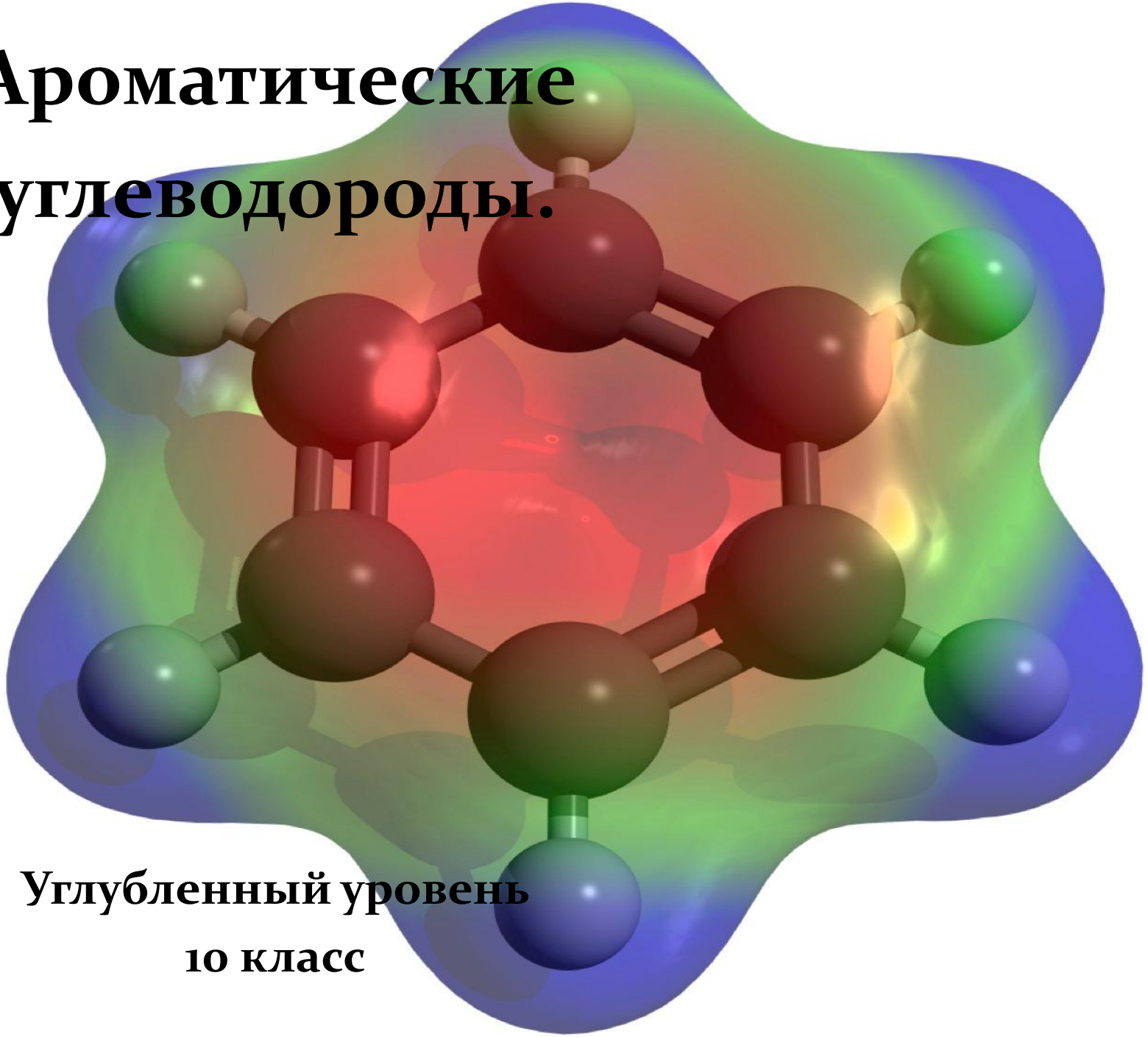
Ароматические углеводороды.



Углубленный уровень

10 класс

План урока

- 1.Общая формула и номенклатура.
- 2.Строение молекул.
- 3. Изомерия, гомология.
- 4. Физические свойства
- 5. Химические свойства.
- 6. Получение.

Общая формула

Арены – углеводороды, в молекулах которых содержится одно или несколько бензольных колец.

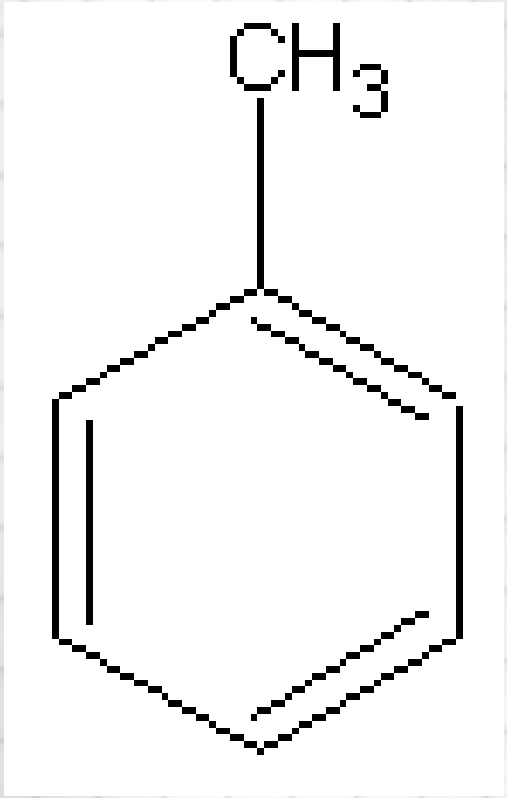
Общая формула гомологического ряда:

C_nH_{2n-6}

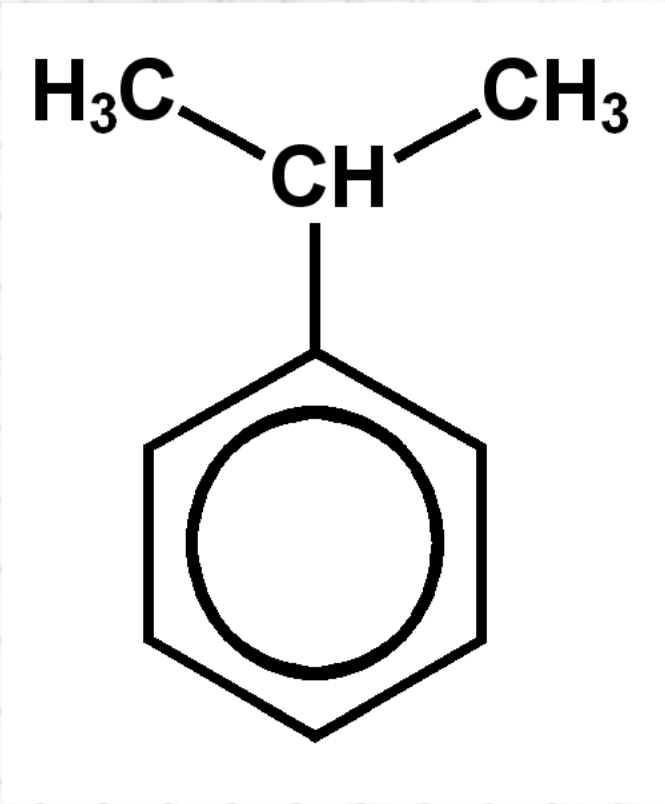
Где $n \geq 6$



Номенклатура аренов



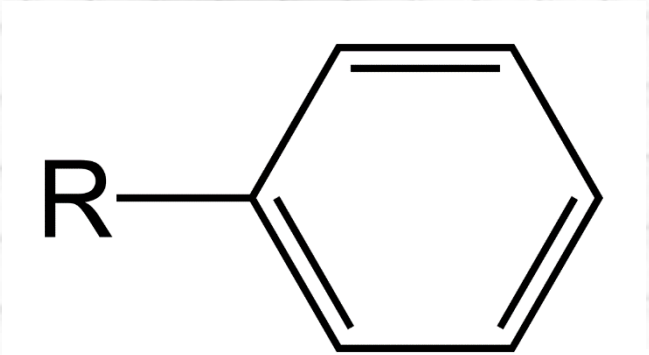
Метилбензол(толуол)

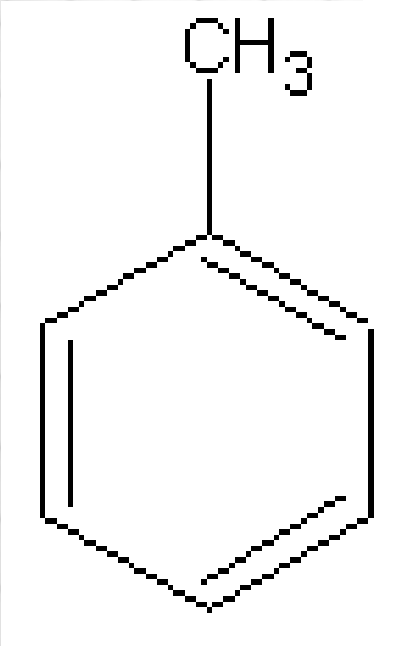


Изопропилбензол (кумол)

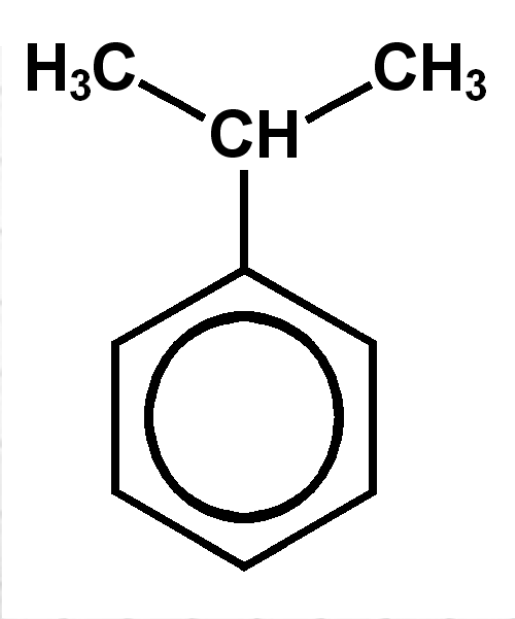
Номенклатура аренов

Радикал ФЕНИЛ(свободная валентность у бензольного кольца)



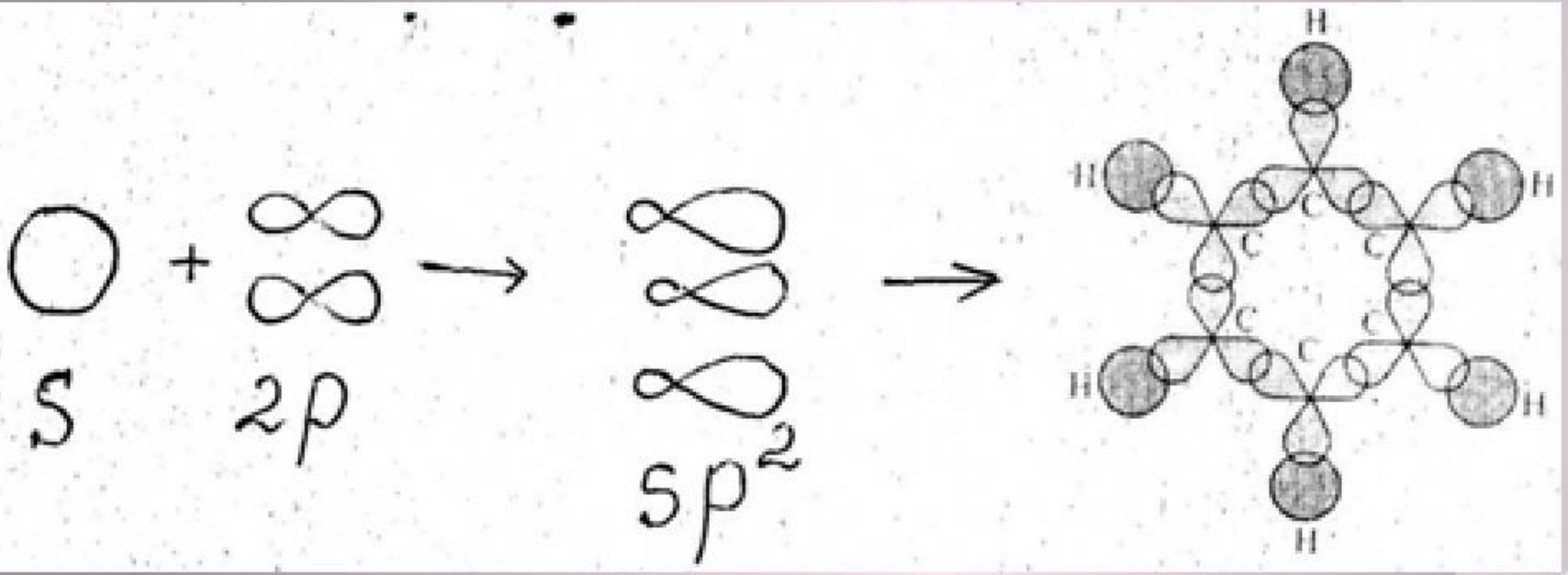


Толуол можно назвать фенилМЕТАН



Кумол (2-фенилПРОПАН)

Строение молекулы бензола



СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ БЕНЗОЛА

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОРМУЛА БЕНЗОЛА

C_6H_6

Длина C — C связи 0,140 нм

СТРУКТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ БЕНЗОЛА



формула Кекуле



А. Кекуле *(1829 – 1896)*

Немецкий химик-органик. Предложил структурную формулу бензола (1865). Синтезировал трифенилметан, антрахинон, предложил методы синтеза тиофена.

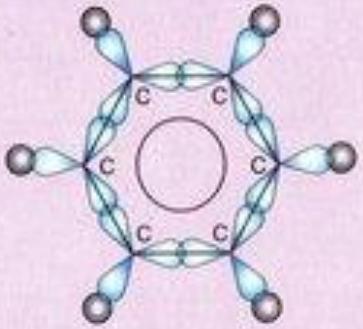


Схема образования σ-связей в молекуле бензола с участием sp^2- гибридных орбиталей атомов углерода

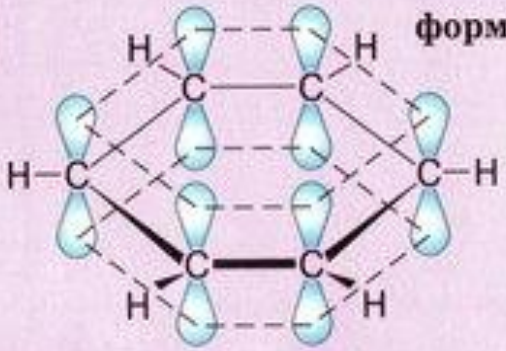
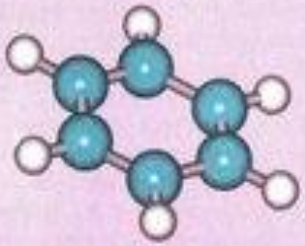


Схема образования π-связей в молекуле бензола



Делокализованная электронная плотность в молекуле бензола





Модели молекул бензола: шаростержневая (слева) и масштабная (справа)

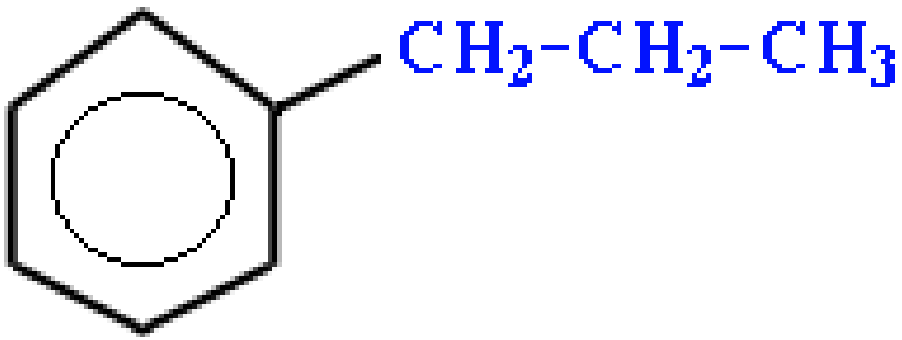


Масштабная модель молекулы бензола с обозначением делокализованного 6π-электронного облака

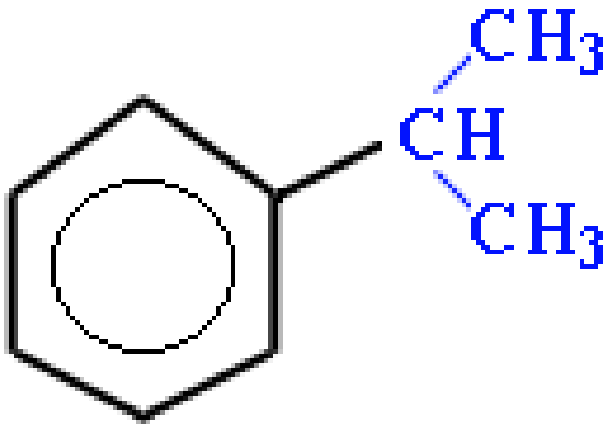
Изомерия.

1.Структурная углеродного скелета(может зависеть от строения УВ радикала).

C_9H_{12}



н-Пропилбензол

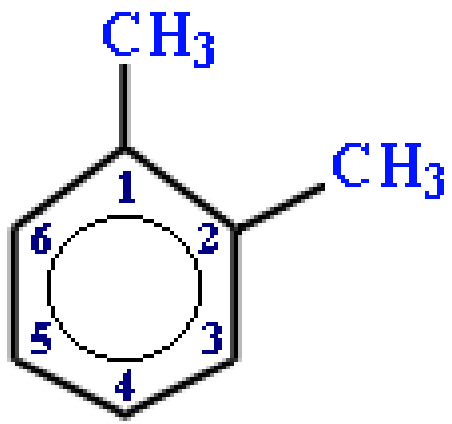


Изопропилбензол (кумол)

Структурная

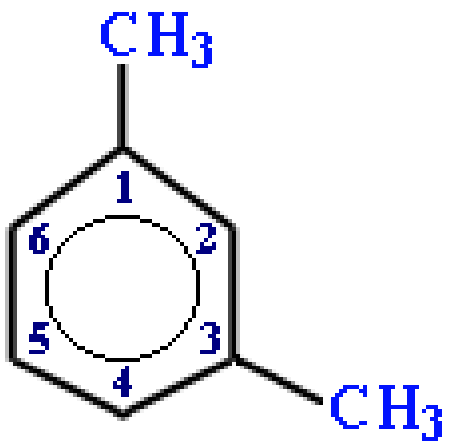
(от положения заместителей в бензольном кольце).

1,2-Диметилбензол



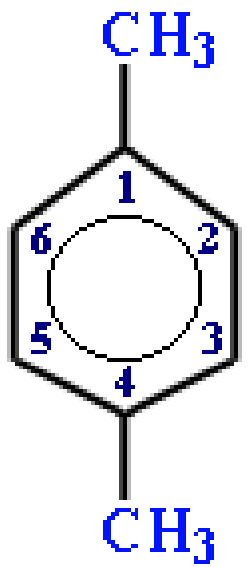
орто-ксилол
(*о*-ксилол)

1,3-Диметилбензол



мета-ксилол
(*м*-ксилол)

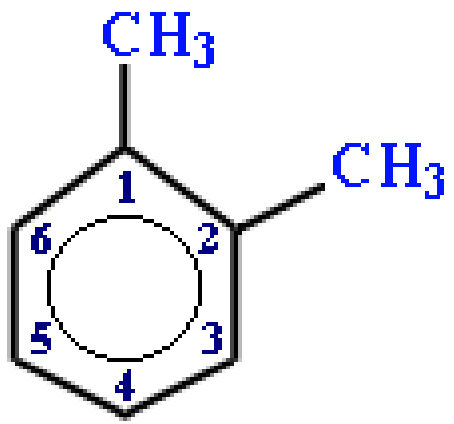
1,4-Диметилбензол



пара-ксилол
(*п*-ксилол)

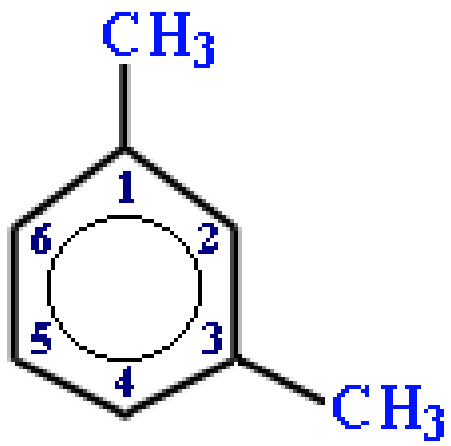
Диметилбензол имеет общее название **КСИЛОЛЫ.**

1,2-Диметилбензол



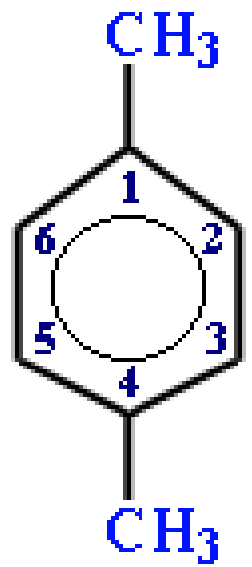
***орто*-ксилол**
(*о*-ксилол)

1,3-Диметилбензол



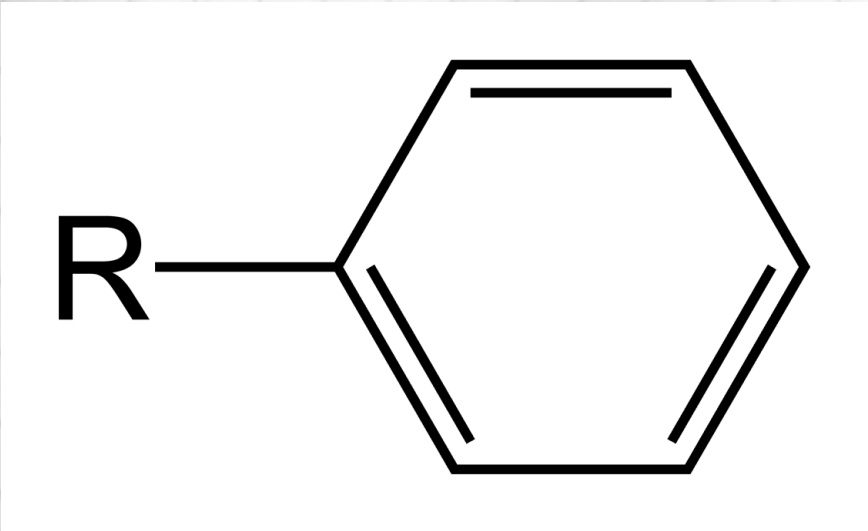
***мета*-ксилол**
(*м*-ксилол)

1,4-Диметилбензол

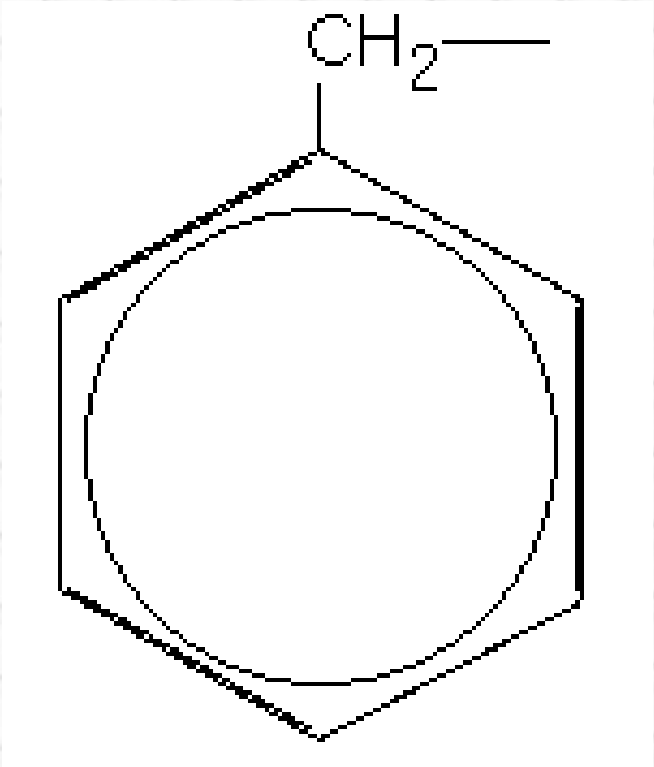


***пара*-ксилол**
(*п*-ксилол)

Фенил



Бензил



Бензил имеет свободную валентность у метильной группы заместителя

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

- ЖИДКОСТЬ
- НЕПРИЯТНЫЙ ЗАПАХ
- НЕ СМЕШИВАЕТСЯ С ВОДОЙ
- ЯД
- ОГНЕОПАСЕН
- НАГРЕВАНИЕ БЕНЗОЛА В ОТКРЫТОЙ ПРОБИРКЕ НА ОТКРЫТОМ ПЛАМЕНИ ЗАПРЕЩЕНО



Физические свойства

- ***Бензол*** *– легкокипящая ($t_{плав}$ = 5,5°C; $t_{кип}$ = 80°C), бесцветная жидкость с характерным запахом, не растворяется в воде*
- ***Внимание! Бензол*** *– яд, действует на почки, изменяет формулу крови (при длительном воздействии), может нарушать структуру хромосом.*
- *Большинство ароматических углеводородов опасны для жизни, токсичны.*

Физические свойства

Ближайшие гомологи бензола также являются жидкостями, не растворимыми в воде.

С увеличением молярной массы повышается $t_{кип}$ соединений ряда бензола, причем

орто-изомеры кипят при более высокой t , чем пара-изомеры.

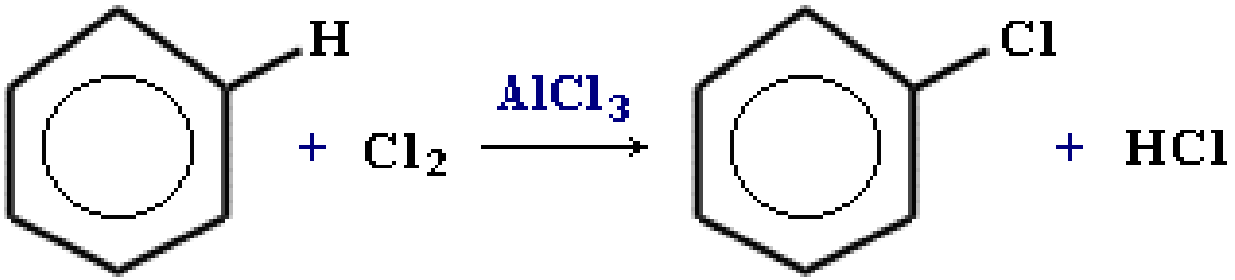
Химические свойства.

1 группа.

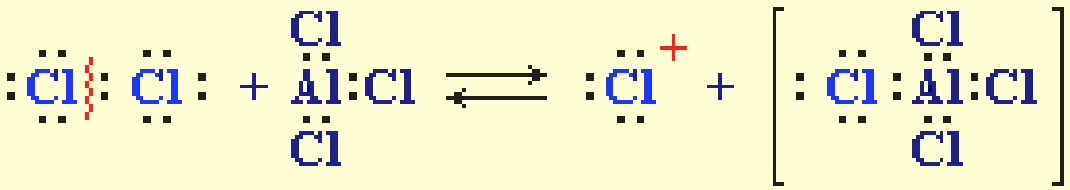
Реакции ЗАМЕЩЕНИЯ.

1.Галогенирование.(ионный механизм)

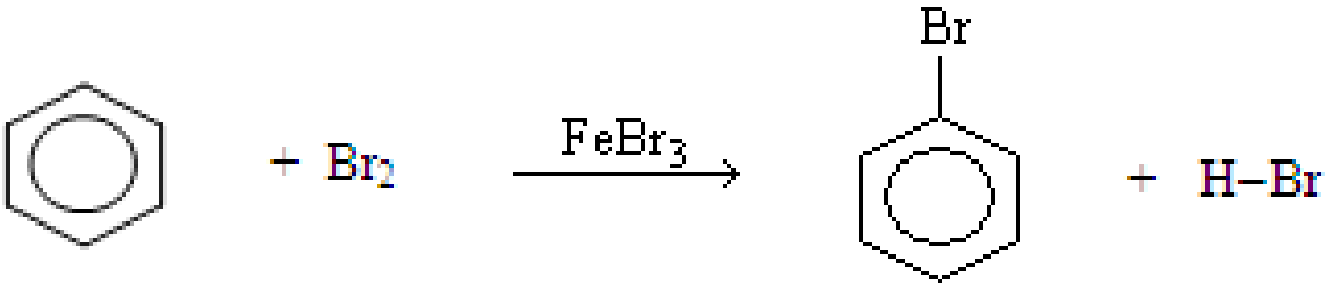
Схема реакции хлорирования бензола



Роль катализатора – образование электрофила Cl^+:

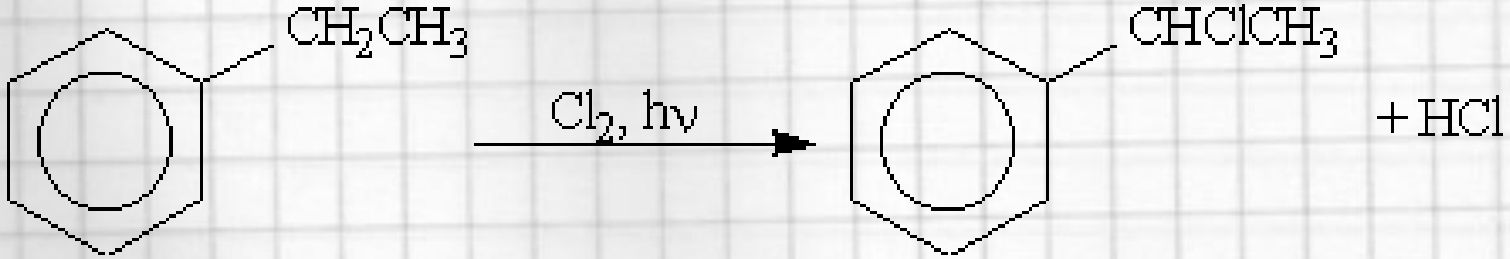


Реакция происходит с молекулярным бромом; при нагревании



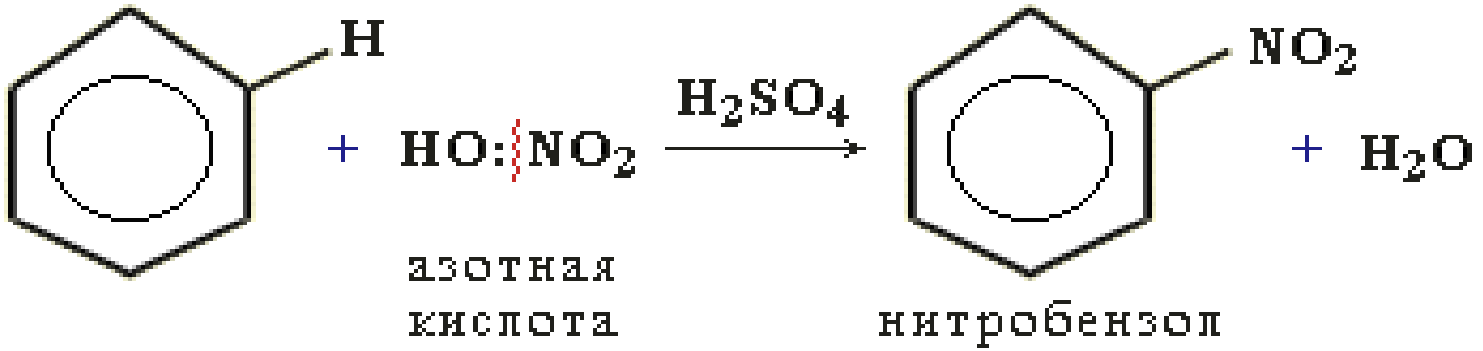
$C_6H_5\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{AlCl3}$ (смесь орта, пара производных) + HCl

$C_6H_5\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_5\text{-}CH_2\text{-}Cl + HCl$



2. Нитрование бензола.

Схема реакции нитрования бензола



Роль серной кислоты - образование электрофила NO_2^+

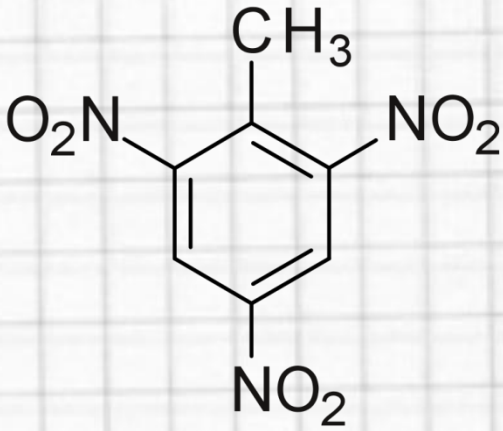
$$HNO_3 + 2H_2SO_4 \rightleftarrows \underset{\text{катион нитрония}}{NO_2^+} + H_3O^+ + 2HSO_4^-$$

3. Нитрование толуола

$$C_6H_5\text{-}CH_3 + 3HO\text{-}NO_2 \xrightarrow{t,\ H_2SO_4} CH_3\text{-}C_6H_2(NO_2)_3 + 3H_2O$$

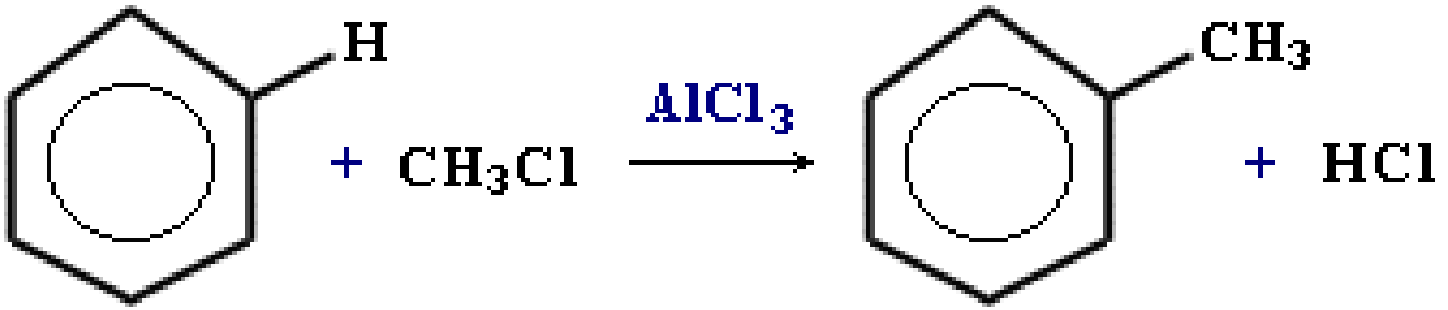
2,4,6-тринитротолуол
(тол, тротил)



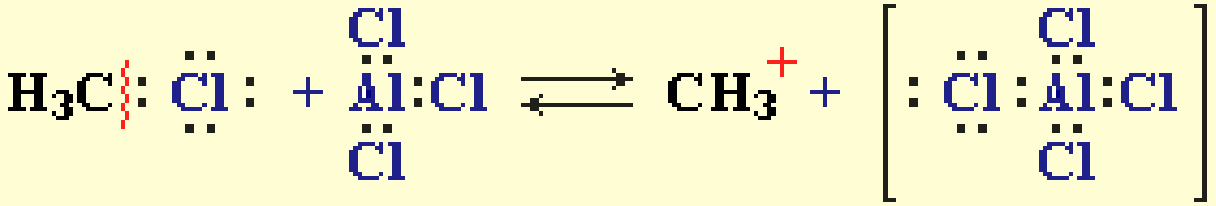


4. Алкилирование бензола галогеноалканами. Реакция Фриделя-Крафтса

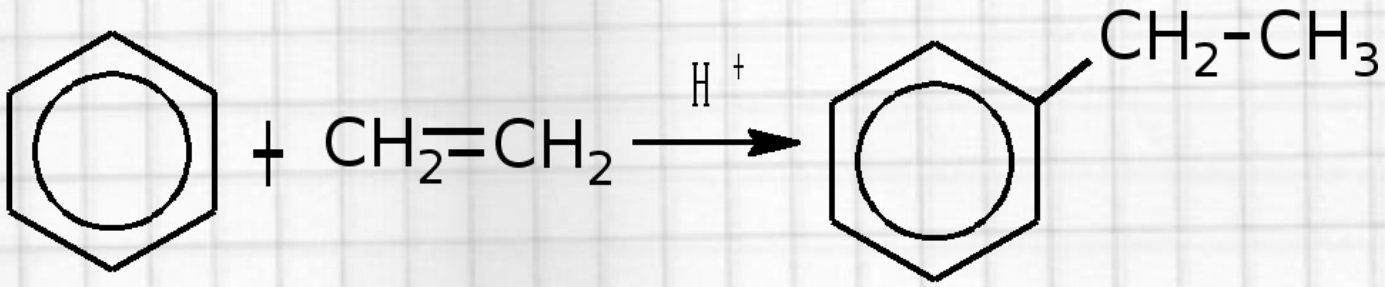
Схема реакции алкилирования бензола



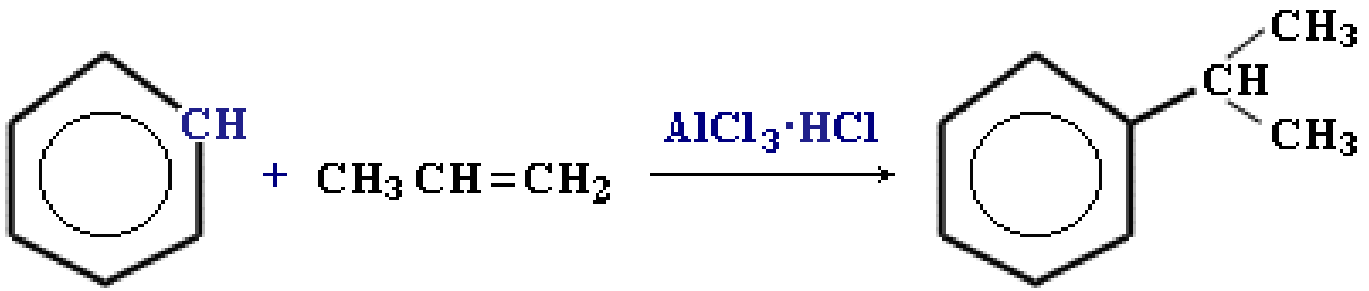
Роль катализатора – образование электрофила CH_3^+:



5. Алкилирование алкенами.



Алкилирование бензола алкенами

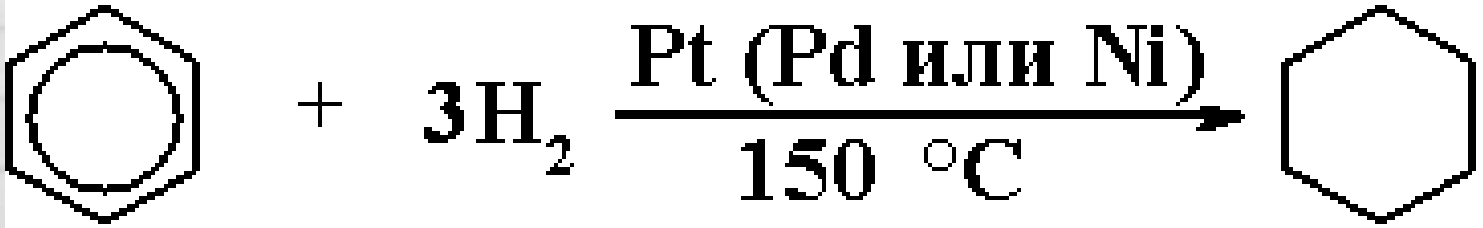


Пропилен

Изопропилбензол (кумол)

2 группа.
Реакции присоединения.

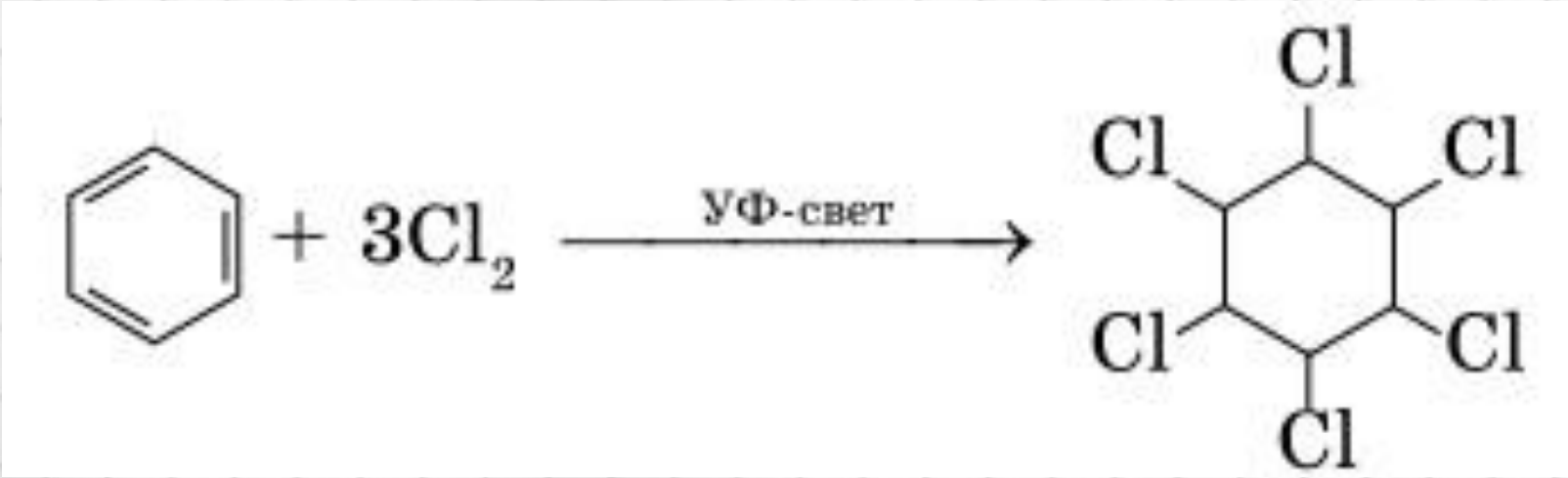
6. Гидрирование.



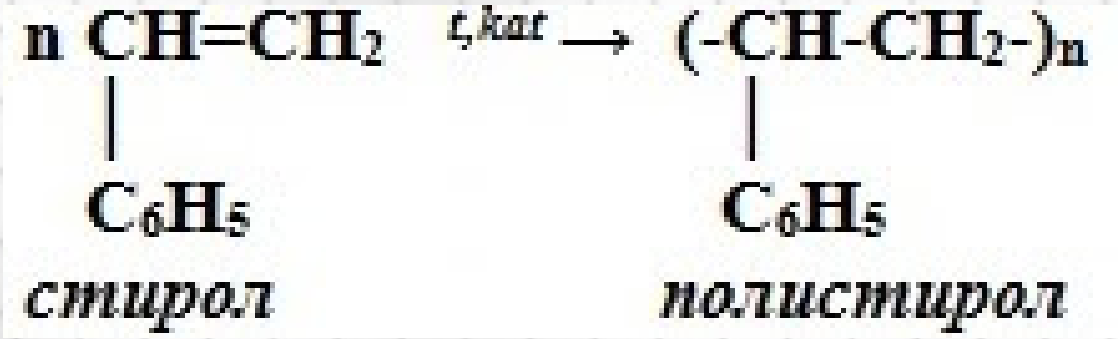
циклогексан

7. Хлорирование.

(по радикальному механизму)

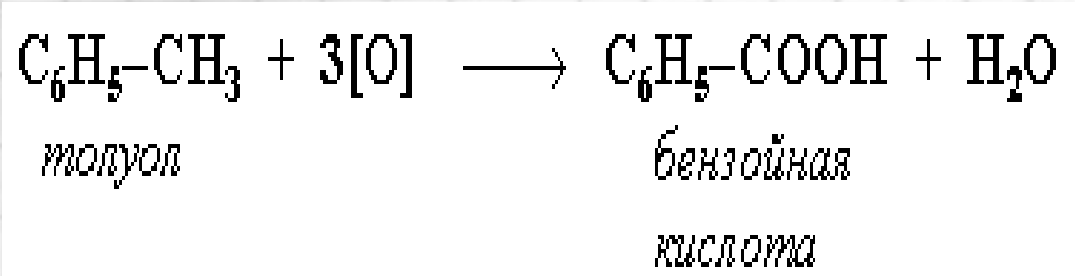


8. Полимеризация.

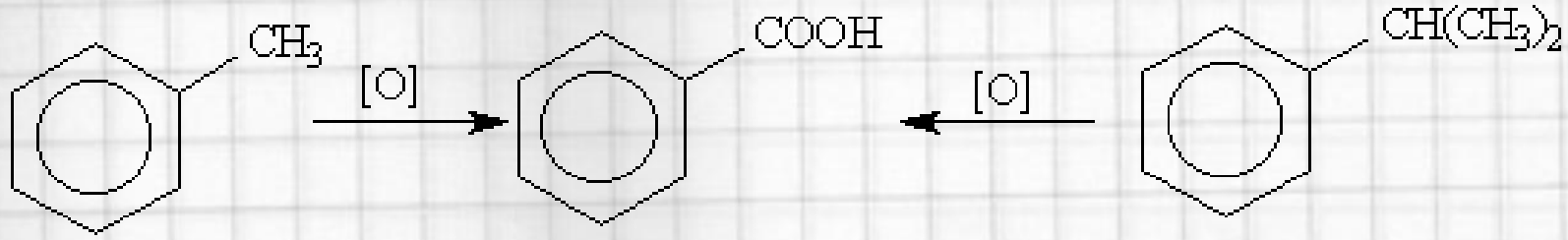


3 группа.
Окисление.

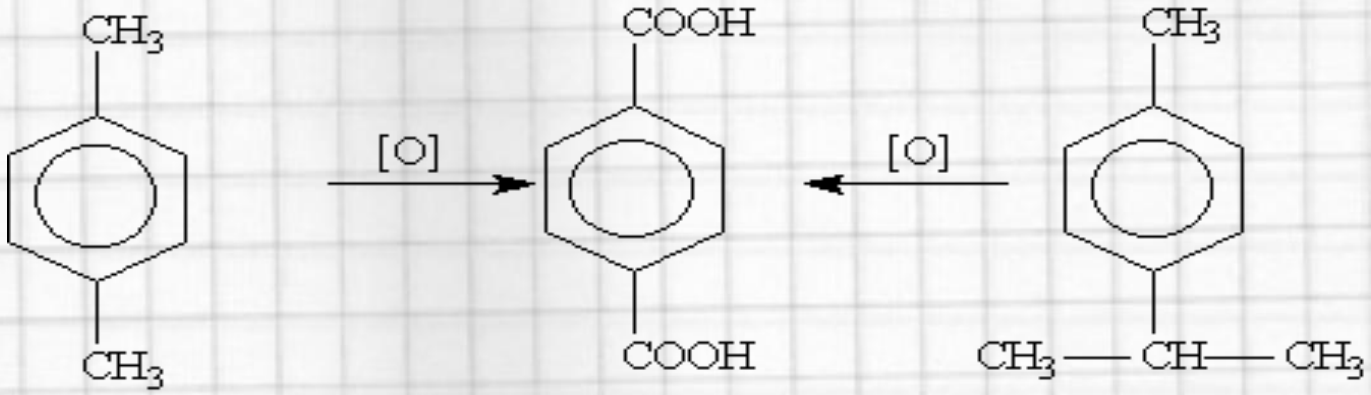
- Бензол не окисляется даже под действием сильных окислителей ($KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ и т.п.). Поэтому он часто используется как инертный растворитель при проведении реакций окисления других органических соединений. **Бензол при обычных условиях не обесцвечивает бромную воду и водный раствор марганцовки!**
- В отличие от бензола его гомологи окисляются довольно легко.
- При действии раствора $KMnO_4$ и нагревании в гомологах бензола окислению подвергаются только боковые цепи:



9. Окисление в кислой среде – до бензойной кислоты



Гомологи, содержащие две боковые цепи, дают двухосновные кислоты:

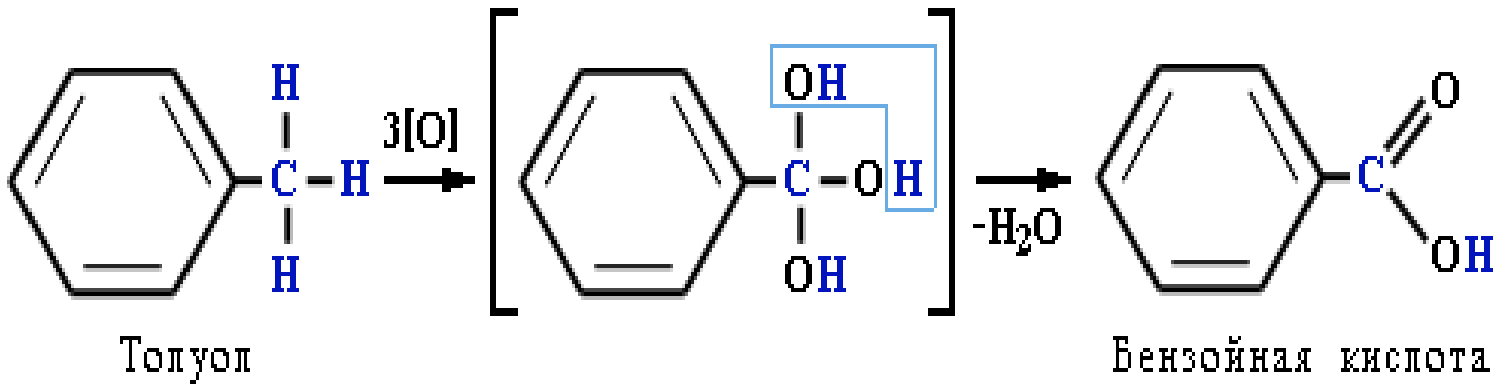


$5C_6H_5\text{-}C_2H_5 + 12KMnO_4 + 18H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5COOH + 5CO_2 + 6K_2SO_4 + 12MnSO_4 + 28H_2O$

$5C_6H_5\text{-}CH_3 + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_5COOH + 3K_2SO_4 + 6MnSO_4 + 14H_2O$

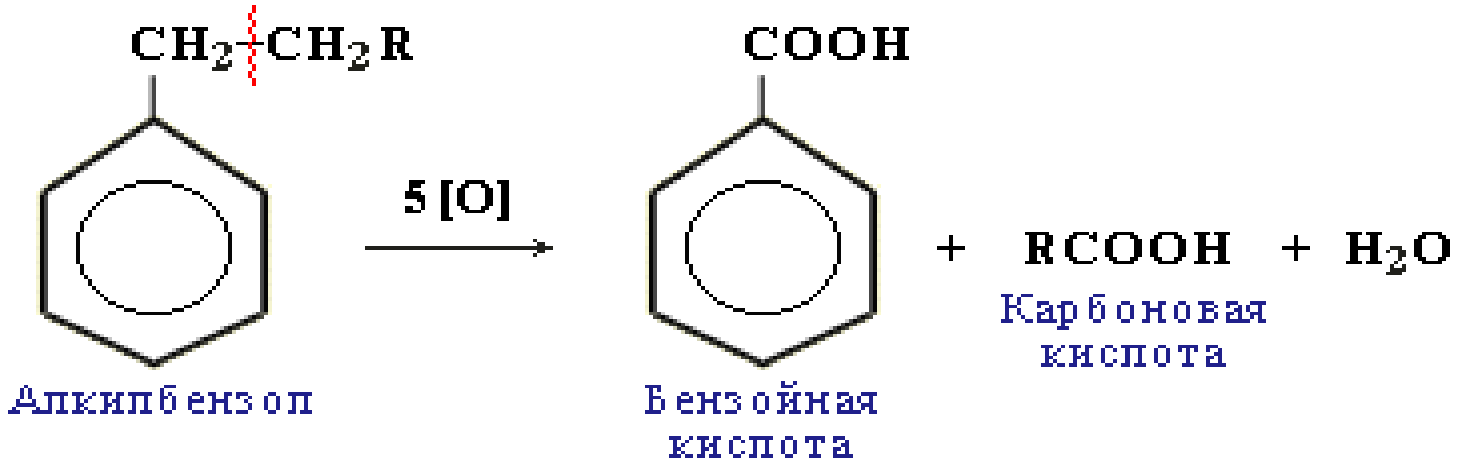
Упрощённо:

$C_6H_5\text{-}CH_3 + 3O \xrightarrow{KMnO4} C_6H_5COOH + H_2O$



Толуол обесцвечивает раствор $KMnO_4(H^+)$ при нагревании.

Окисление алкилбензолов



10. Окисление в нейтральной и слабощелочной среде

- Гомологи бензола могут быть окислены раствором перманганата калия в нейтральной среде до бензоата калия:

- $C_6H_5CH_3 + 2KMnO_4 = C_6H_5COOK + 2MnO_2 + KOH + H_2O$ (при кипячении)

- $C_6H_5CH_2CH_3 + 4KMnO_4 = C_6H_5COOK + K_2CO_3 + 2H_2O + 4MnO_2 + KOH$

  (при нагревании)

7. Горение (полное окисление).

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

$$2C_6H_6 + 15O_2 = 12CO_2 + 6H_2O$$

Бензол и его летучие гомологи образуют с воздухом и кислородом взрывоопасные смеси.

Получение аренов

В лаборатории

1. **Сплавление солей бензойной кислоты с твёрдыми щелочами**

C_6H_5-COONa + NaOH $\xrightarrow{t}$ C_6H_6 + Na_2CO_3

бензоат натрия

2. **Реакция Вюрца-Фиттинга**: (здесь Г – галоген)

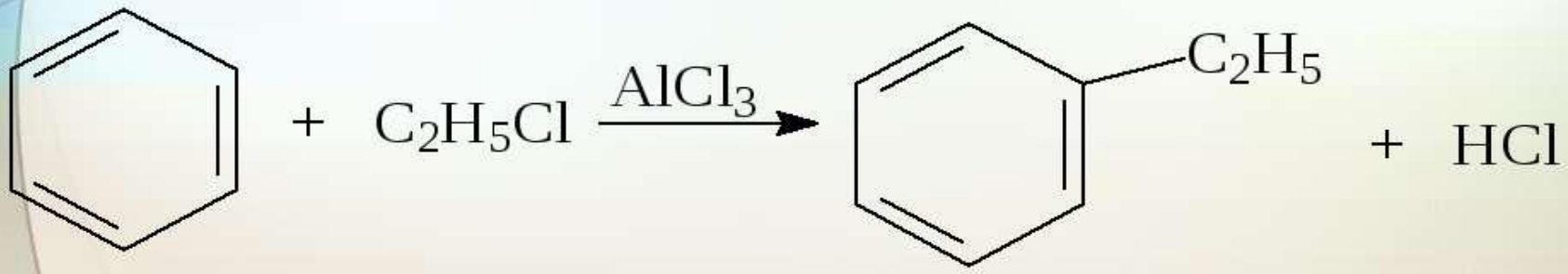
C_6H_5-Г + 2Na + R-Г → C_6H_5-R + 2NaГ

C_6H_5-Cl + 2Na + CH_3-Cl → C_6H_5-CH_3 + 2NaCl

Арены

Способы получения

Реакция Фриделя—Крафтса



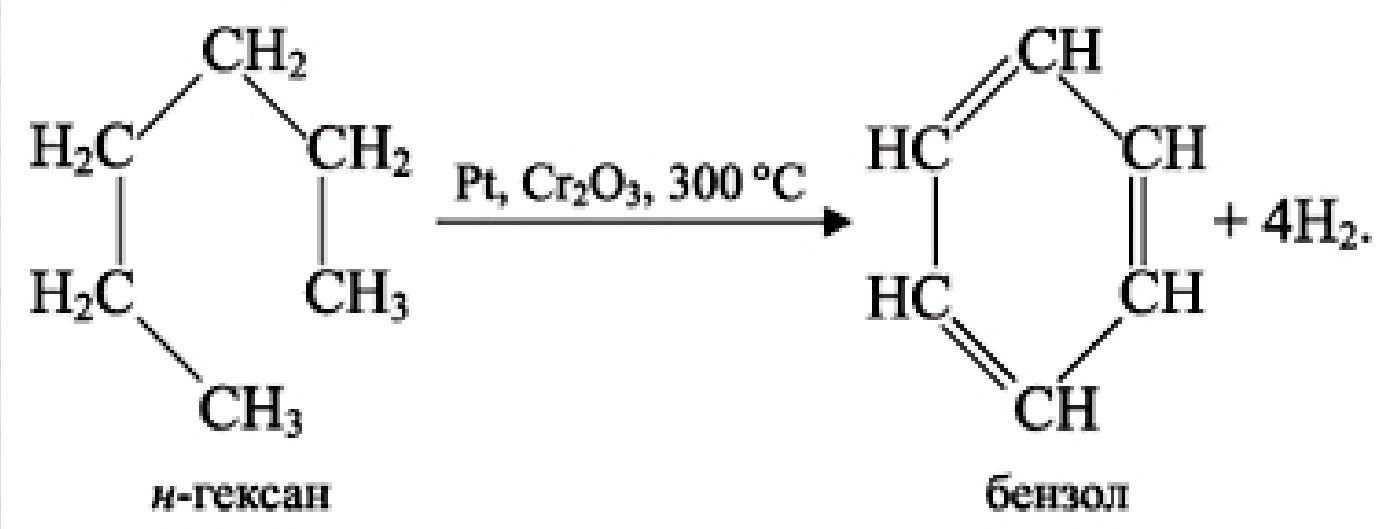
этилбензол

$C_6H_6 + CH_2{=}CH\text{-}CH_3 \xrightarrow{t,\ AlCl_3}$ $C_6H_5\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3$

пропилен

кумол (изопропилбензол)

- **4. Дегидроциклизацией алканов** с числом атомов углерода больше 6:
- $C_6H_{14} \xrightarrow{t,\ kat} C_6H_6 + 4H_2$



5. **Тримеризация ацетилена** (только для бензола) – **реакция Зелинского**:

$$3\,C_2H_2 \xrightarrow{600^\circ C,\ акт.\ уголь} C_6H_6$$

6. Дегидрированием циклогексана и его гомологов:

Советский академик Николай Дмитриевич Зелинский установил, что бензол образуется из циклогексана (дегидрирование циклоалканов

$$\mathbf{C_6H_{12} \xrightarrow{t,\ kat} C_6H_6 + 3H_2}$$

$$C_6H_{11}\text{-}CH_3 \xrightarrow{t,\ kat} C_6H_5\text{-}CH_3 + 3H_2$$

метилциклогексан *толуол*

Применение бензола и его гомологов.

- *Бензол* C_6H_6 – хороший растворитель. Бензол в качестве добавки улучшает качество моторного топлива. Служит сырьем для получения многих ароматических органических соединений – нитробензола $C_6H_5NO_2$ (растворитель, из него получают анилин), хлорбензола C_6H_5Cl, фенола C_6H_5OH, стирола и т.д.

Применение бензола и его гомологов.

- *Толуол* $C_6H_5–CH_3$ – растворитель, используется при производстве красителей, лекарственных и взрывчатых веществ (тротил (тол), или 2,4,6-тринитротолуол ТНТ).

Применение бензола и его гомологов.

- *Ксилолы* $C_6H_4(CH_3)_2$. Технический ксилол – смесь трех изомеров (*орто-*, *мета-* и *пара*-ксилолов) – применяется в качестве растворителя и исходного продукта для синтеза многих органических соединений.

Применение бензола и его гомологов.

- *Изопропилбензол* $C_6H_5–CH(CH_3)_2$ служит для получения фенола и ацетона.

Применение бензола и его гомологов.

- *Хлорпроизводные бензола* используют для защиты растений. Так, продукт замещения в бензоле атомов Н атомами хлора – гексахлорбензол C_6Cl_6 – фунгицид; его применяют для сухого протравливания семян пшеницы и ржи против твердой головни. Продукт присоединения хлора к бензолу – гексахлорциклогексан (гексахлоран) $C_6H_6Cl_6$ – инсектицид; его используют для борьбы с вредными насекомыми. Упомянутые вещества относятся к пестицидам – химическим средствам борьбы с микроорганизмами, растениями и животными.

Применение бензола и его гомологов.

- *Стирол* $C_6H_5 – CH = CH_2$ очень легко полимеризуется, образуя полистирол, а сополимеризуясь с бутадиеном – бутадиенстирольные каучуки.