Ароматические углеводороды

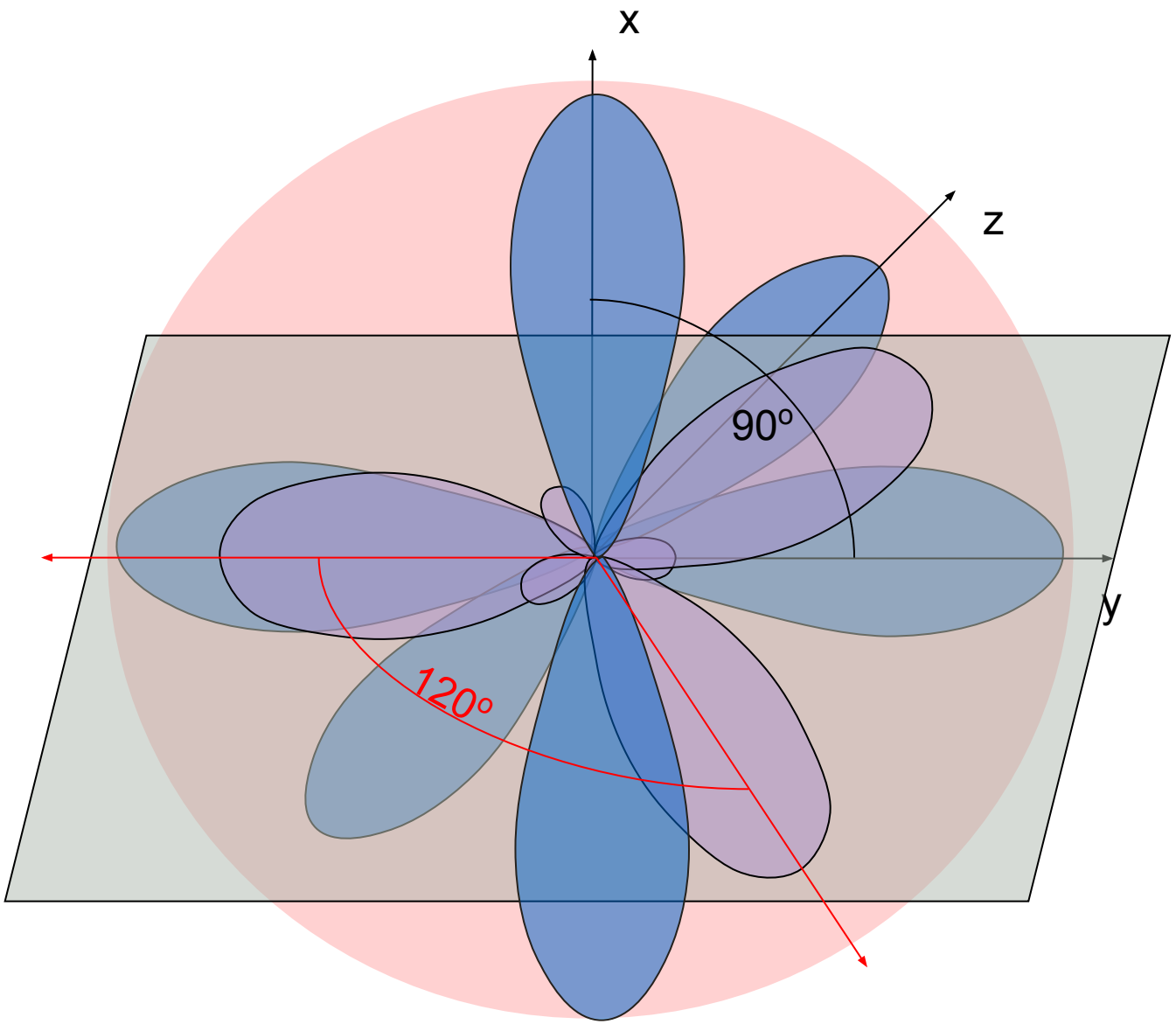
(арены)

C_nH_{2n-6}, где $n \geq 6$

Строение молекул

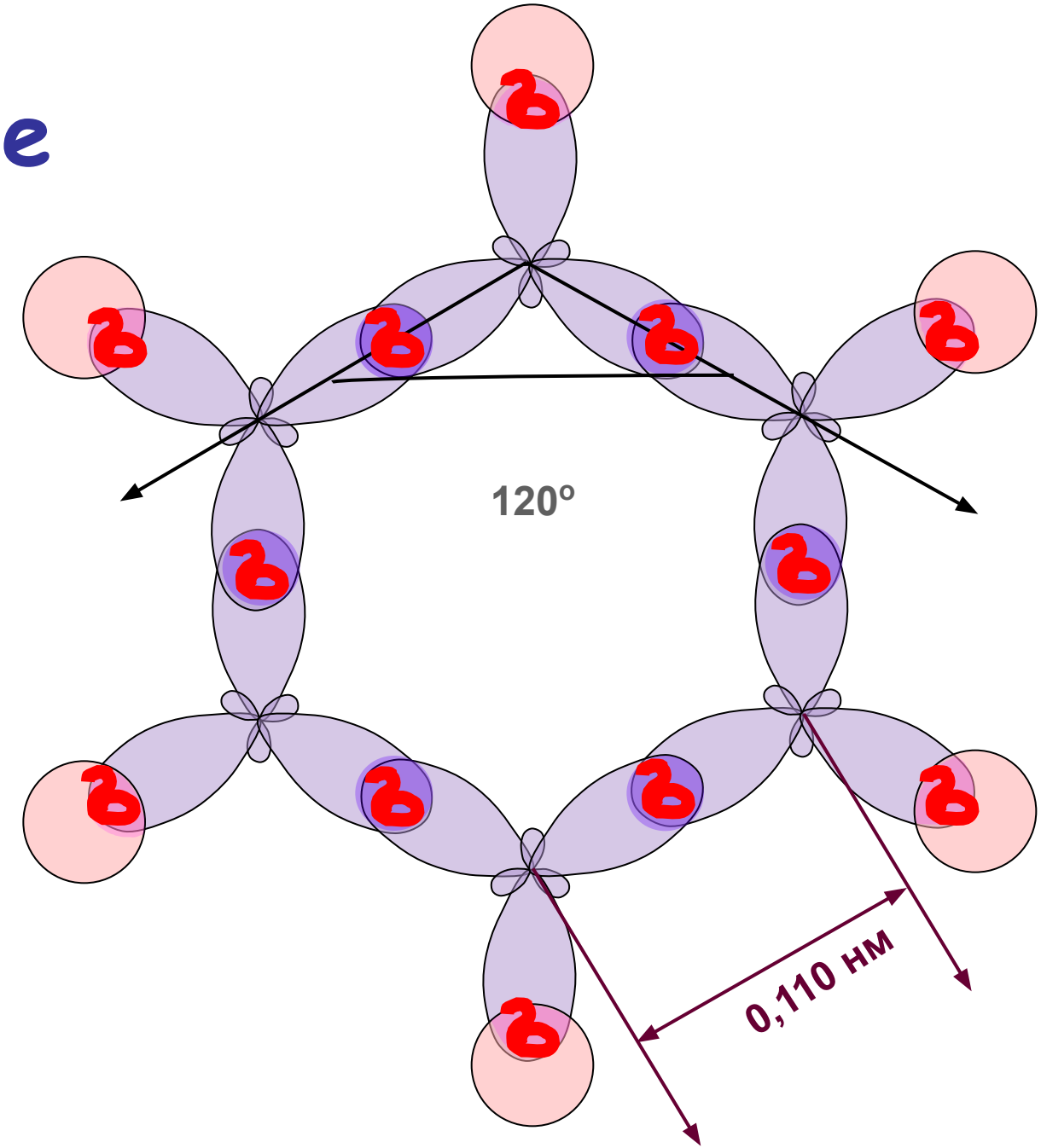
- Sp^2-гибридизация;
- 120° - валентный угол;
- В основе – шестичленный цикл (бензольное кольцо/ядро);
- Кольцевая ароматическая π-система.

sp^2-гибридизация



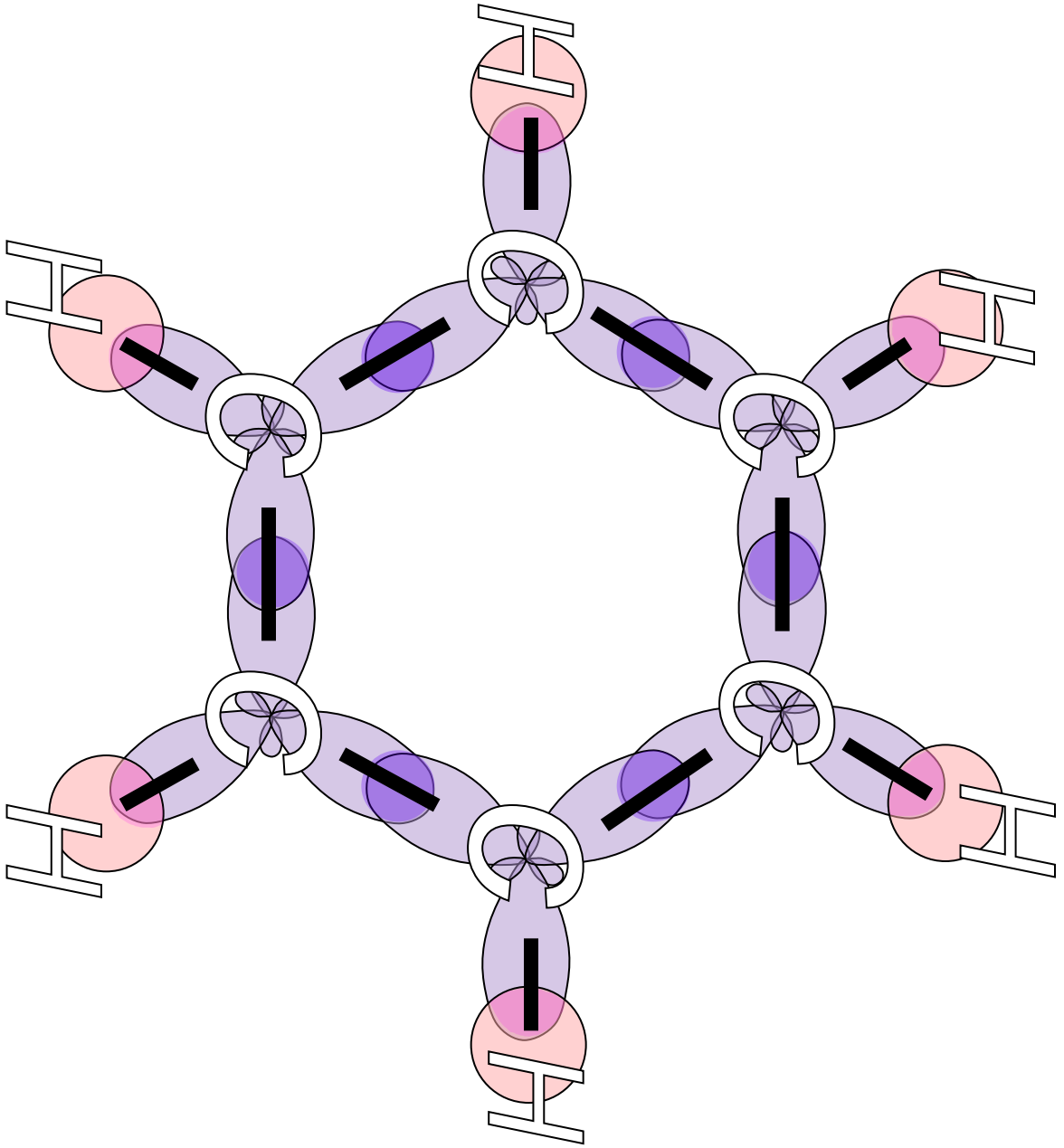
σ-связи в молекуле бензола

(вид сверху,
π-связи не показаны)



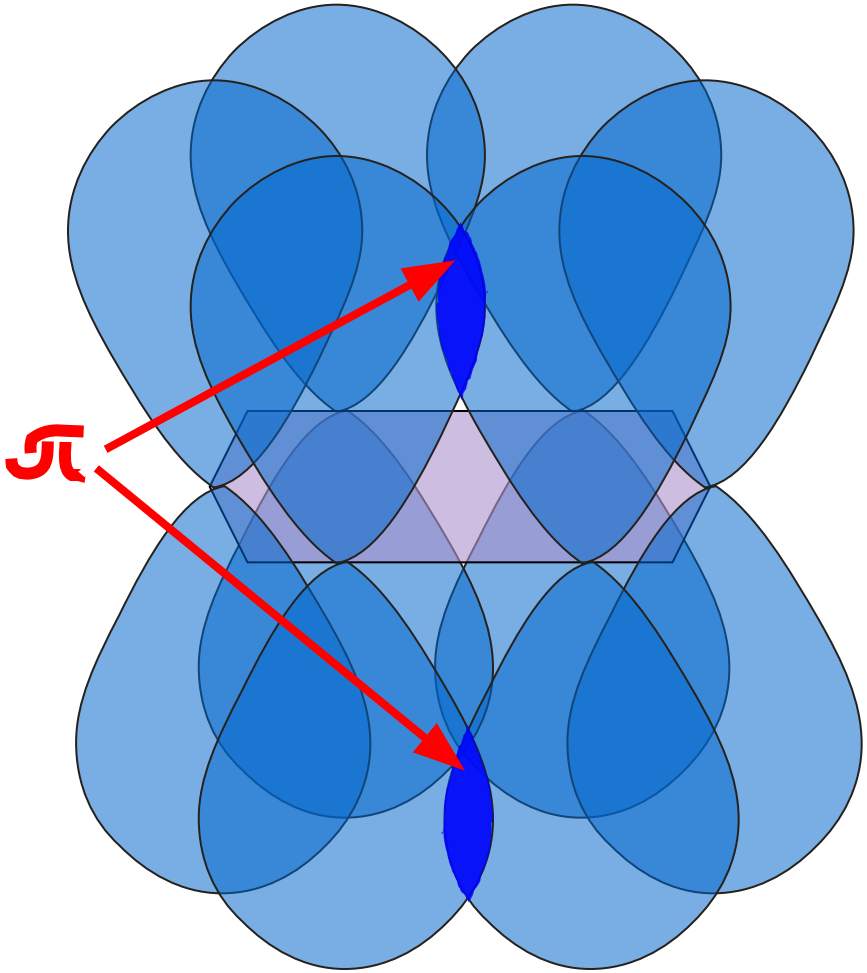
σ-связи в формуле бензола

(вид сверху,
π-связи не показаны)

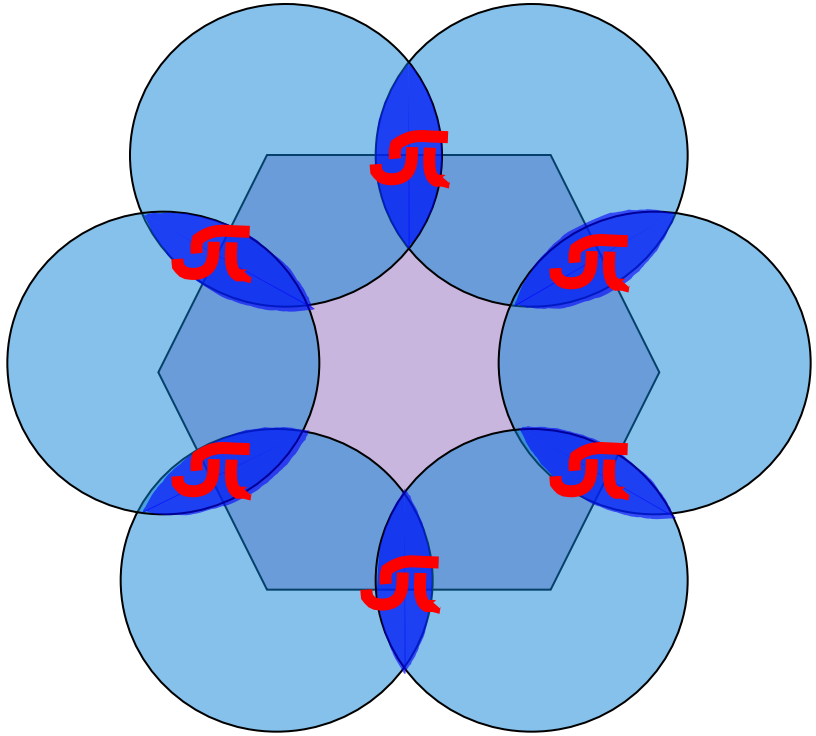


π– связи в бензоле (водород не показан)

А) вид в ракурсе (сверху-сбоку)



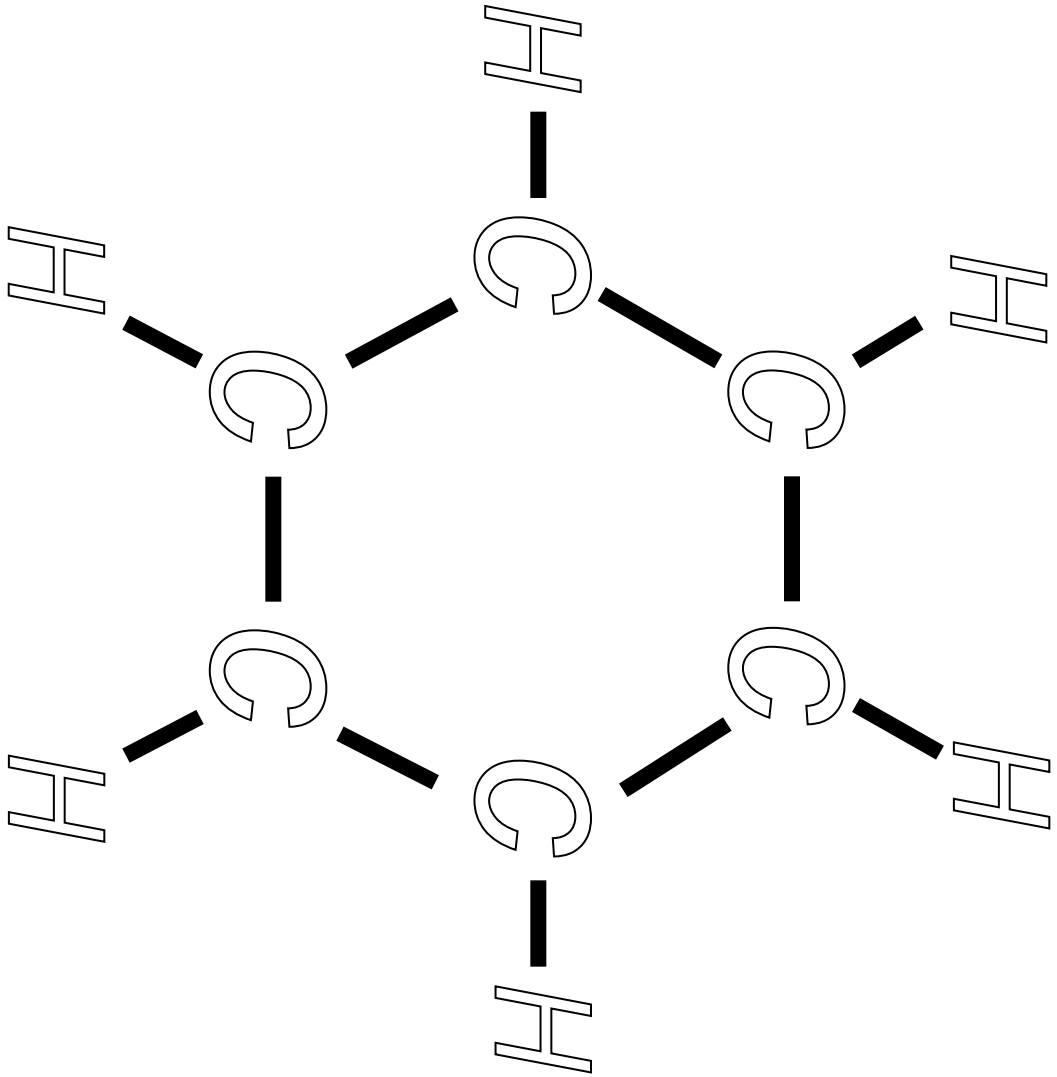
Б) вид сверху

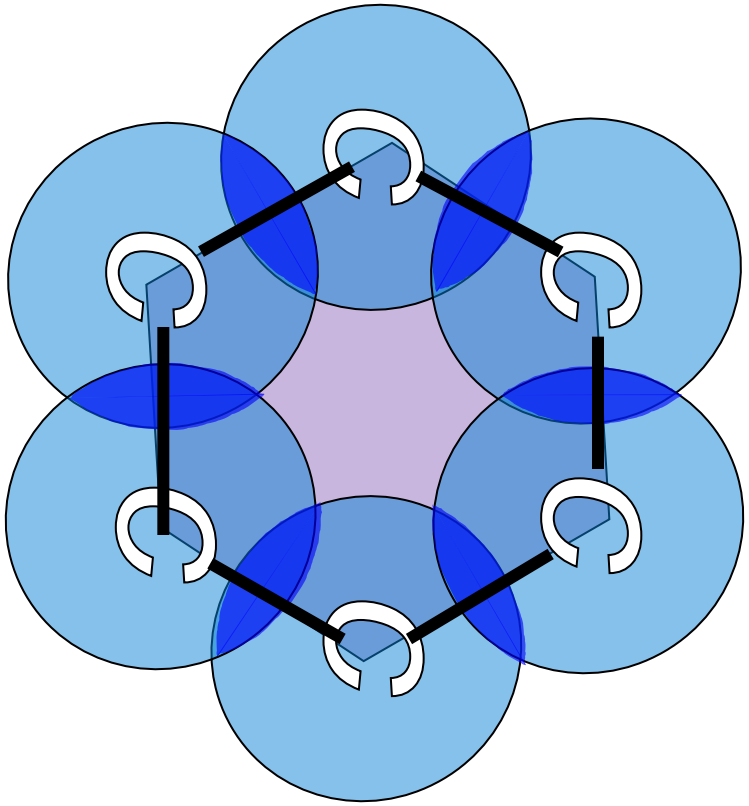


формула бензола

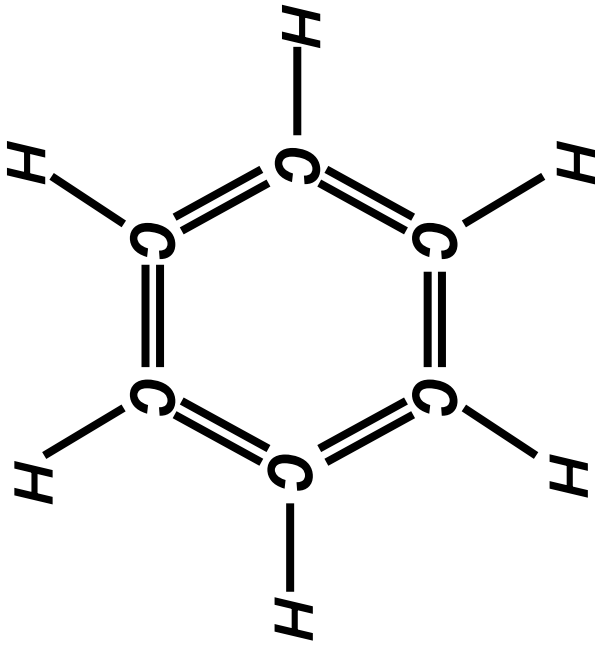
σ-связи

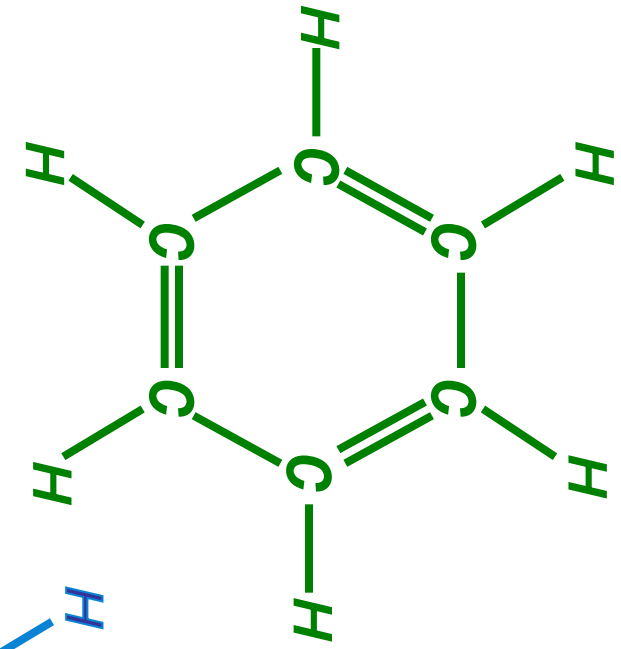
π-связи



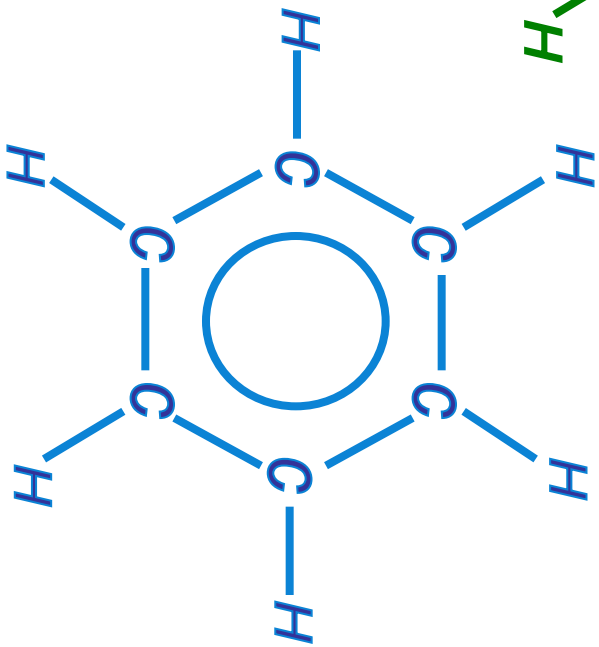


Полные структурные формулы бензола



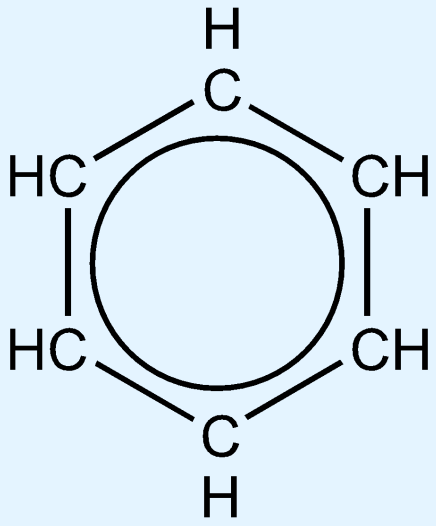


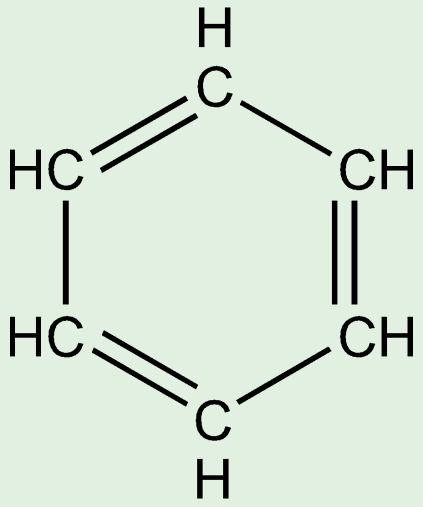
формула Кекуле



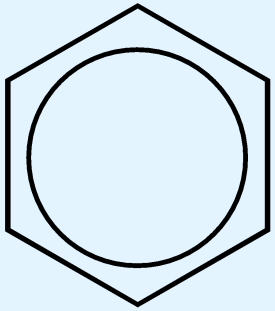
современная формула

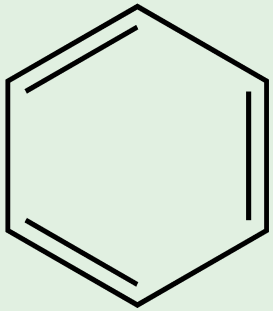
Сокращенные структурные формулы бензола





Безатомные формулы бензола

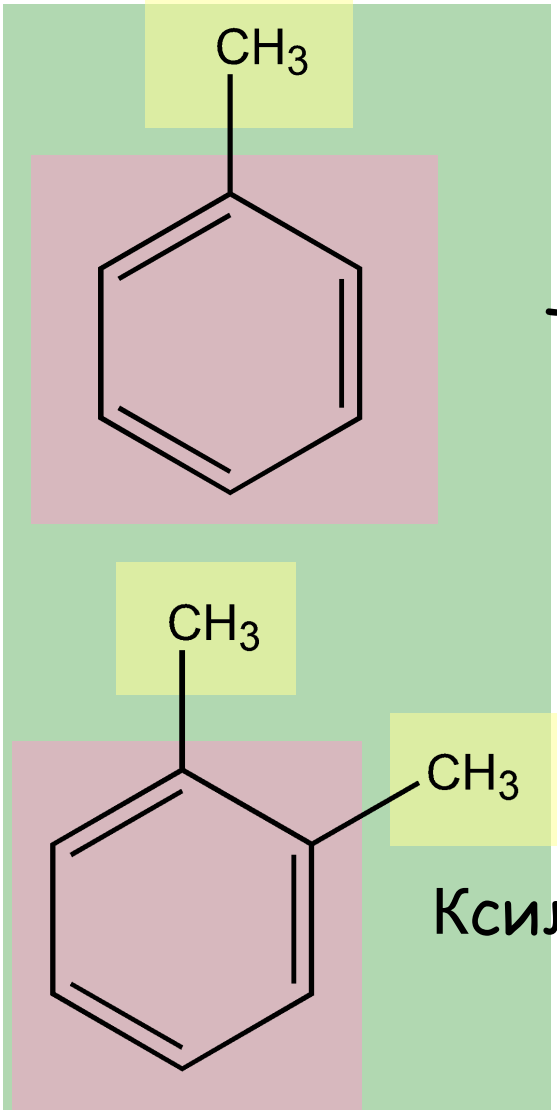




современная формула

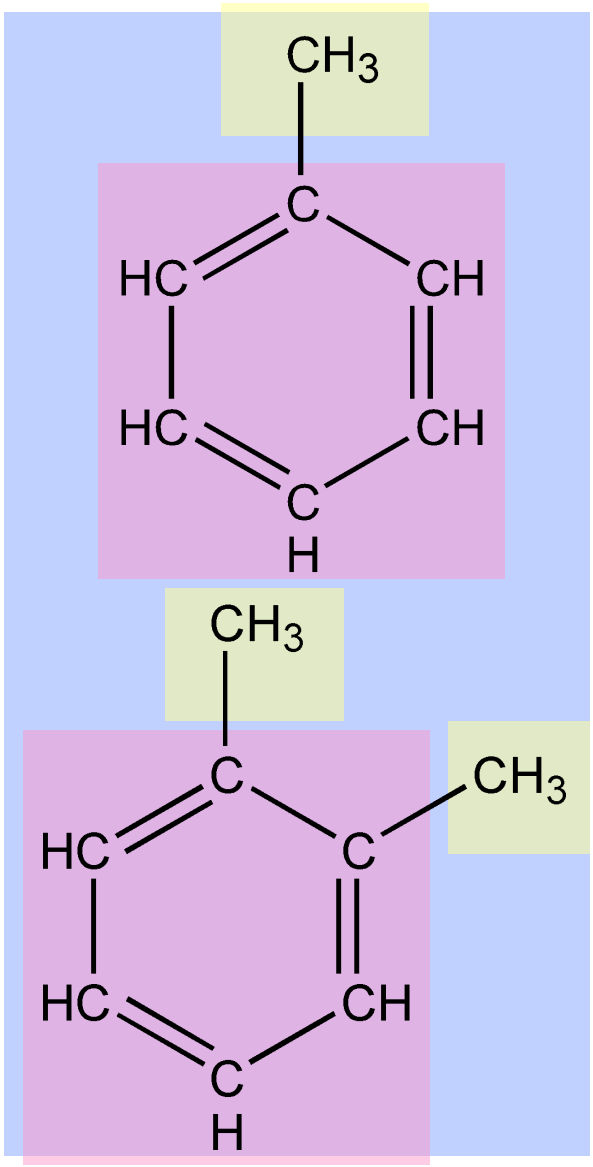
формула Кекуле

Гомологи бензола



Толуол (метилбензол)

Ксилол (диметилбензол)

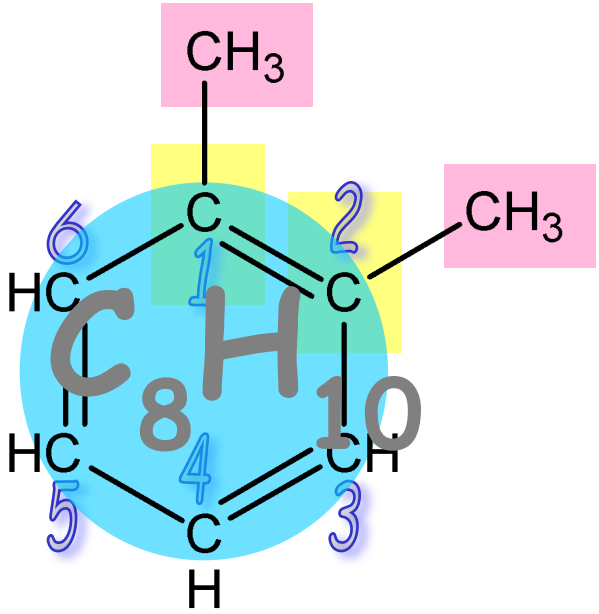


Безатомные формулы

Сокращенные структурные формулы

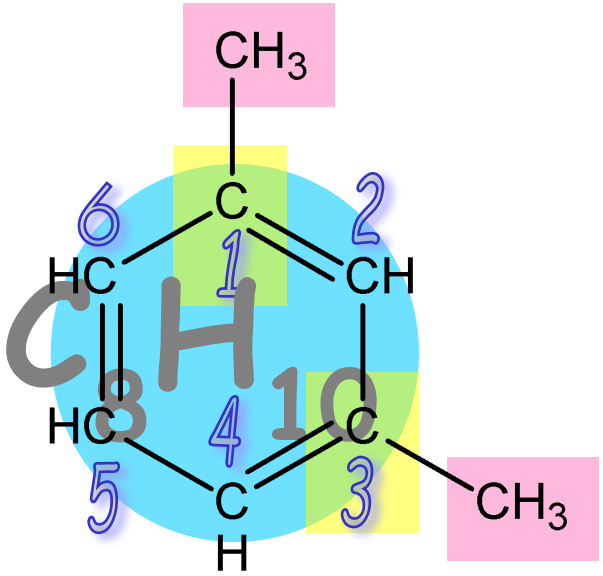
Изомерия аренов

А) изомерия положения заместителей на бензольном кольце



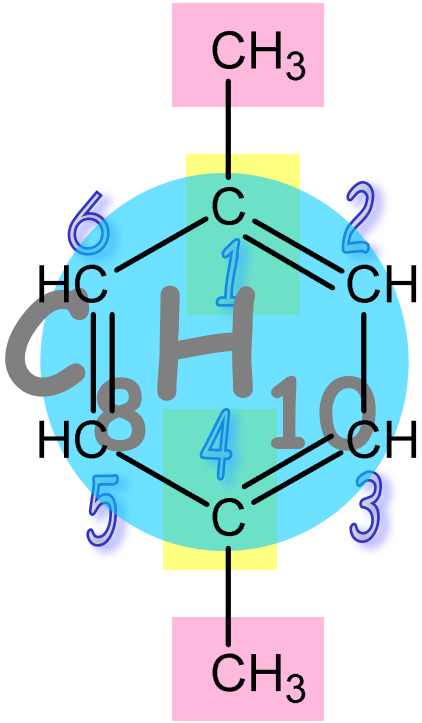
1,2-диметилбензол

(орто-ксилол)



1,3-диметилбензол

(мета-ксилол)

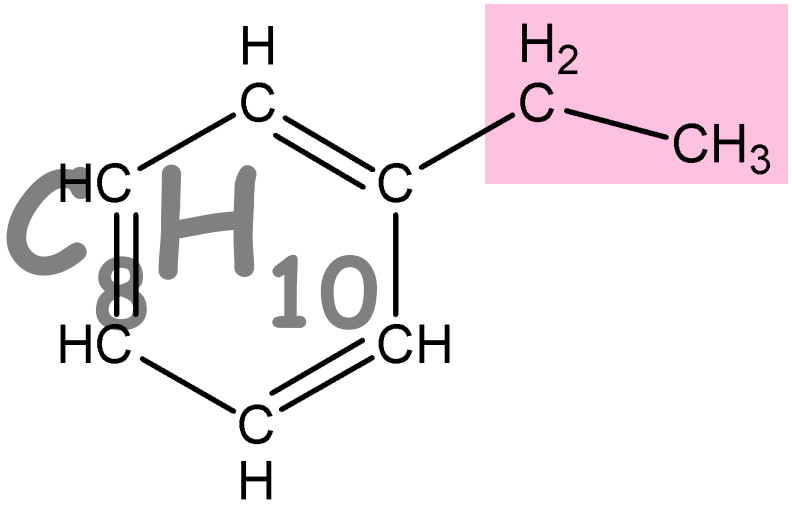


1,4-диметилбензол

(пара-ксилол)

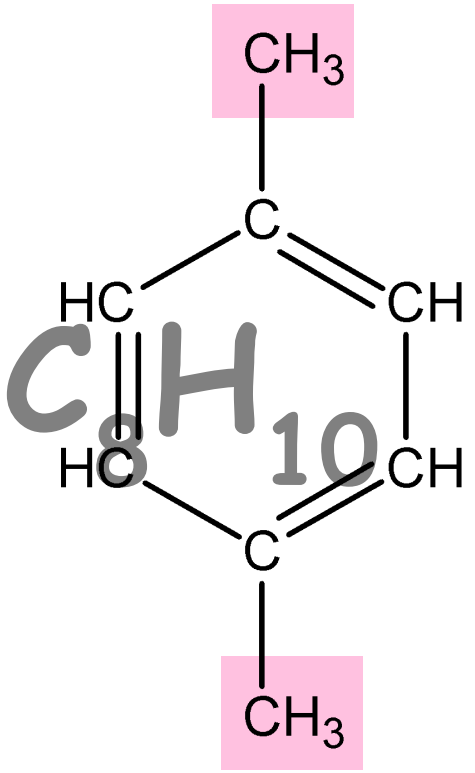
Б) изомерия количества заместителей

один заместитель



этилбензол

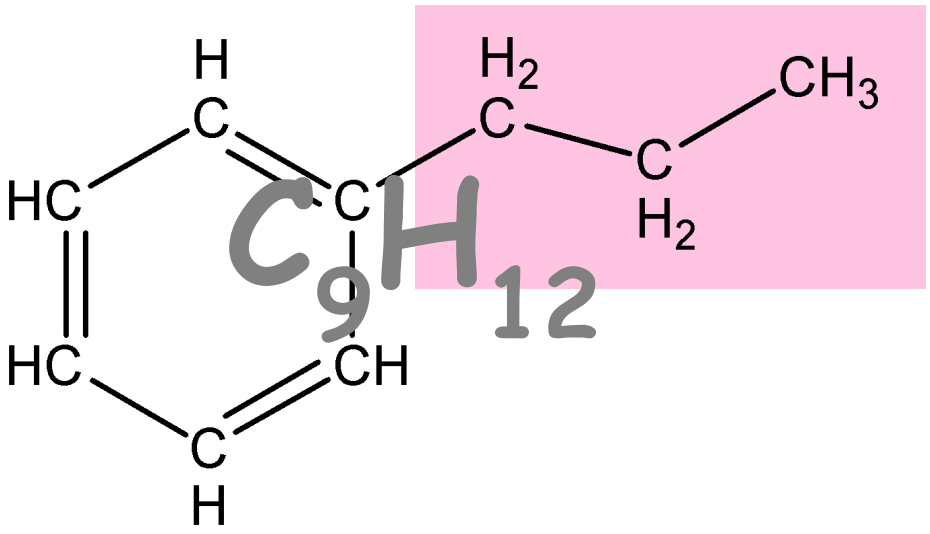
два заместителя



1,4-диметилбензол

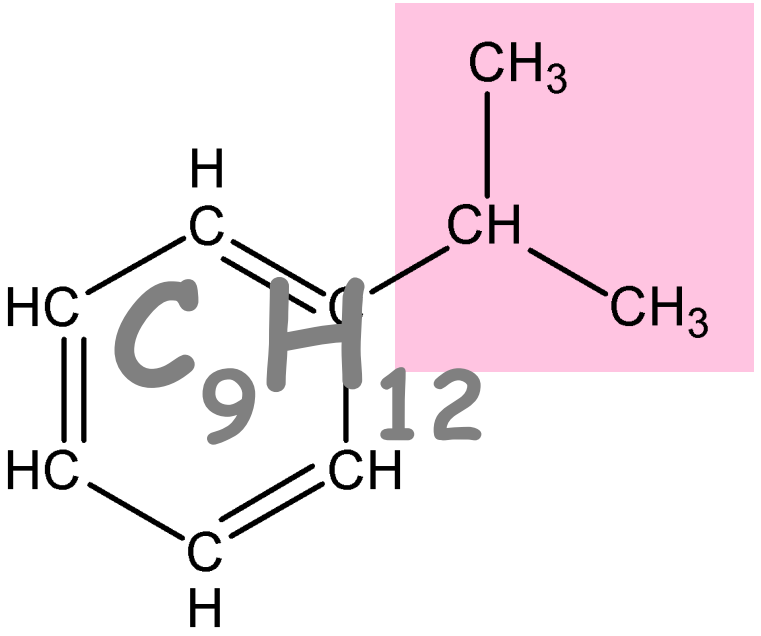
В) изомерия заместителя

один
неразвлетвленный заместитель



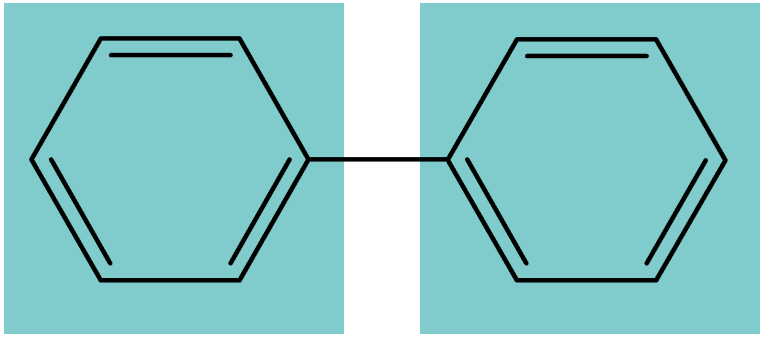
пропилбензол

один
разветвленный заместитель



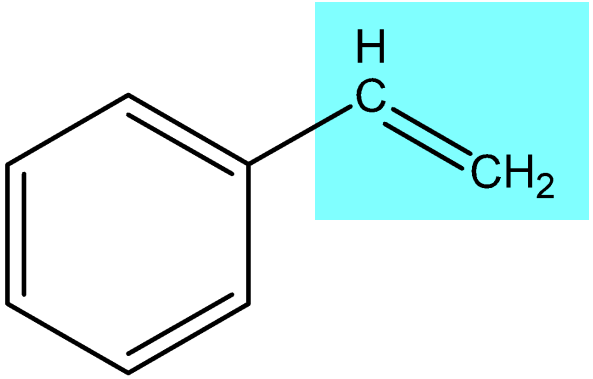
изопропилбензол

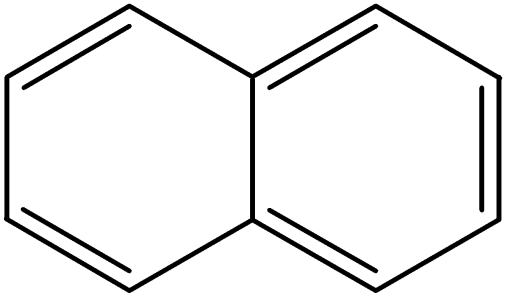
Другие арены



дифенил

стирол
(винилбензол)

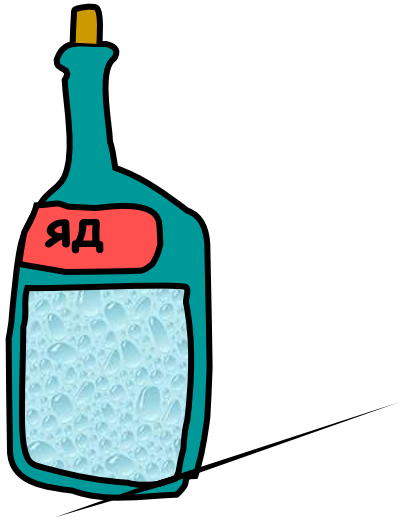




нафталин

Физические свойства аренов

а) агрегатное состояние



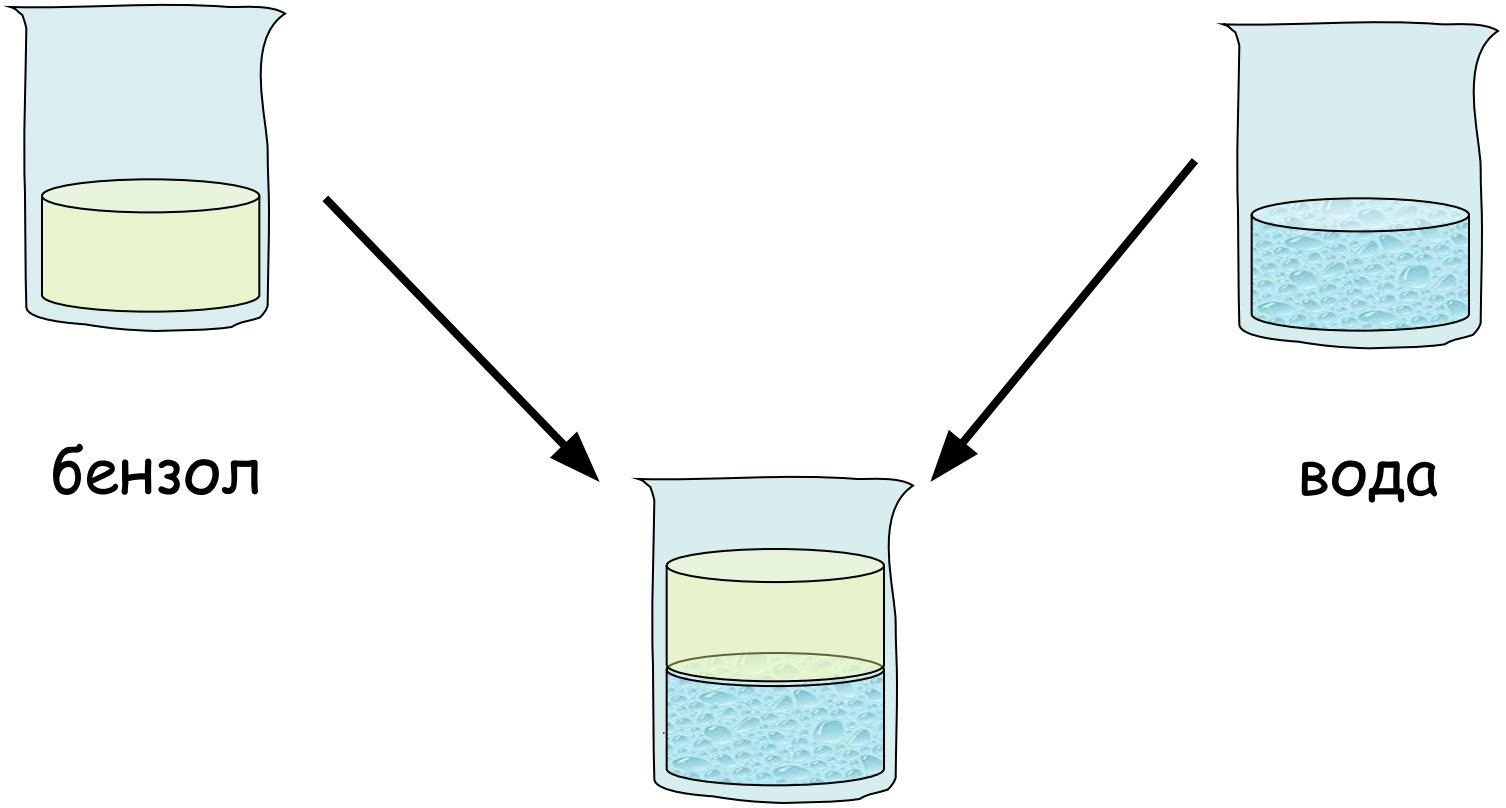
жидкости

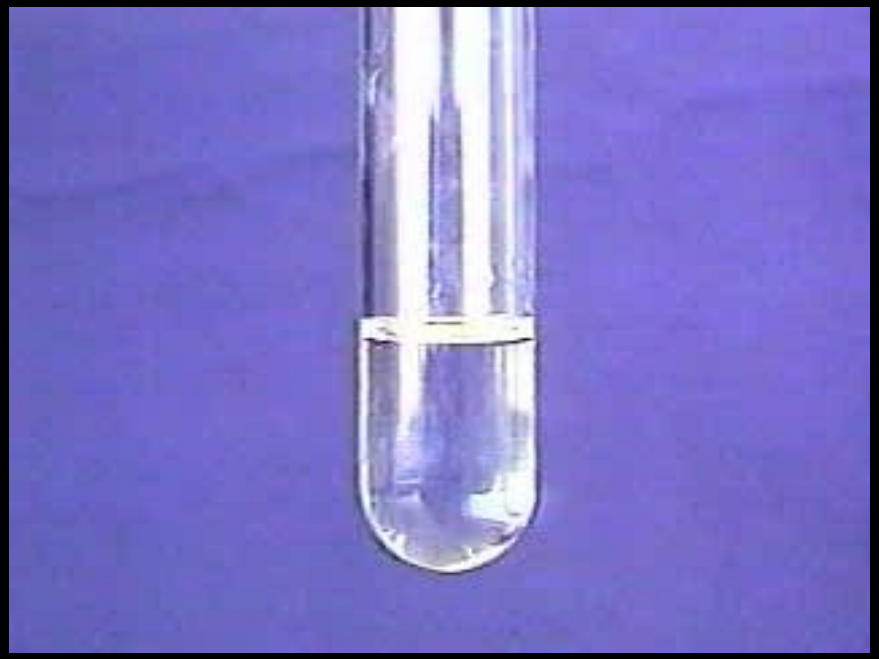
- бензол
- толуол
- ксилол и др.

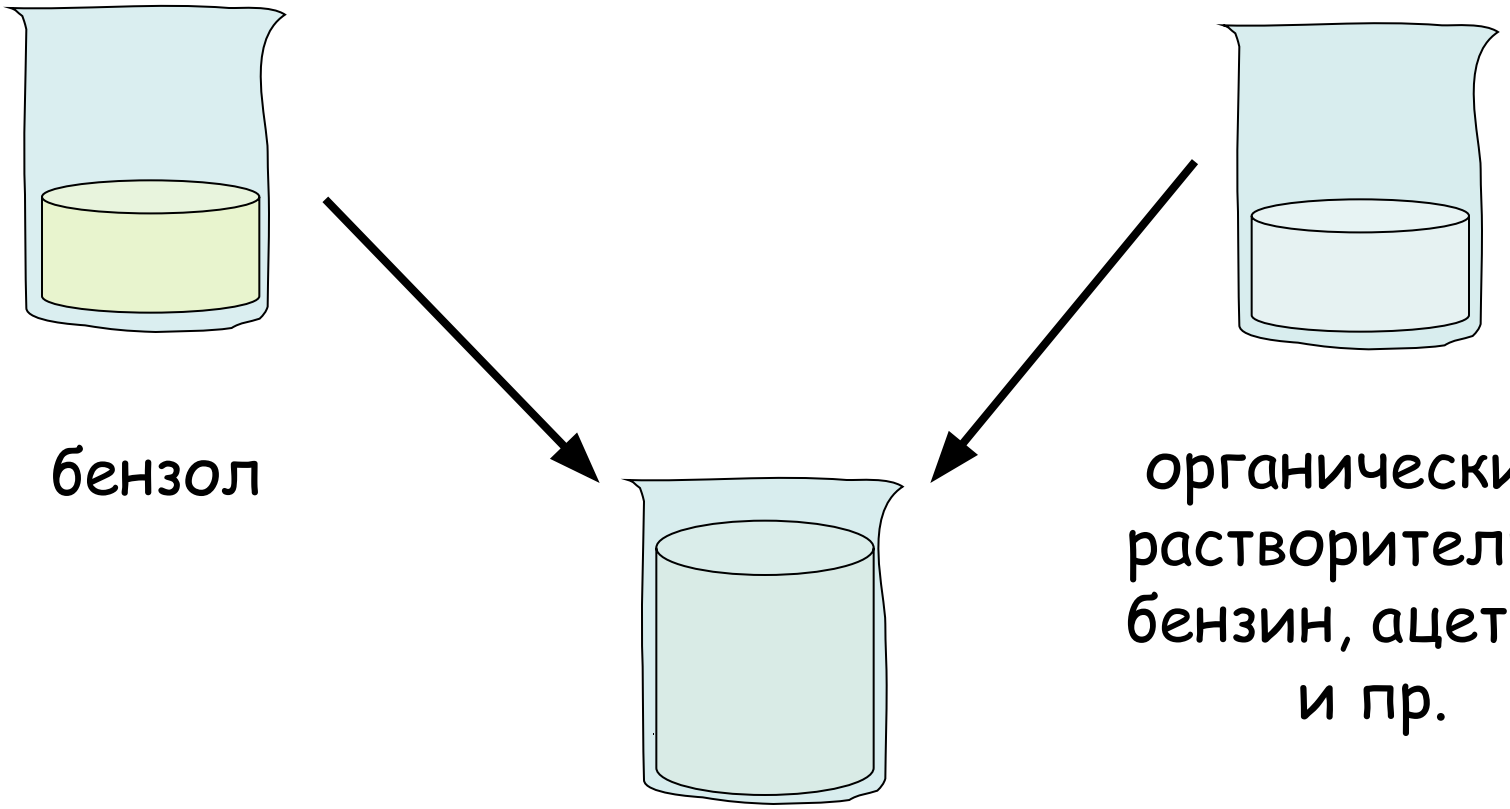
твердые вещества

- дифенил
- нафталин и др.

б) растворимость





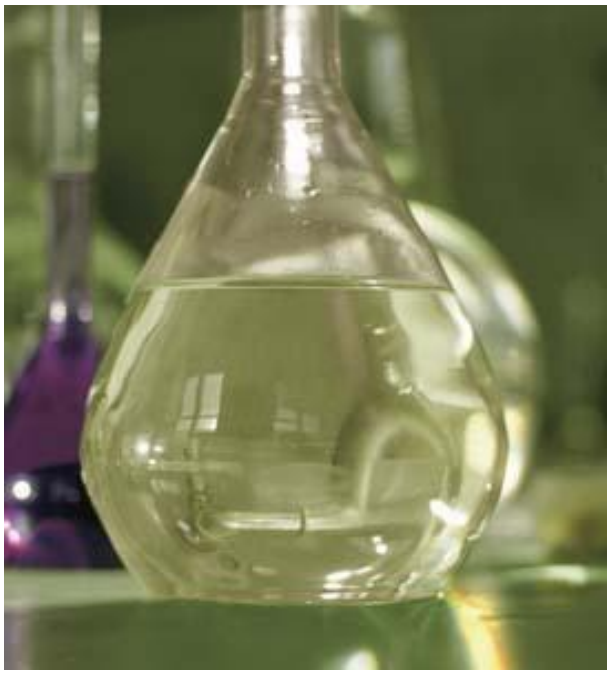


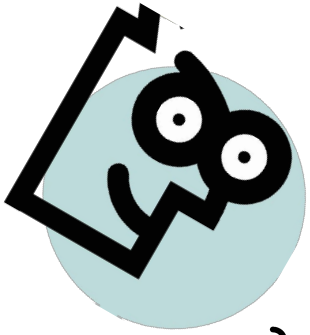
бензол

органические растворители: бензин, ацетон и пр.

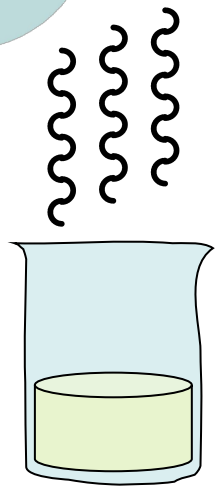
смешиваются

в) запах/летучесть





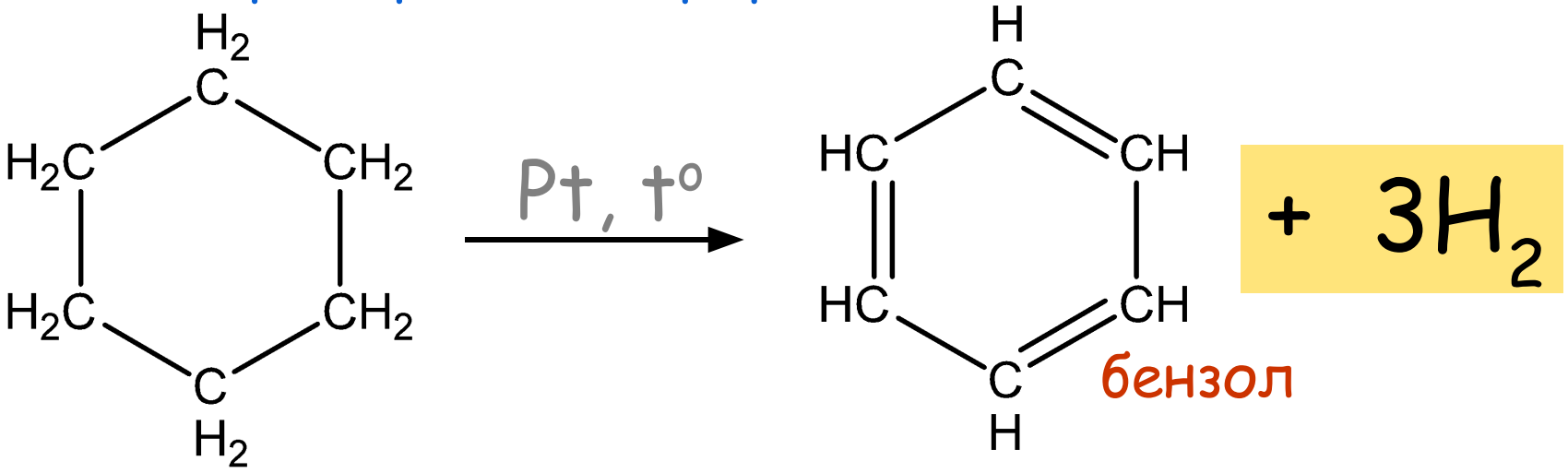
◄бензол►



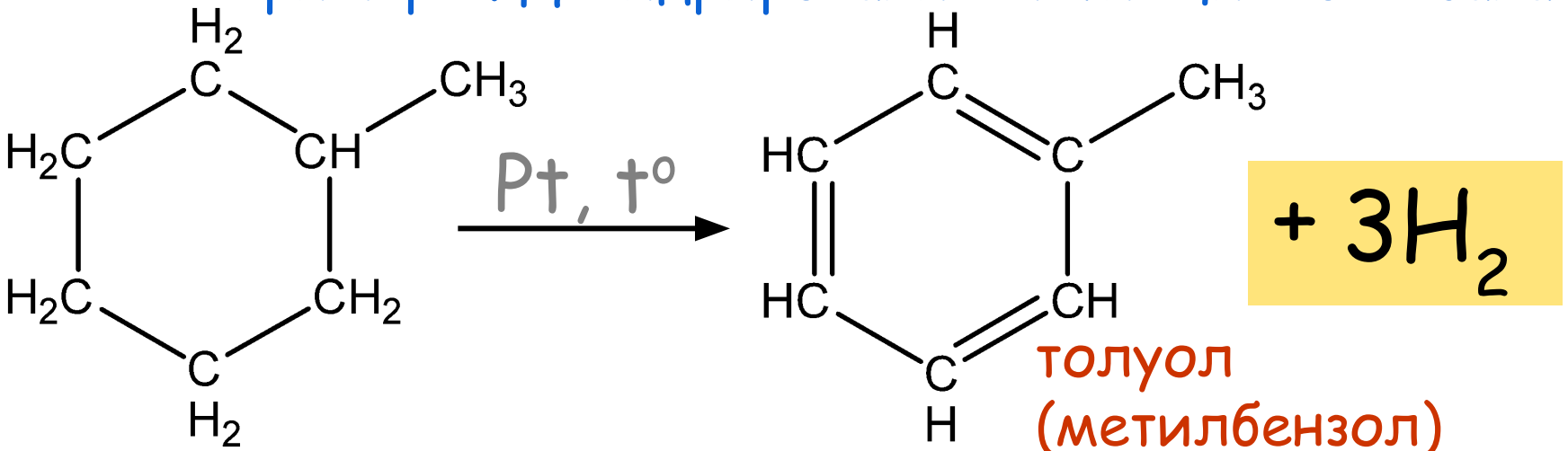
Получение аренов

1. Выделение из нефти
2. Дегидрирование циклоалканов

Пример 1. Дегидрирование циклогексана

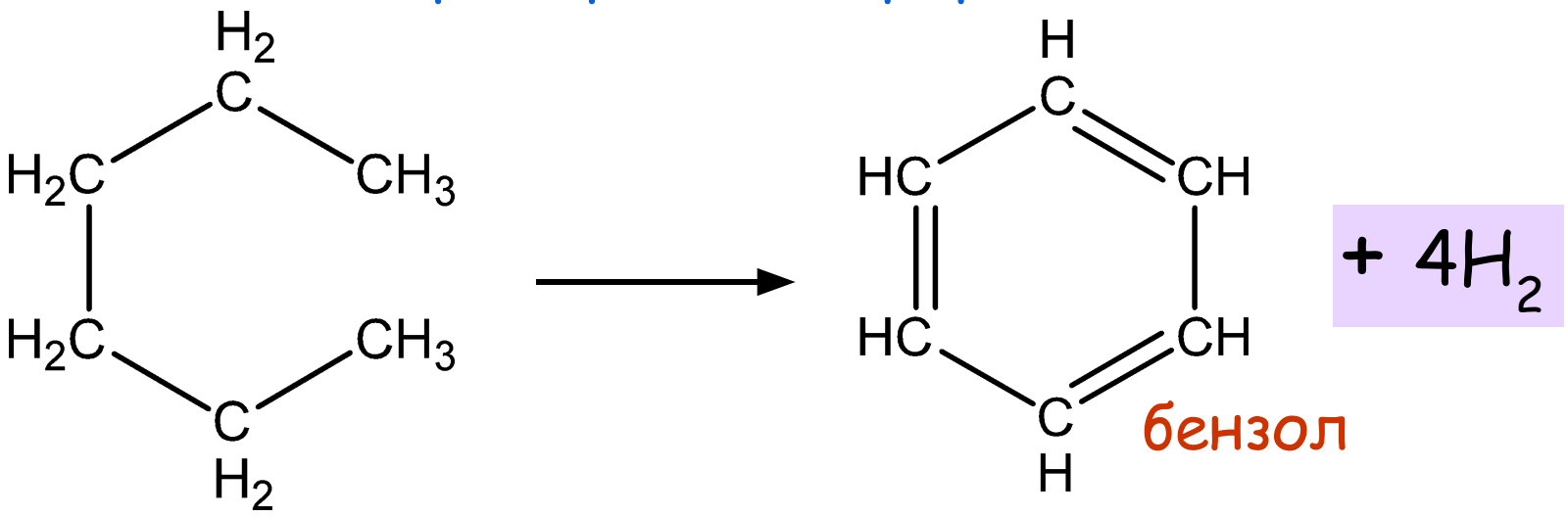


Пример 2. Дегидрирование метилциклогексана

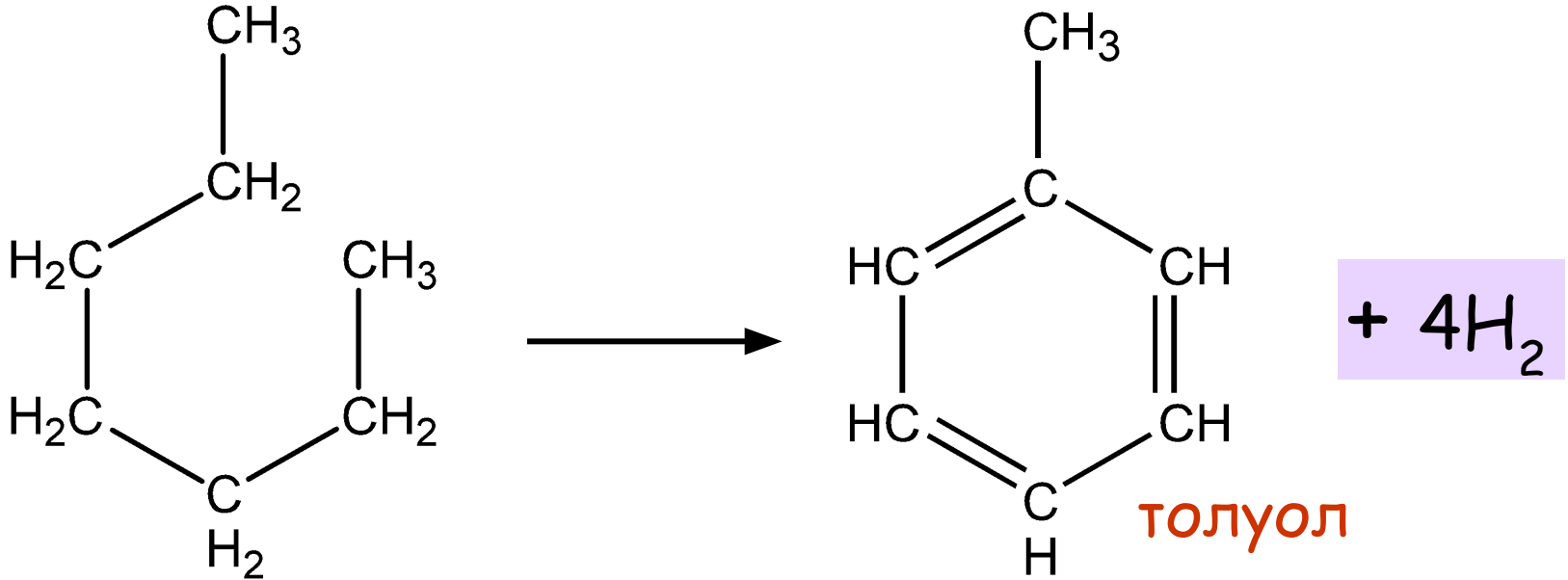


3. Дегидрирование алканов (дегидроциклизация)

Пример 1: дегидрирование гексана

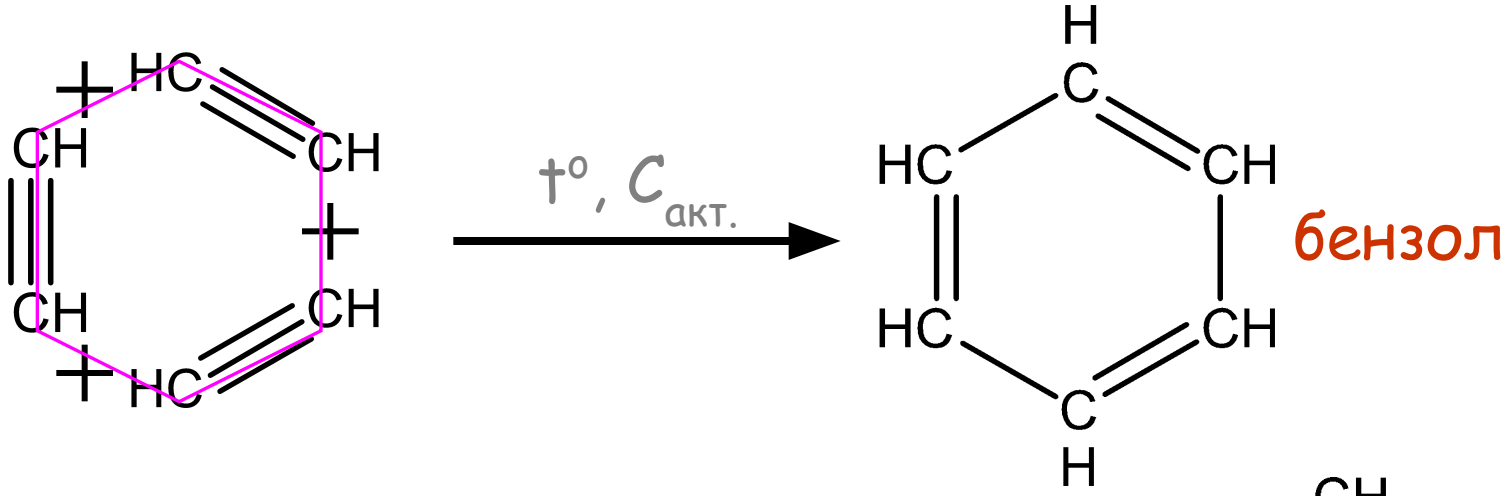


Пример 2: дегидрирование гептана

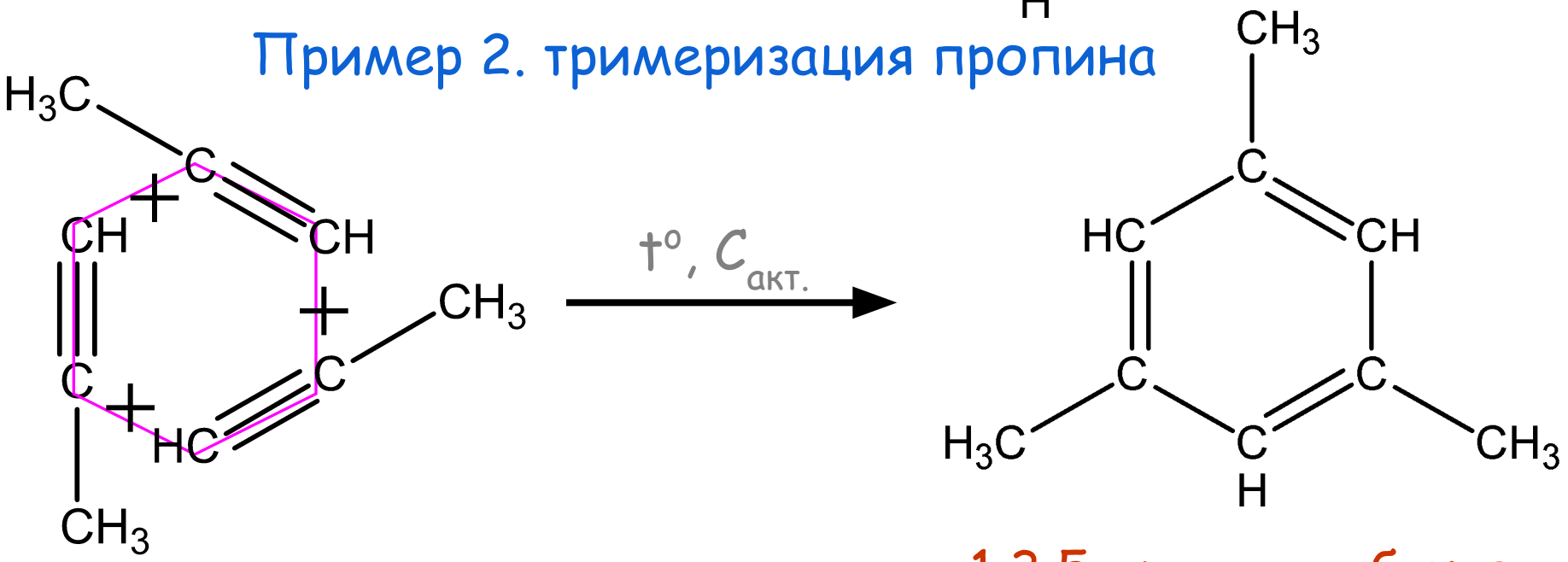


4. Тримеризация алкинов

Пример 1. тримеризация ацетилена (этина)



Пример 2. тримеризация пропина



1,3,5-триметилбензол

Химические свойства аренов

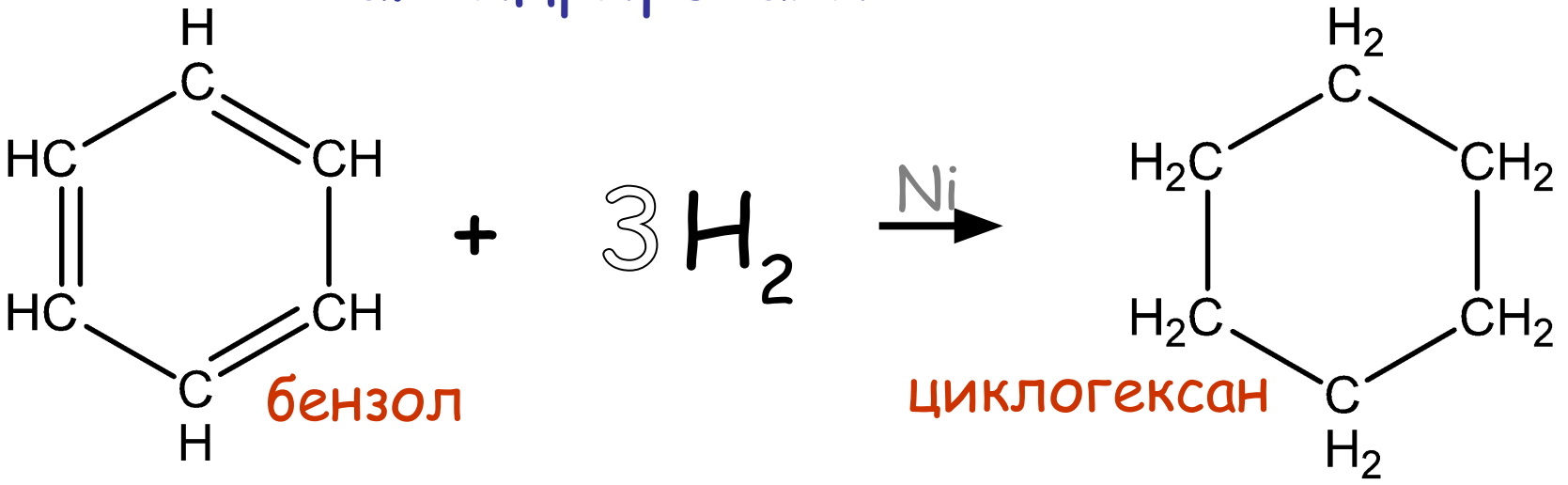
1. Горение

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

Пламя красное, коптящее

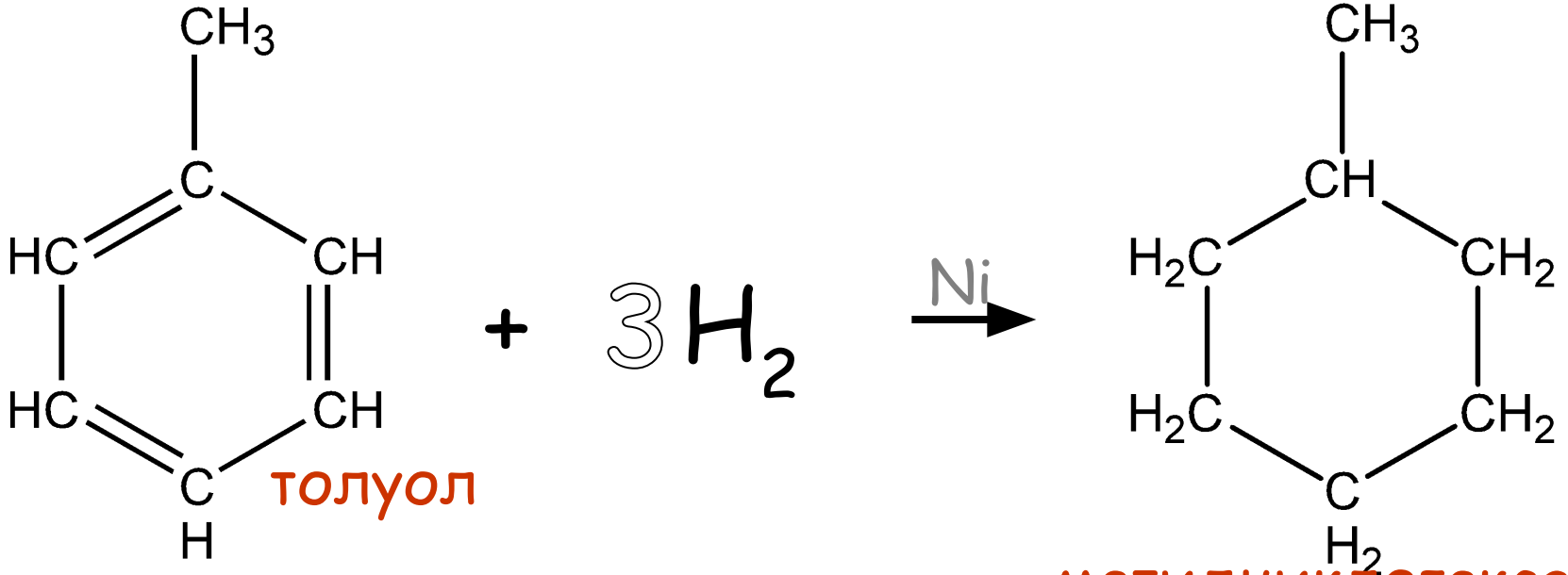
2. Присоединение

2а. Гидрирование



бензол

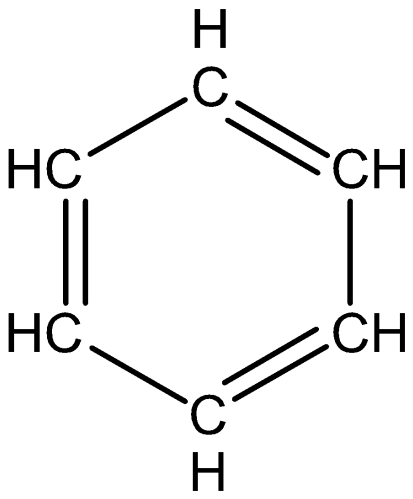
циклогексан



толуол

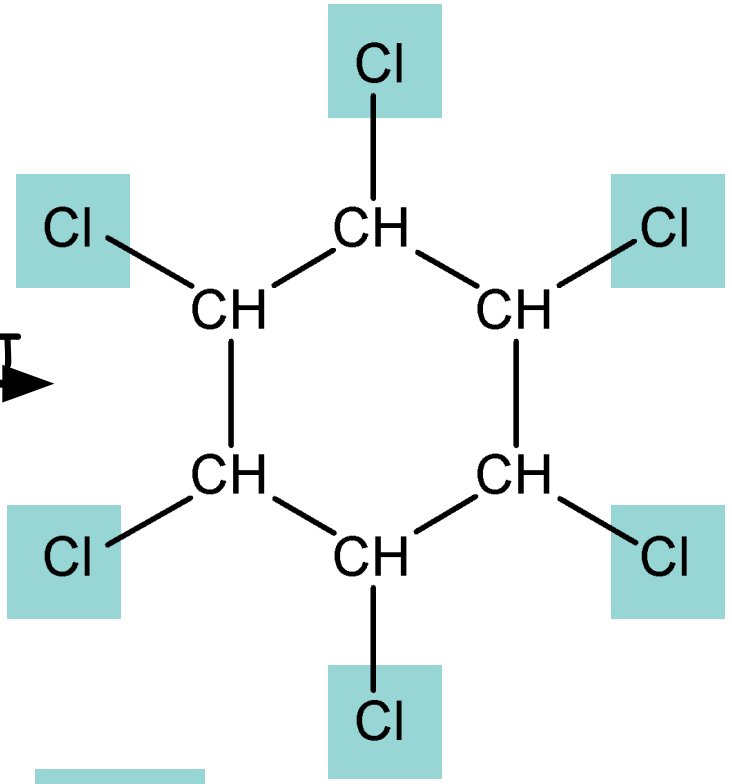
метилциклогексан

2б. Галогенирование (хлорирование)



бензол

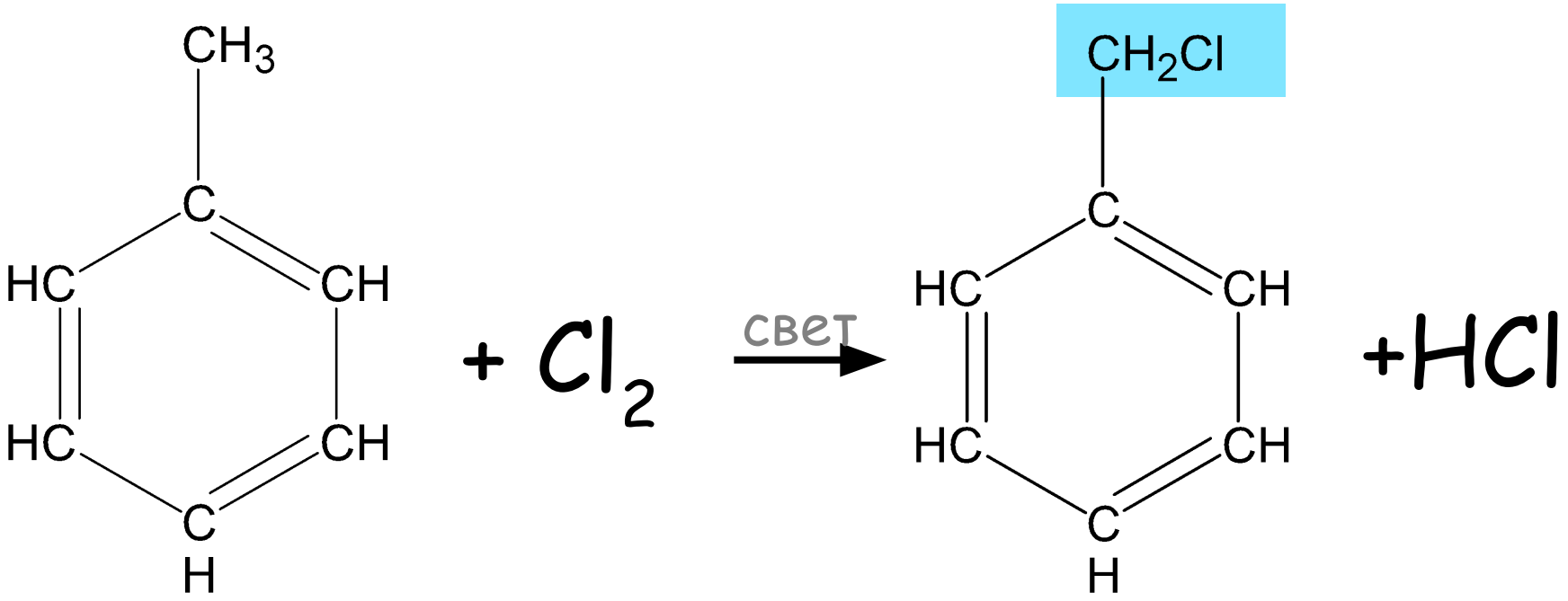
$+ 3Cl_2 \xrightarrow{\text{свет}}$



1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан
(гексахлоран)
(применяется как ядохимикат)

НО!

ХЛОРИРОВАНИЕ ТОЛУОЛА НА СВЕТУ – НЕ ПРИСОЕДИНЕНИЕ, А ЗАМЕЩЕНИЕ В БОКОВОЙ ЦЕПИ !

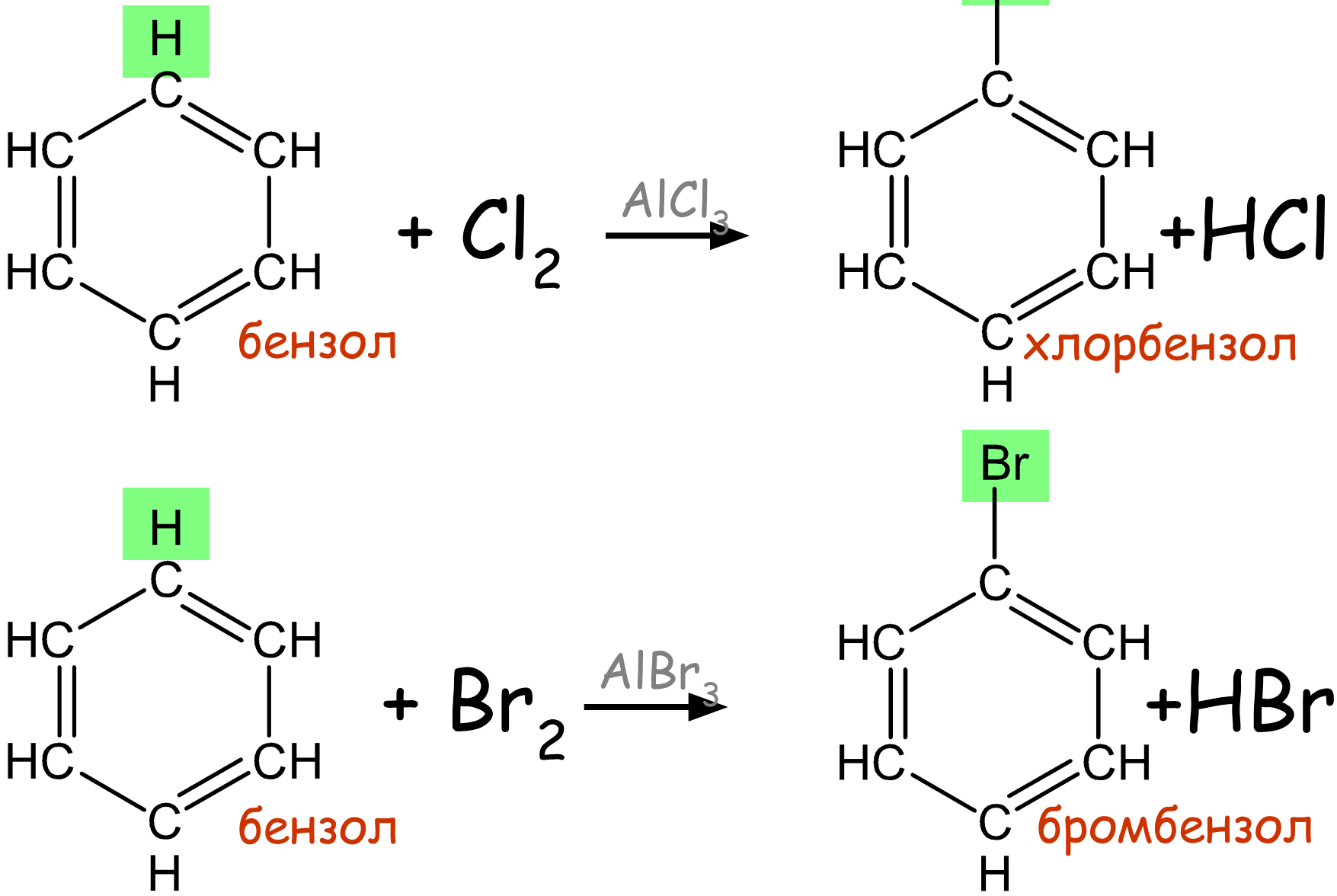


3. Замещение

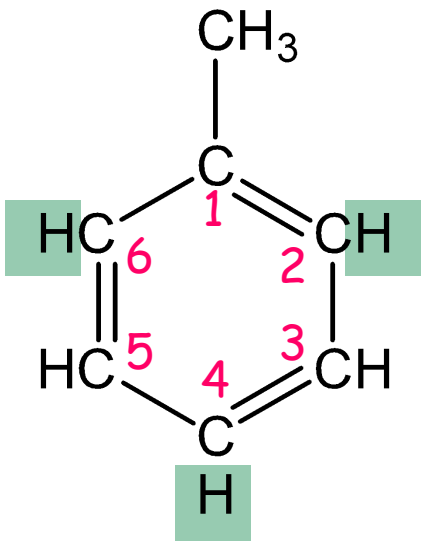
Замещаемый элемент: -H

Замещающий элемент: -Cl(Br)

Галогенирование



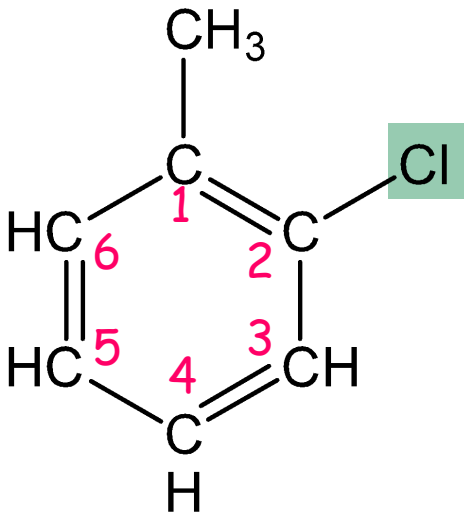
При соотношении толуола и хлора 1:1



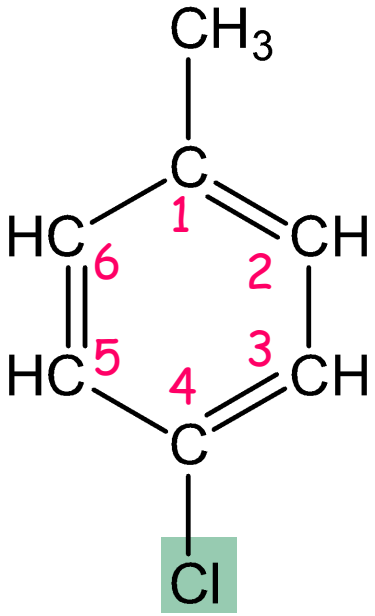
толуол

$+Cl_2$ $\xrightarrow{AlCl_3}$

орто-хлортолуол



И



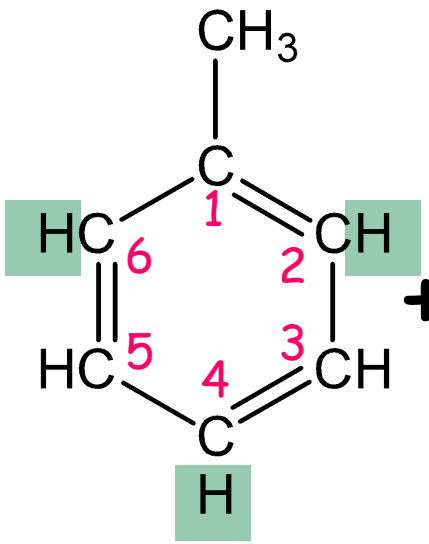
пара-хлортолуол

$+ HCl$

Замещаемый элемент: -H

Замещающий элемент: -Cl

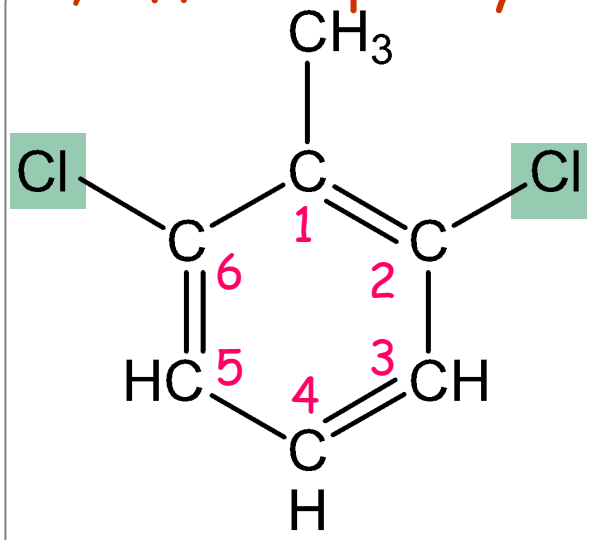
При соотношении толуола и хлора 1:2



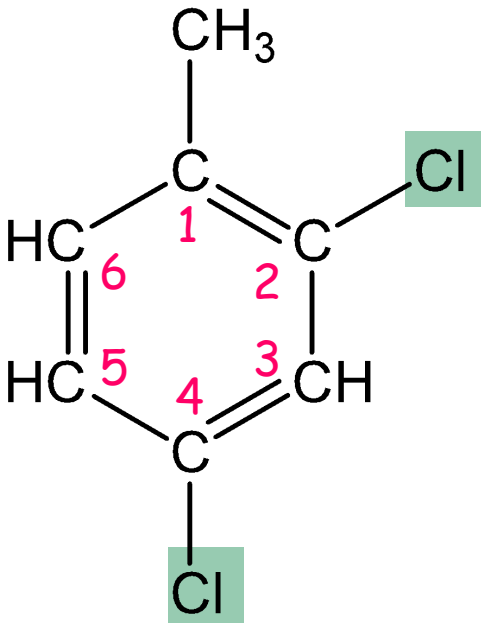
толуол

$+2Cl_2$ $\xrightarrow{AlCl_3}$

2,6-дихлортолуол



или



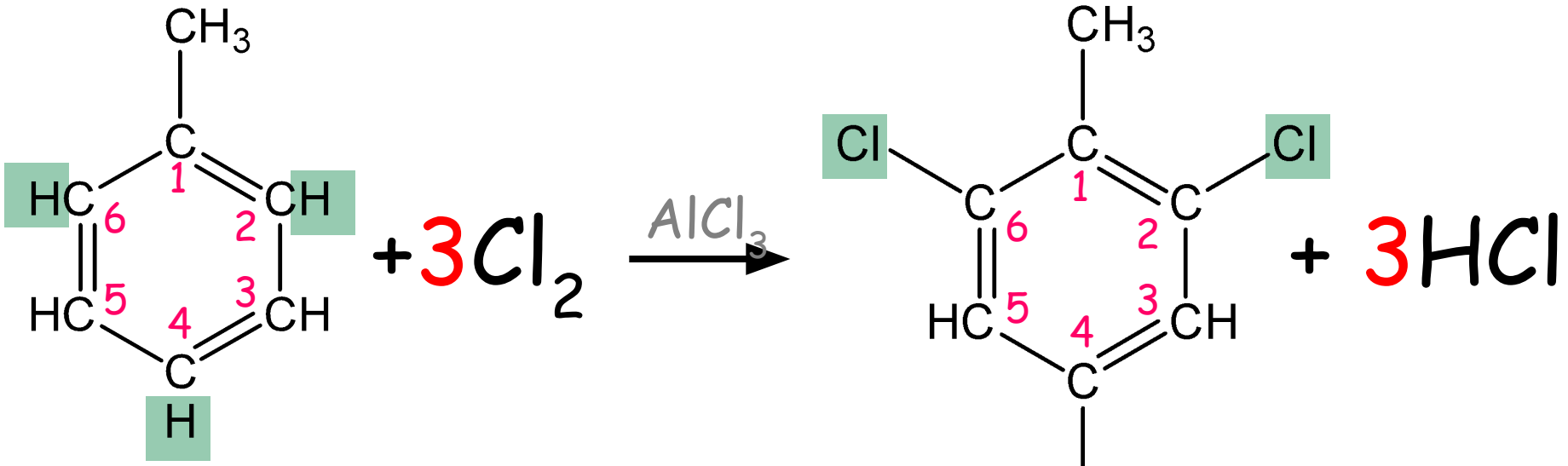
2,4-дихлортолуол

$+2HCl$

Замещаемый элемент: -H

Замещающий элемент: -Cl

При соотношении толуола и хлора 1:3



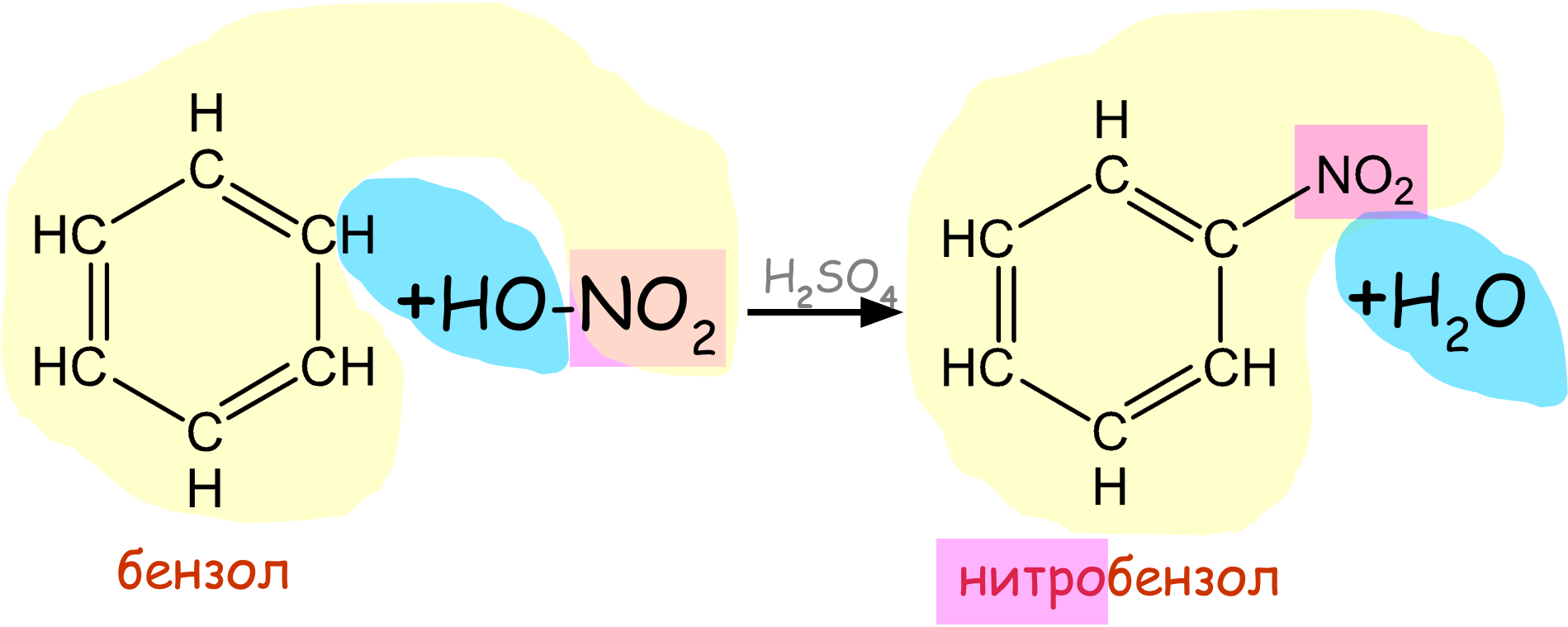
толуол

2,4,6-трихлортолуол

Замещаемый элемент: -H

Замещающий элемент: -Cl

3б. Нитрование



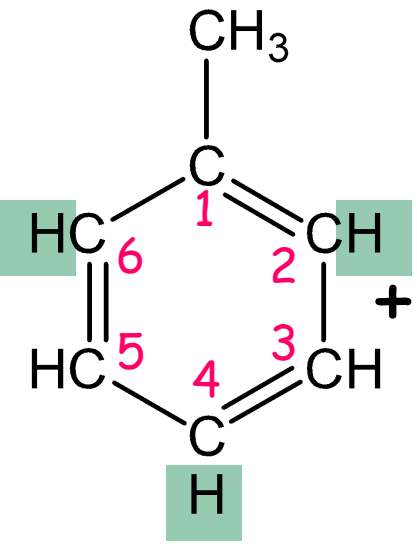
бензол

нитробензол

Замещаемый элемент: -H

Замещающая группа: $-NO_2$ (нитрогруппа)

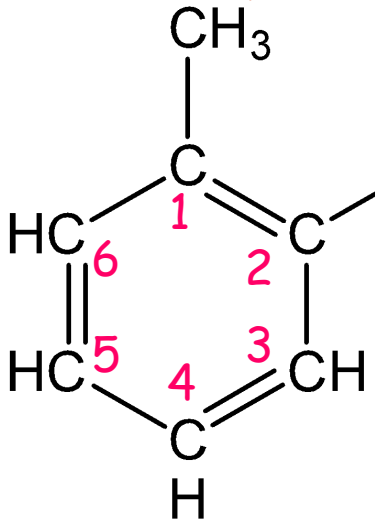
При соотношении толуола и азотной кислоты 1:1



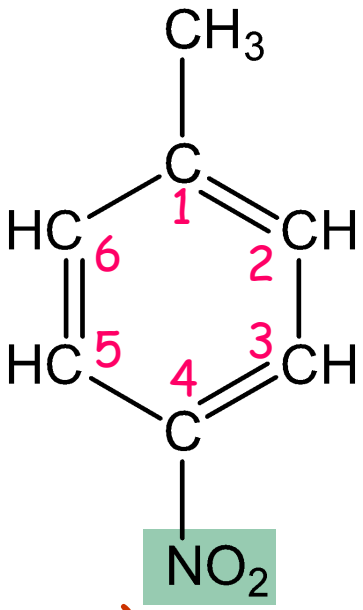
толуол

$+HO\text{-}NO_2$ $\xrightarrow{H_2SO_4}$

2-(орто)-нитротолуол



или



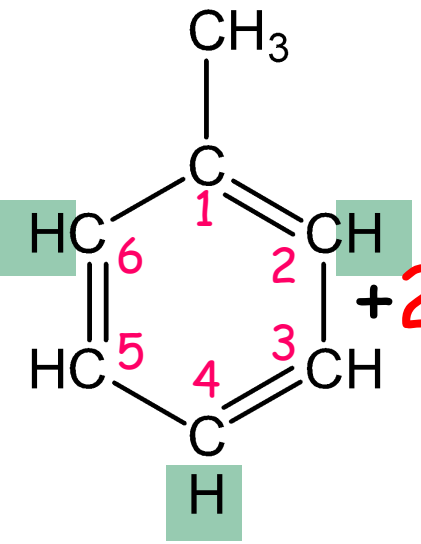
4-(пара)-нитротолуол

$+ H_2O$

Замещаемый элемент: -H

Замещающая группа: $-NO_2$

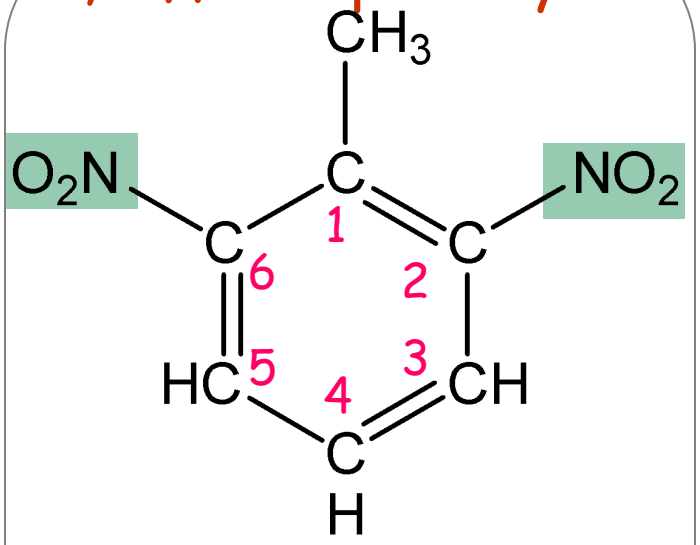
При соотношении толуола и азотной кислоты 1:2



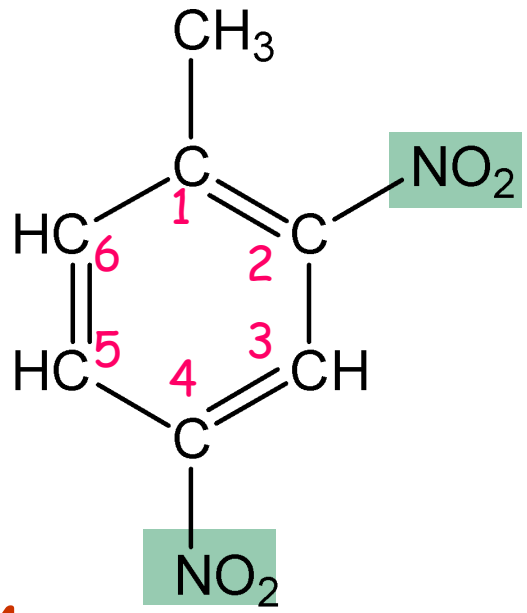
толуол

$+2HO\text{-}NO_2 \xrightarrow{H_2SO_4}$

2,6-динитротолуол



или



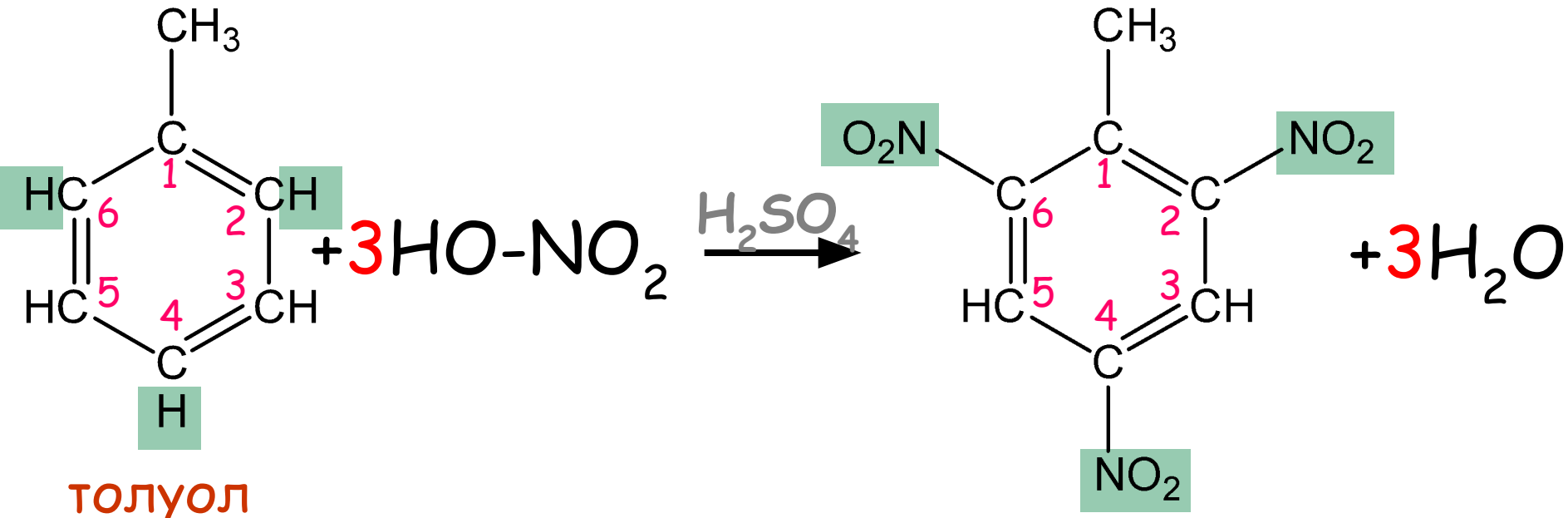
2,4-динитротолуол

$+2H_2O$

Замещаемый элемент: -H

Замещающая группа: $-NO_2$

При соотношении
толуола и
азотной кислоты 1:3



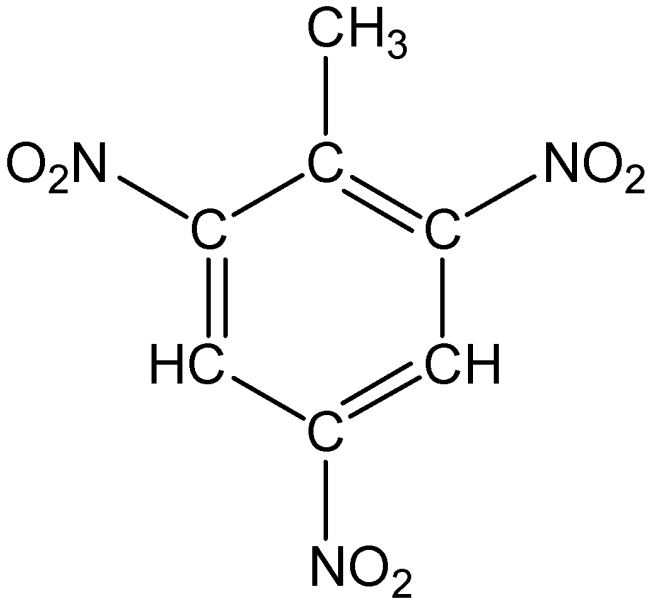
толуол

2,4,6-тринитротолуол

Замещаемый элемент: -H

Замещающая группа: $-NO_2$

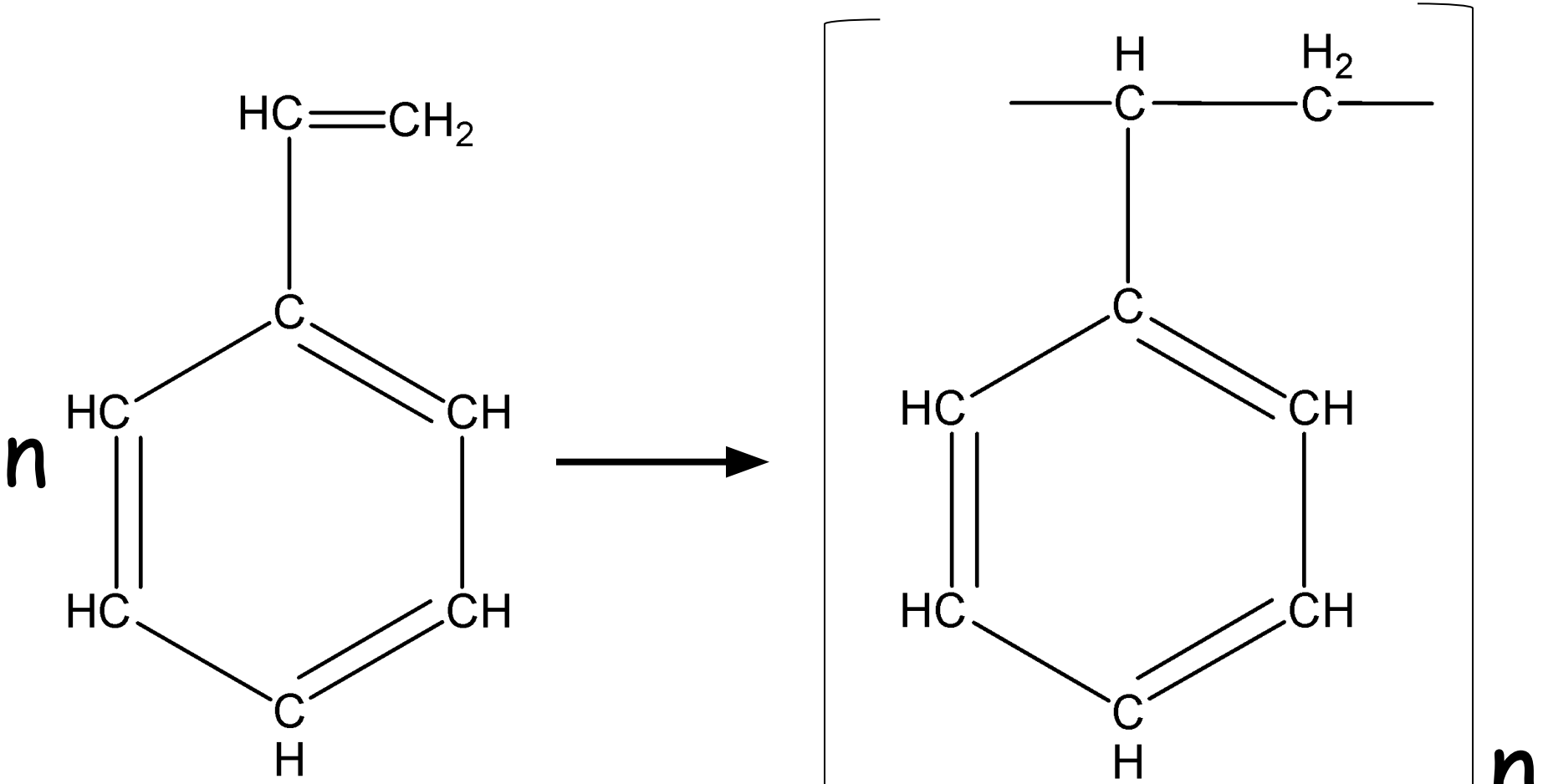
Другие названия:
тол, тротил, ТНТ.



2,4,6-тринитротолуол

Тротиловые шашки используются для разрушения ледяных заторов и предотвращения наводнений

4. Полимеризация (возможна для аренов с непредельными боковыми цепями)



стирол

полистирол

ПРИМЕНЕНИЕ АРЕНОВ

- Бензол является сырьем для производства
  - Красителей
  - Лекарств
  - Пластмасс
  - Ядохимикатов (пестицидов)

а также используется как растворитель.

- Толуол используется как сырье для изготовления
  - Красителей
  - Взрывчатых веществ
  - Заменителей сахара (сахарин)
- Стирол используется как сырье для производства
  - Полистирола и пенополистирола (пенопласта)
  - Бутадиенстирольного каучука
- Ксилолы используются как сырье для изготовления
  - Синтетического волокна лавсана

Домашнее задание

Составьте уравнения реакций, соответствующих данным превращениям:

$CH_4 \rightarrow C_2H_2 \rightarrow C_6H_6 \rightarrow C_6H_5Cl \rightarrow$ дифенил