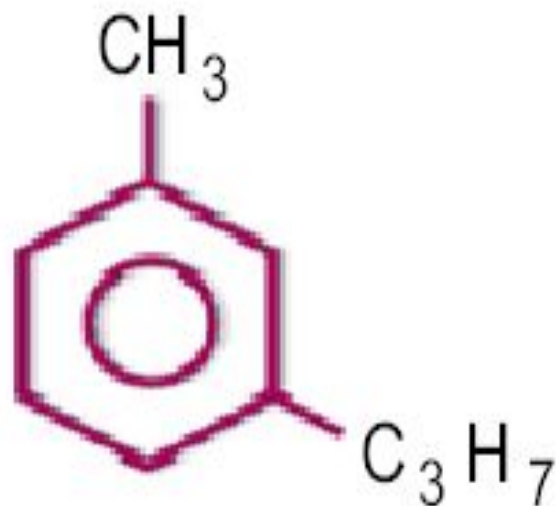
Непредельные производные бензола

Назвать по систематической номенклатуре вещества:

1



2



3



Химические свойства

Реакции присоединения

гидрирование

хлорирование

Реакции замещения по бензольному кольцу

бромирование

нитрование

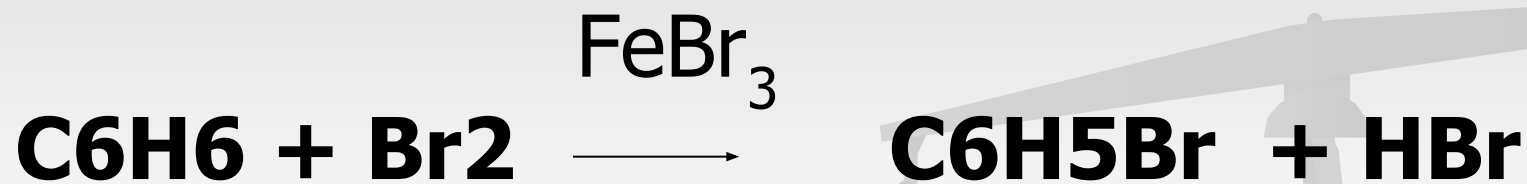
алкилирование

Реакции окисления

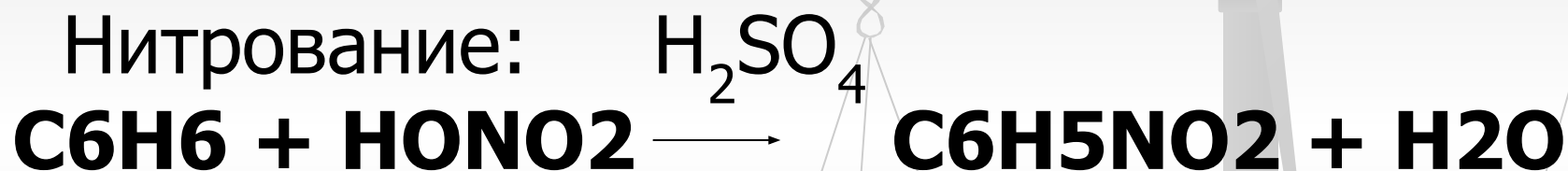


Реакции замещения

галогенирование

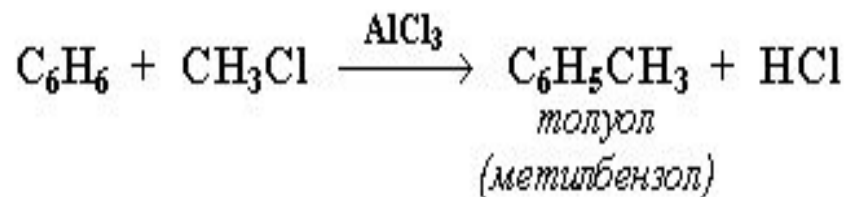


Нитрование:



алкилирование

Замещение атома водорода в бензольном кольце на алкильную группу (*алкилирование*) происходит под действием *алкилгалогенидов* (реакция Фриделя-Крафтса) или *алкенов* в присутствии катализаторов AlCl_3 , AlBr_3 , FeCl_3 (кислот Льюиса).

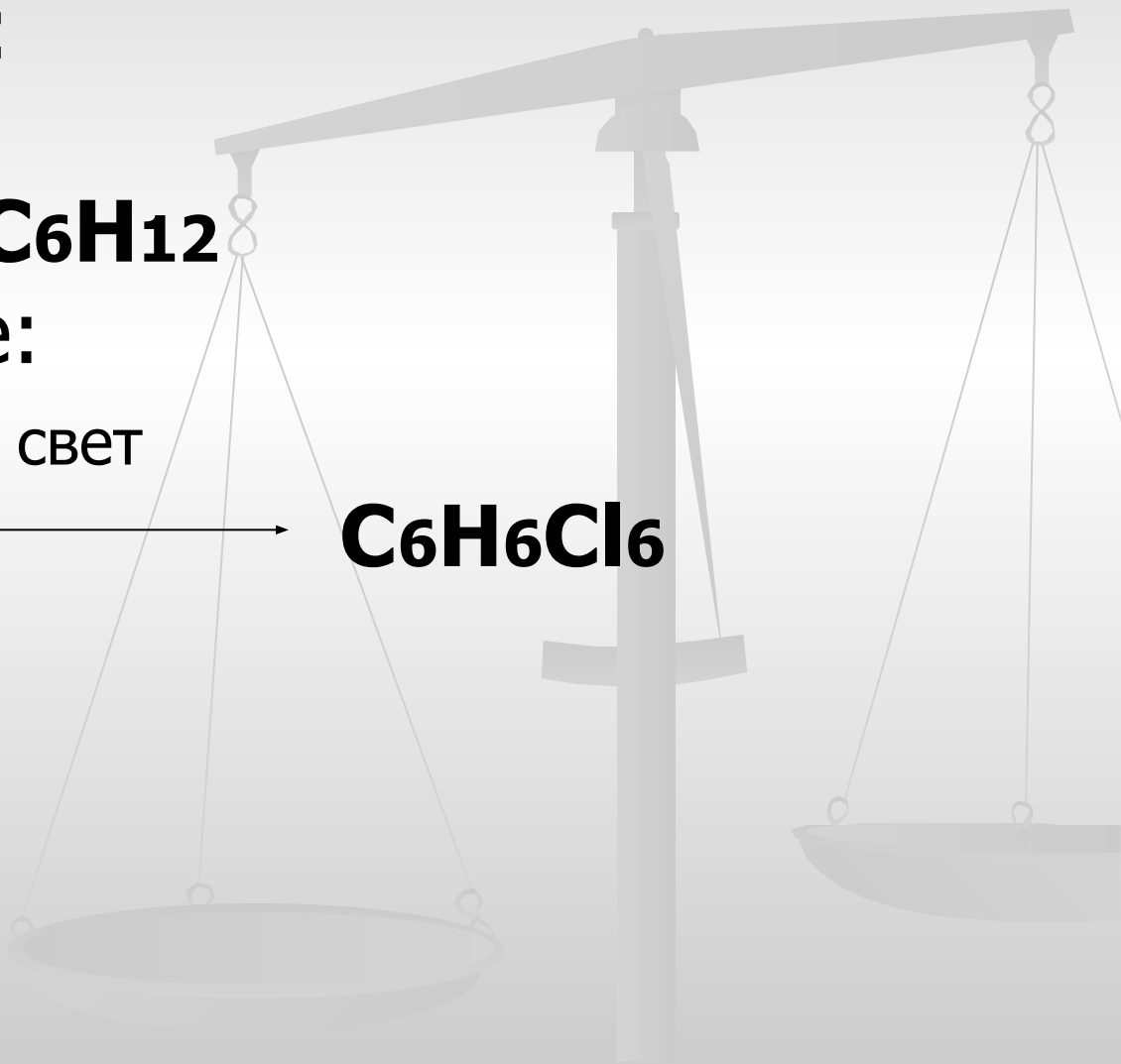
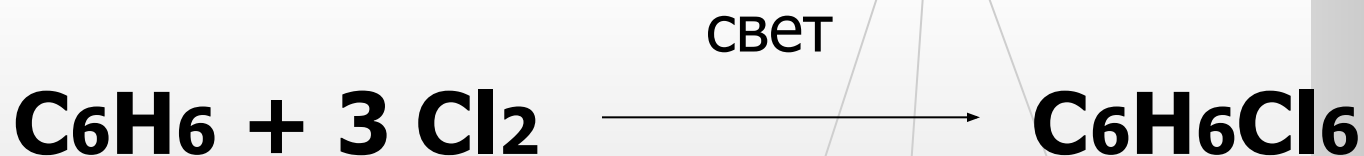


Реакции присоединения

4. Гидрирование:

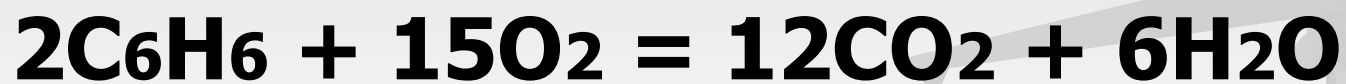


5. Хлорирование:



Окисление

1. Горение бензола:



Не окисляется даже сильными окислителями

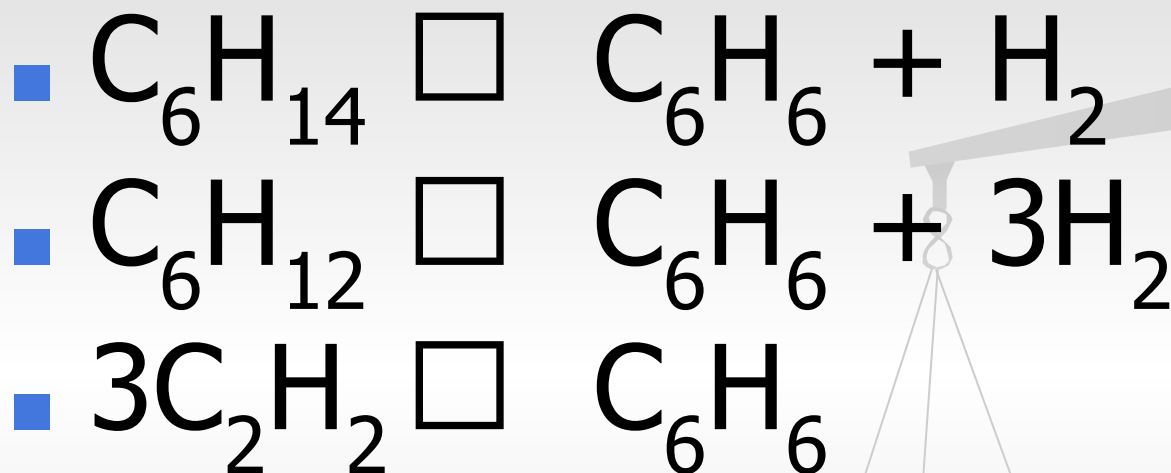


Получение



- Бензол получают из каменноугольной смолы, образующейся при коксовании угля.
- В настоящее время бензол получают из нефти.
- Бензол получают синтетическими методами.

Другие способы получения



Фенолформальдегидная смола

Капрон

C_6H_5-OH
Фенол

Инсектициды

C_6Cl_6
Гексахлорбензол
 C_6H_5Cl
Гексахлоран

Красители

$C_6H_5-NH_2$
Анилин

Лекарственные вещества

$C_6H_5-CH(CH_3)_2$
Кумол

БЕНЗОЛ
 C_6H_6

$C_6H_5-NO_2$
Нитробензол

CH_3COCH_3
Ацетон

$C_6H_5-C_2H_5$
Этилбензол

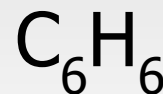
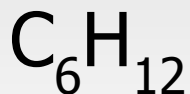
$C_6H_5-CH=CH_2$
Стирол

Полистирол

1. Ароматическим углеводородам соответствует общая формула:

а) $C_n H_{2n}$ б) $C_n H_{2n-2}$ в) $C_n H_{2n-6}$ г) $C_n H_{2n+2}$

2. К ароматическим углеводородам относятся вещества, отражённые формулами:



3. В молекуле бензола между атомами углерода число σ и π связей соответственно равны:

а) 6 и 1 б) 1 и 6 в) 6 и 3 г) 3 и 6

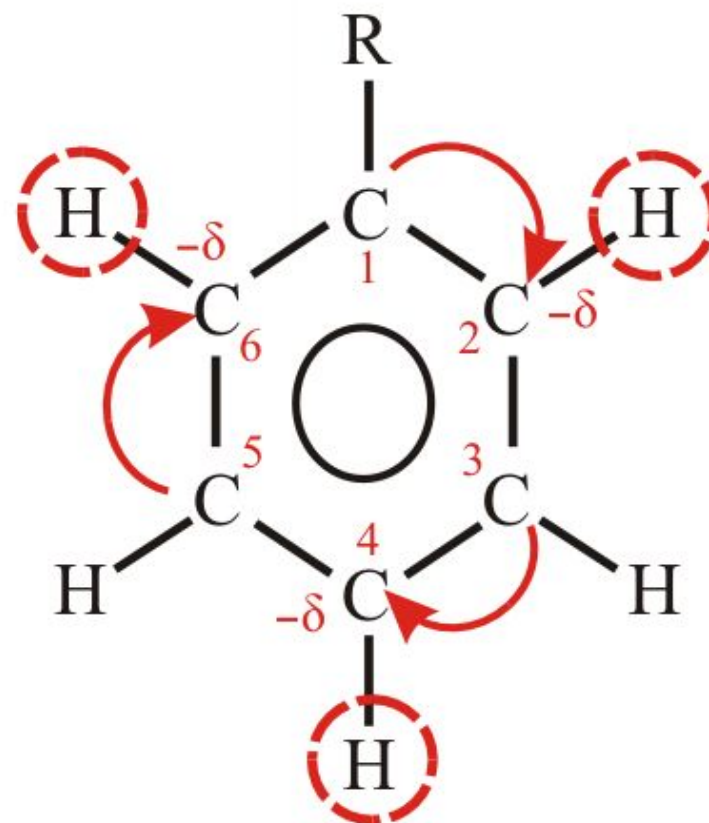
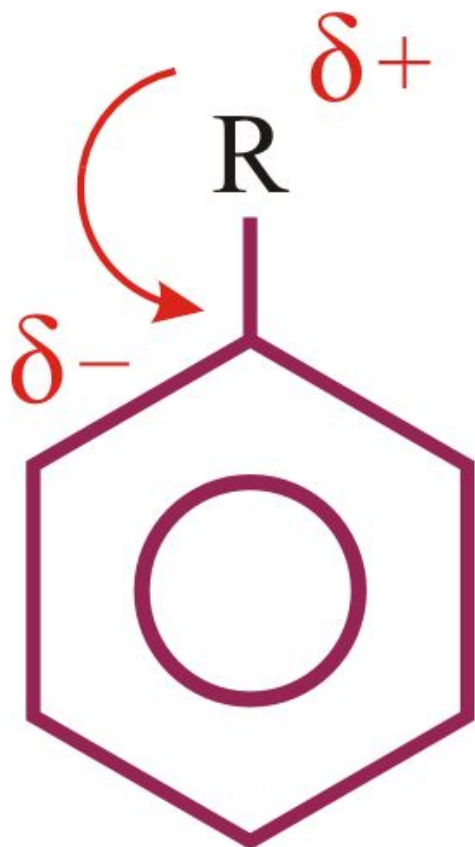
4. Бензол относится к классу углеводородов:

а) алкенов б) алкинов в) алканов г) аренов

5. Для ароматических углеводородов наиболее характерны реакции:

а) присоединения б) замещения в) присоединения и замещения
г) окисления

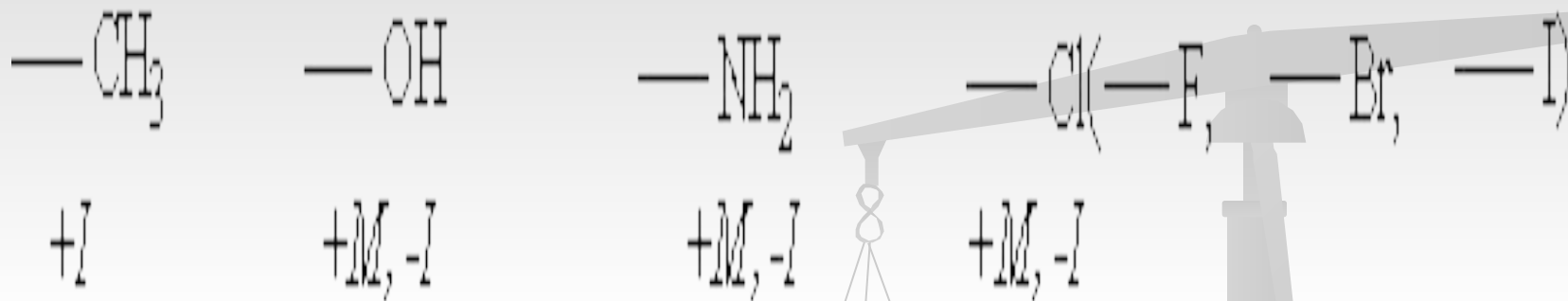
Гомологи бензола



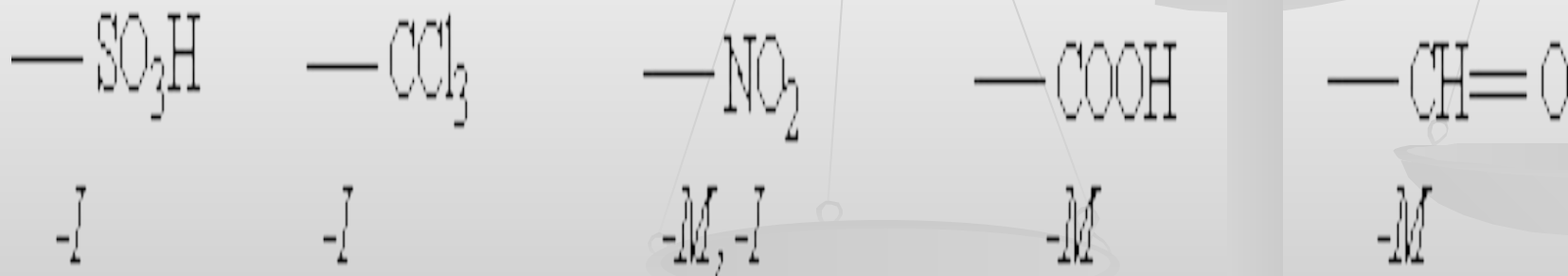
- Важнейшим фактором, определяющим химические свойства молекулы, является распределение в ней электронной плотности. Характер распределения зависит от взаимного влияния атомов.
- В молекулах, имеющих только σ -связи, взаимное влияние атомов осуществляется через *индуктивный эффект*. В молекулах, представляющих собой сопряженные системы, проявляется действие *мезомерного эффекта*.
- ***Влияние заместителей, передающееся по сопряженной системе p -связей, называется мезомерным (М) эффектом.***
- В молекуле бензола π -электронное облако распределено равномерно по всем атомам углерода за счет сопряжения. Если же в бензольное кольцо ввести какой-нибудь заместитель, это равномерное распределение нарушается и происходит перераспределение электронной плотности в кольце. Место вступления второго заместителя в бензольное кольцо определяется природой уже имеющегося заместителя.



Заместители, обладающие **+I**-эффектом или **+M**-эффектом, способствуют электрофильному замещению в *орто*- и *пара*-положениях бензольного кольца и называются **заместителями (ориентантами) первого рода**:



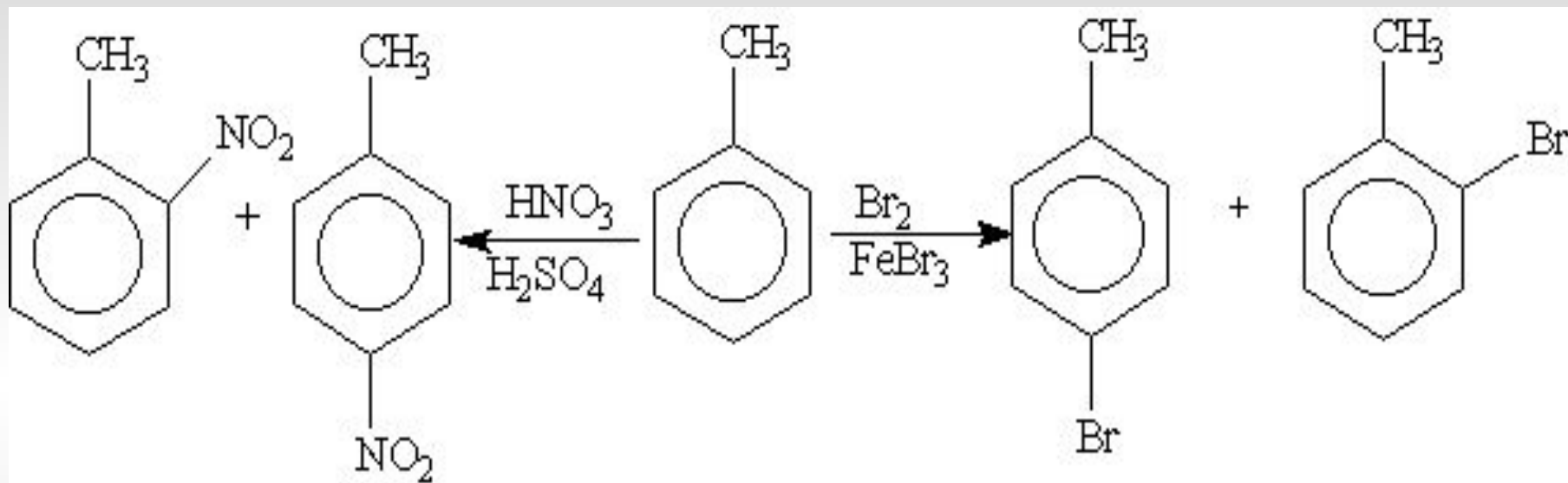
Заместители, обладающие **-I**-эффектом или **-M**-эффектом, направляют электрофильное замещение в *мета*-положения бензольного кольца и называются **заместителями (ориентантами) второго рода**:



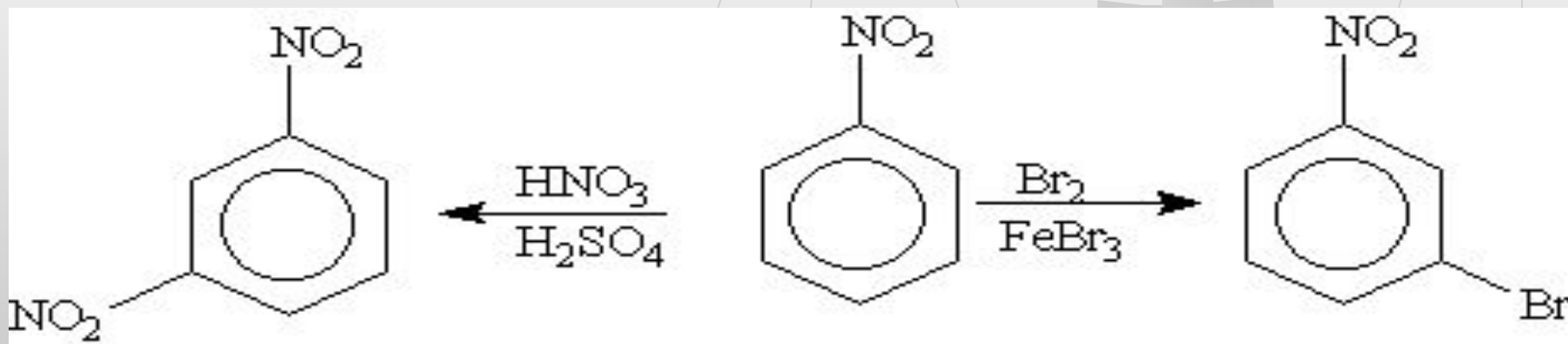
Т а б л и ц а 4. Влияние заместителей на ароматическое кольцо

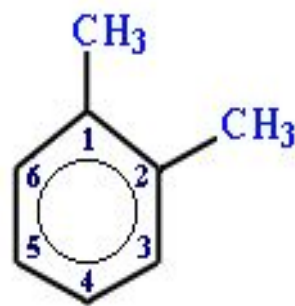
Соединение	Заместитель	Электронный эффект	Род заместителя	Направление реакции замещения
Толуол	—CH ₃ , метил	+I	I	2-, 4-, 6-
Фенол	—OH, гидроксил	-I, +M	I	2-, 4-, 6-
Анилин	—NH ₂ , аминогруппа	-I, +M	I	2-, 4-, 6-
Хлорбензол	—Cl, хлор	-I, +M	I	2-, 4-, 6-
Трифтор-метилбензол	—CF ₃ , трифторметил	-I	II	3-, 5-
Бензойная кислота	—COOH, карбоксил	-I, -M	II	3-, 5-
Нитробензол	—NO ₂ , нитро-группа	-I, -M	II	3-, 5-
Бензальдегид	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \diagup \text{H} \end{array}$ карбо- нильная группа	-I, -M	II	3-, 5-

Толуол, содержащий заместитель первого рода, нитруется и бромруется в *пара*- и *орто*-положения:

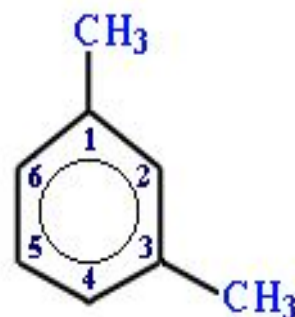


Нитробензол, содержащий заместитель второго рода, нитруется и бромруется в *мета*-положение:





1,2-диметилбензол



1,3-диметилбензол



1,4-диметилбензол

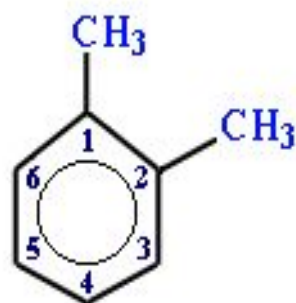
Для дизамещенных бензолов $R-C_6H_4-R$ используется также и другой способ построения названий, при котором положение заместителей указывают перед тривиальным названием соединения приставками:

орто- (*o-*) заместители у соседних атомов углерода кольца, т.е. 1,2-;

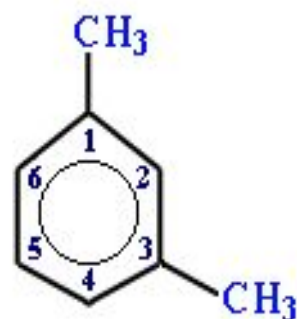
мета- (*m-*) заместители через один атом углерода (1,3-);

пара- (*p-*) заместители на противоположных сторонах кольца (1,4-).

1,2-Диметилбензол



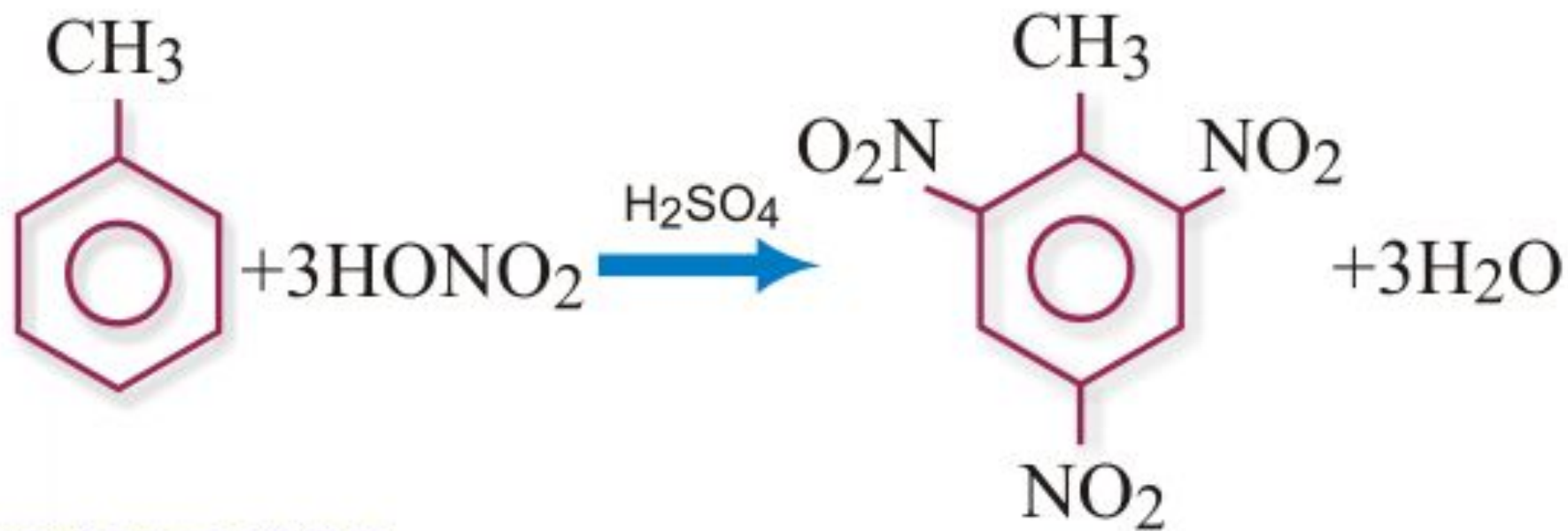
1,3-Диметилбензол



1,4-Диметилбензол



Нитрование толуола



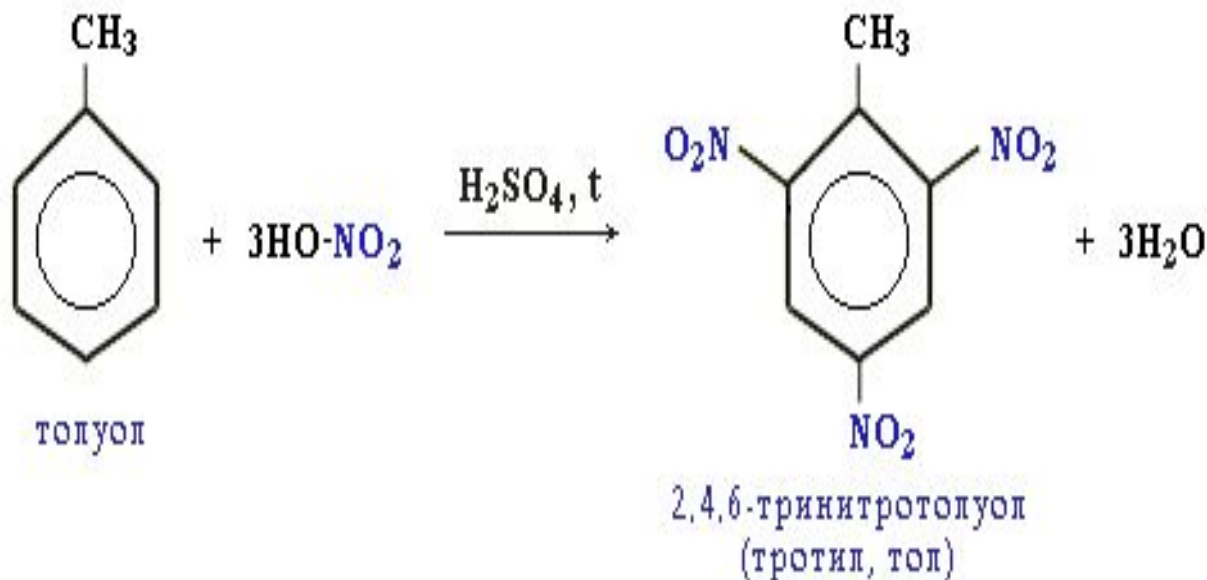
МЕТИЛБЕНЗОЛ

1-МЕТИЛ-2,4,6-
ТРИНИТРОБЕНЗОЛ

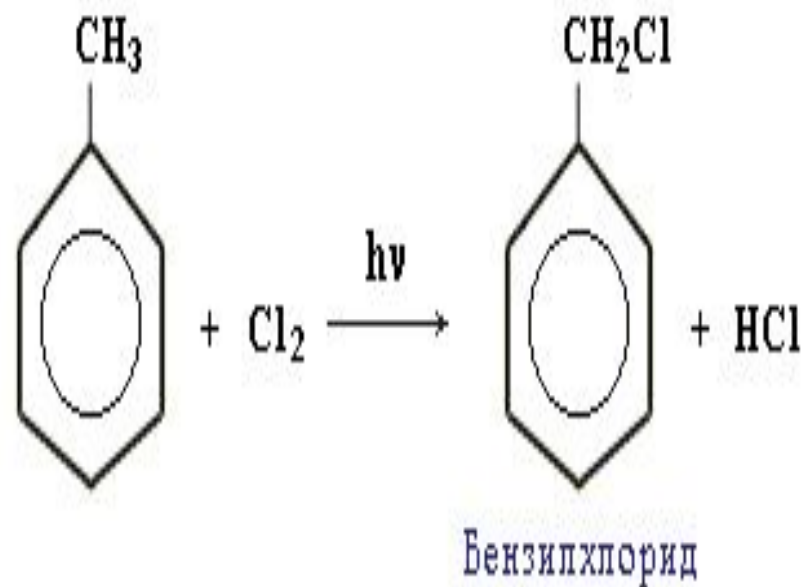
Особенности свойств гомологов бензола

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

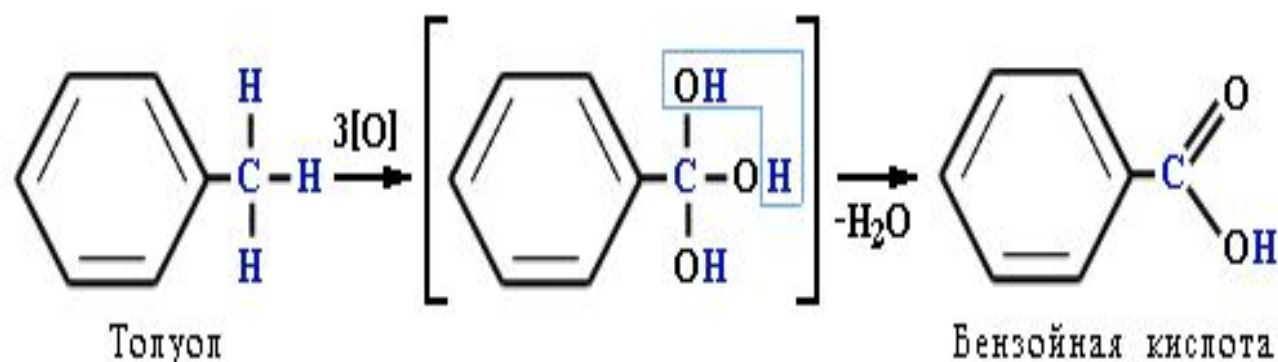
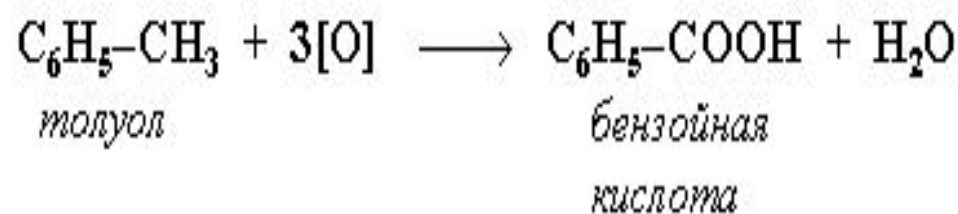
Например, при нитровании толуола $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ может происходить замещение не одного, а трех атомов водорода с образованием 2,4,6-тринитротолуола:



Легче, чем в алканах, протекают реакции радикального замещения в боковой цепи алкилбензолов:



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



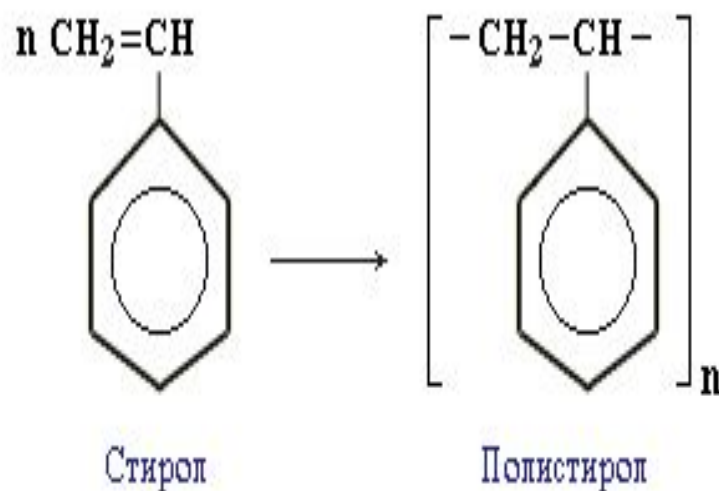
Толуол обесцвечивает раствор $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ при нагревании.

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.



Алкильные группы в алкилбензолах окисляются легче, чем алканы. Это объясняется влиянием бензольного кольца на атомы в боковой цепи.

Винилбензол (стирол) $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH=CH}_2$ используется для получения ценного полимерного материала *полистирола*.



1.

Какие арены изомерны друг другу:

- а) орто-ксилол;
- б) этилбензол;
- в) метилбензол;
- г) 1-метил-3-этилбензол;
- д) мета-ксилол;
- е) изопропилбензол ?

