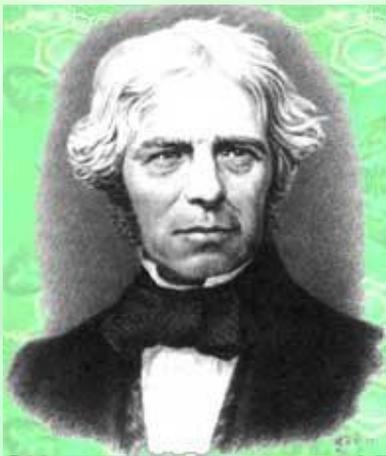
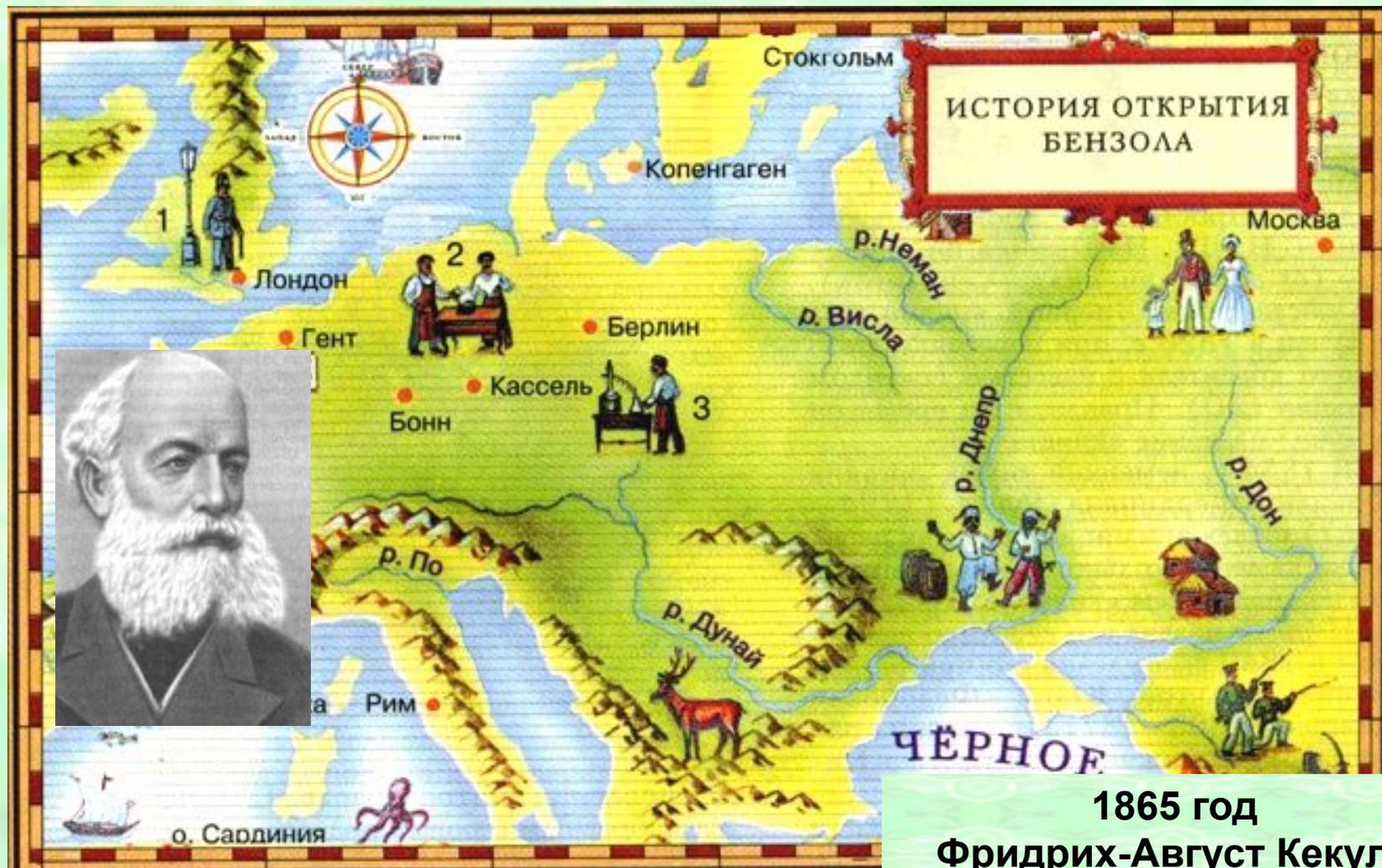


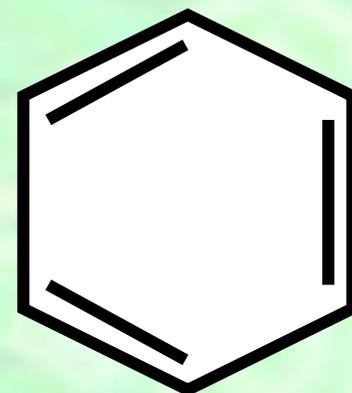
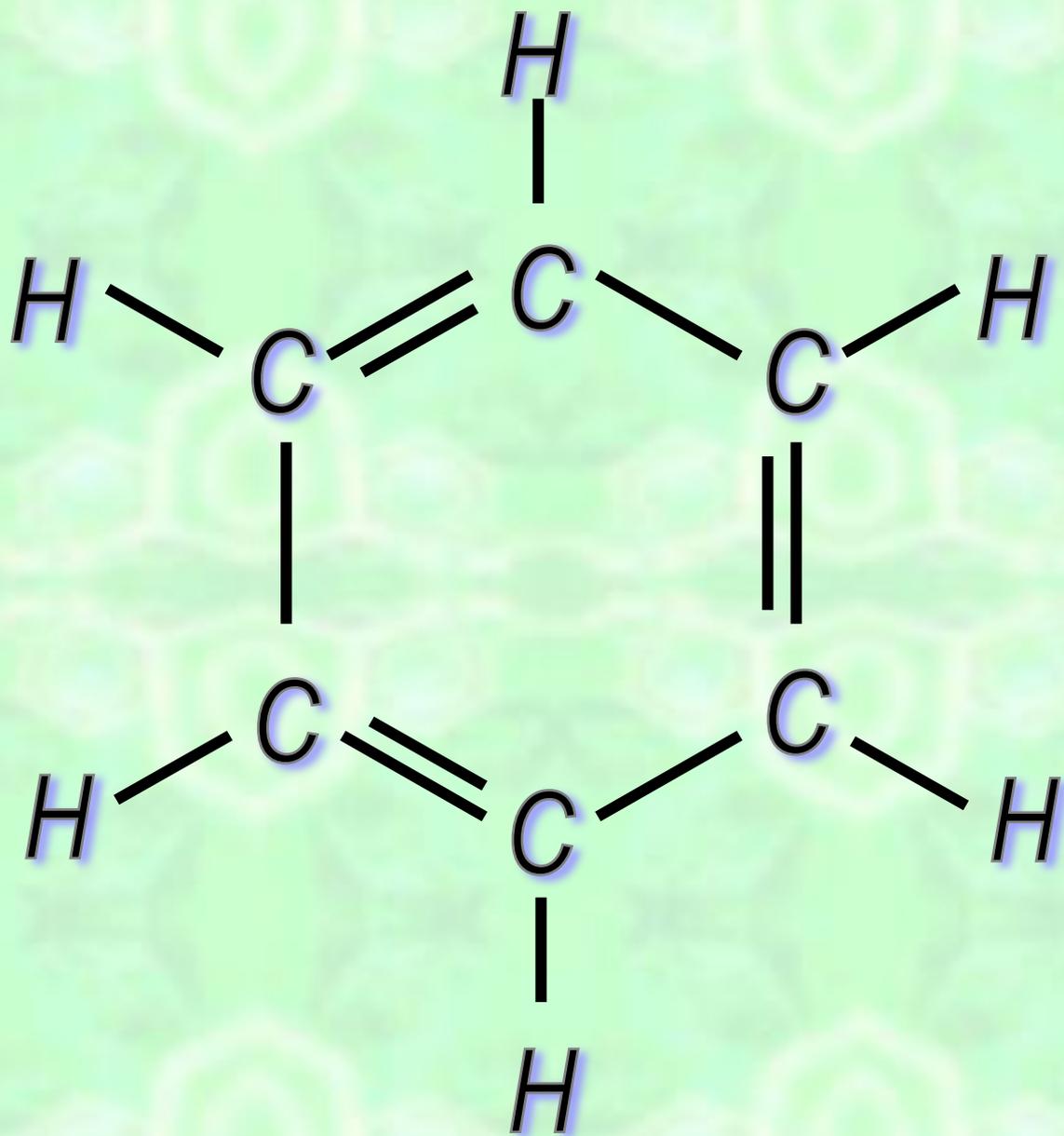
Бензол и его свойства





1825 год.
Майкл Фарадей
выделил бензол из
свещного газа.

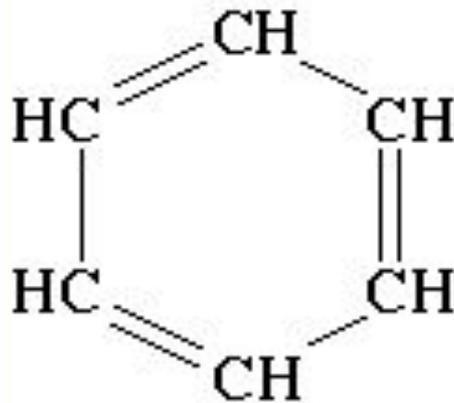




Формула Кекуле

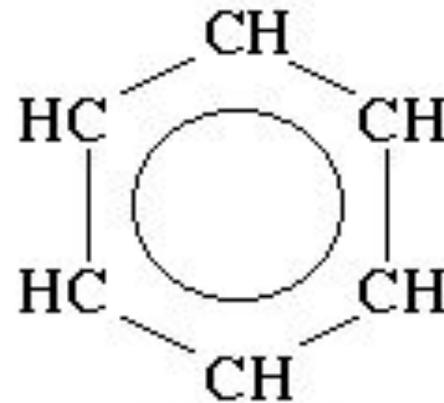
1892 год

Бензол C_6H_6

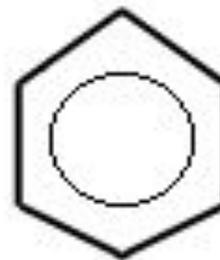


Формула Кекуле

или

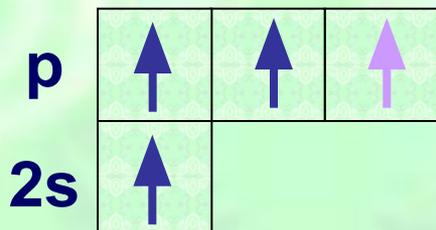


Формула
с делокализованными
связями

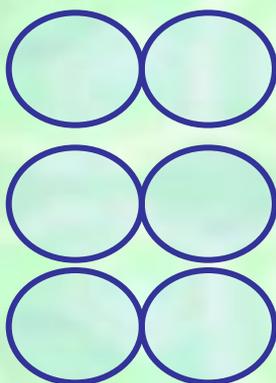


Сокращенные формулы

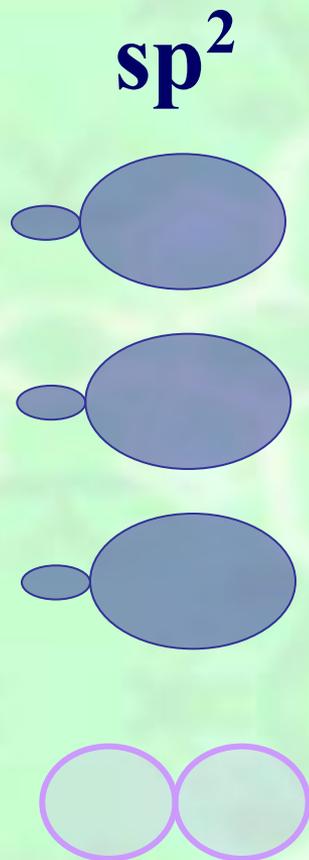
C*

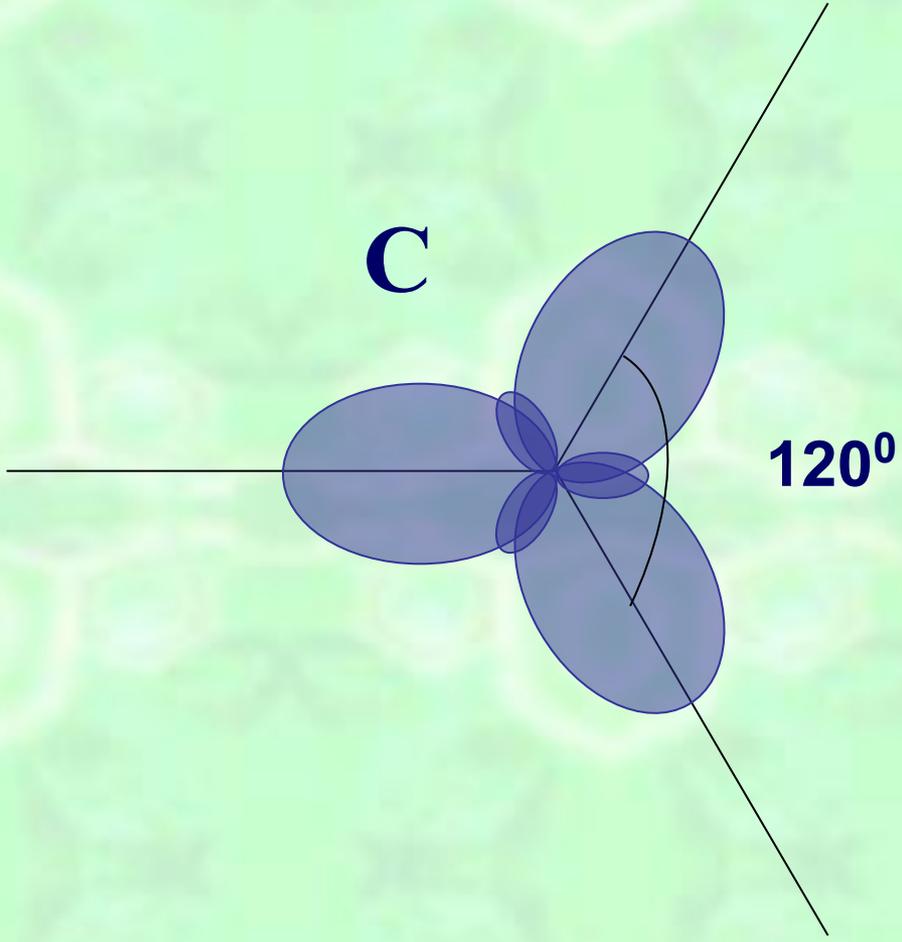


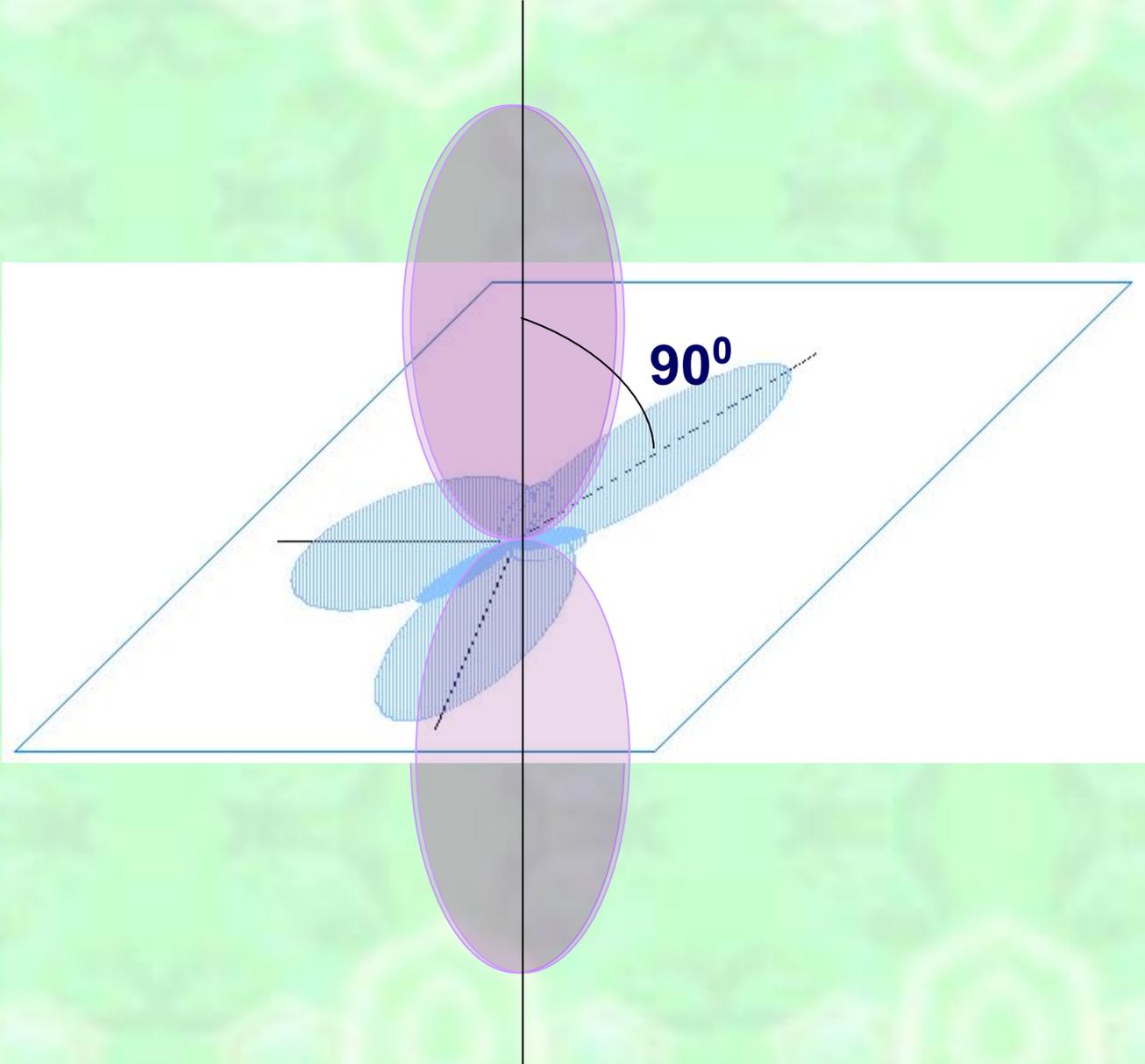
+

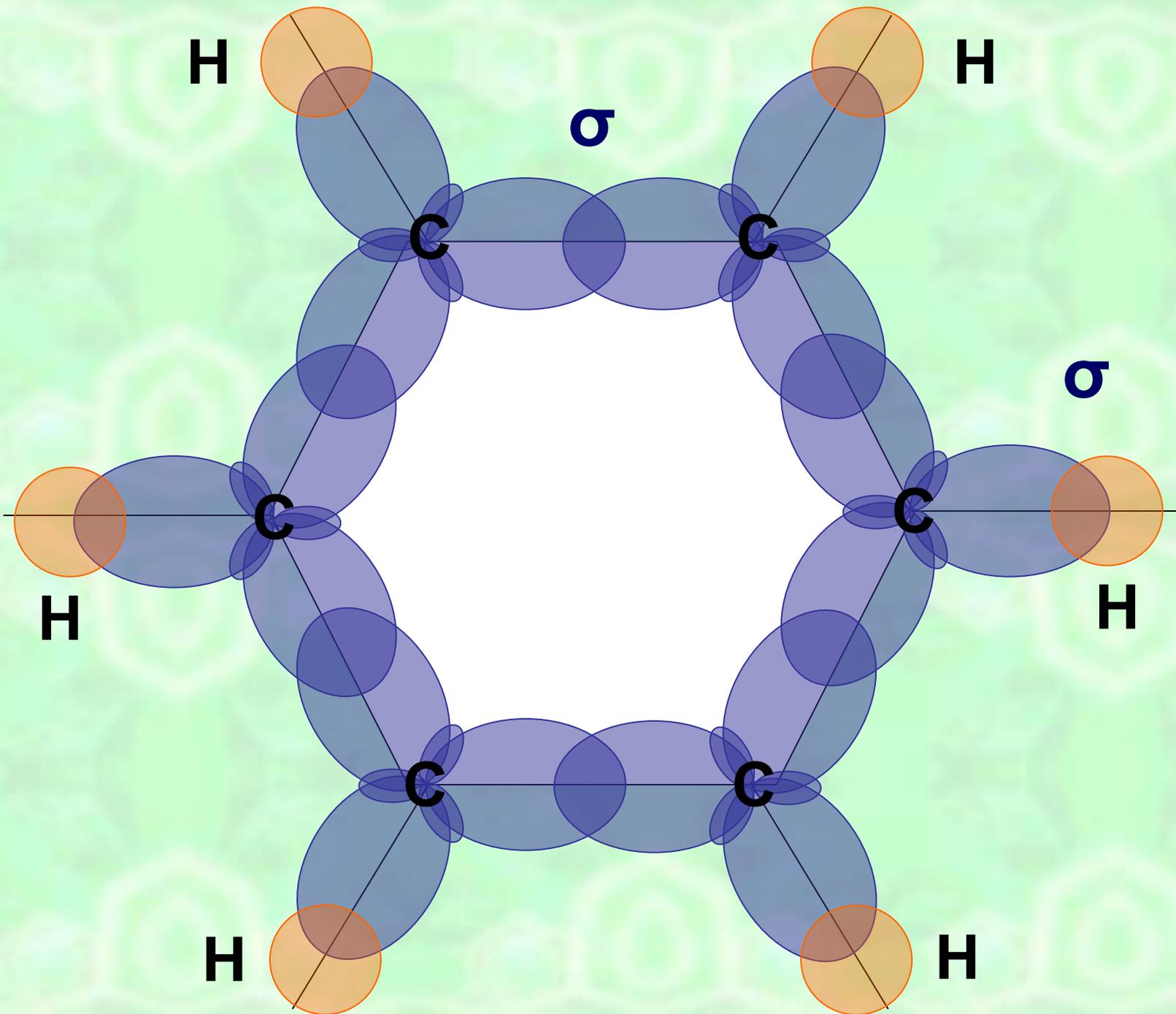


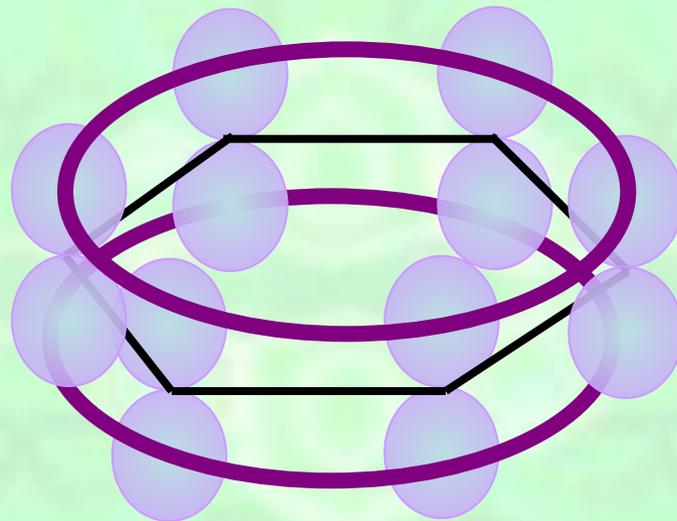
→

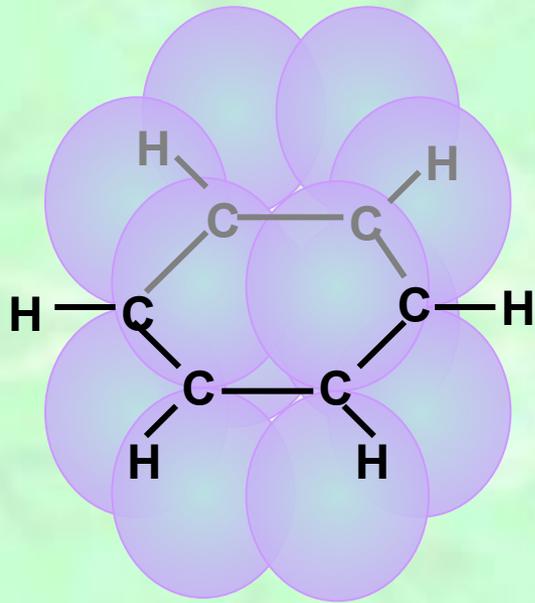






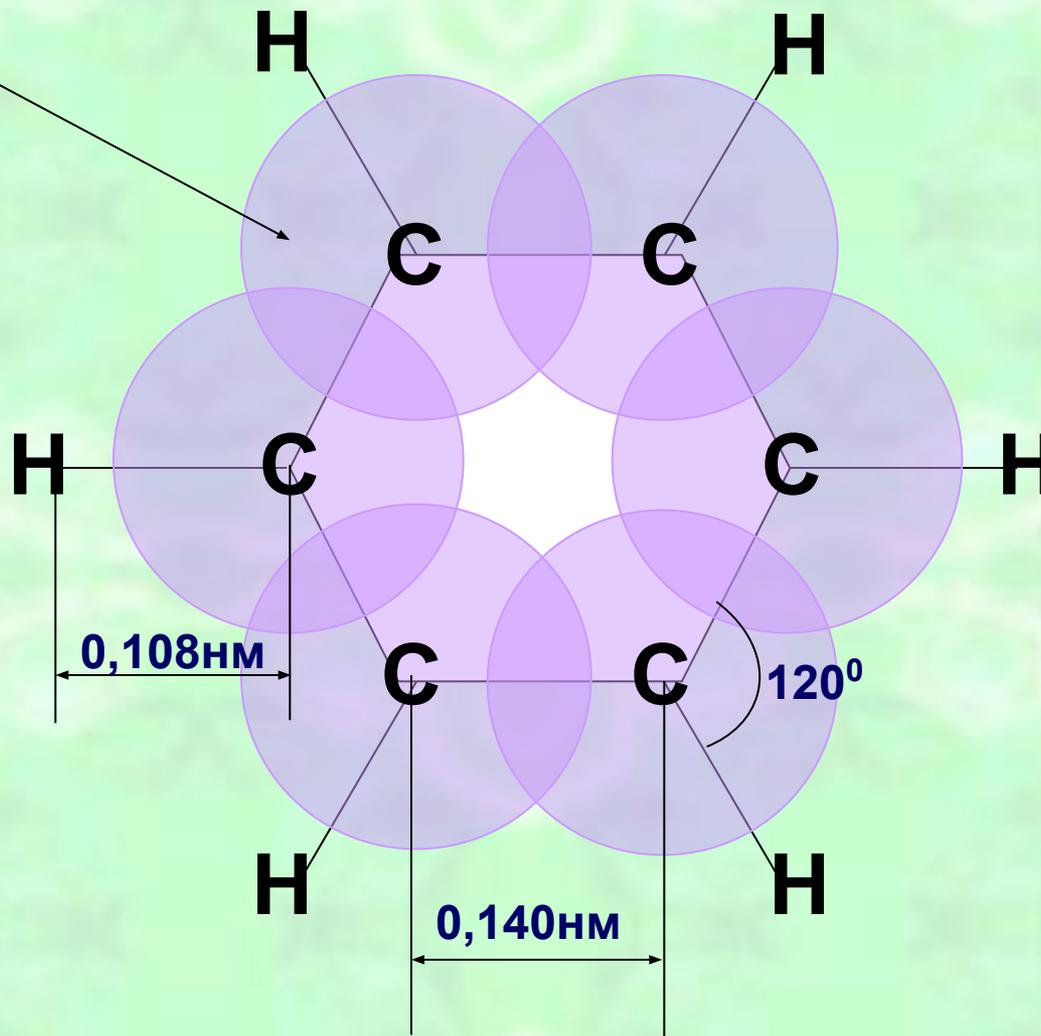




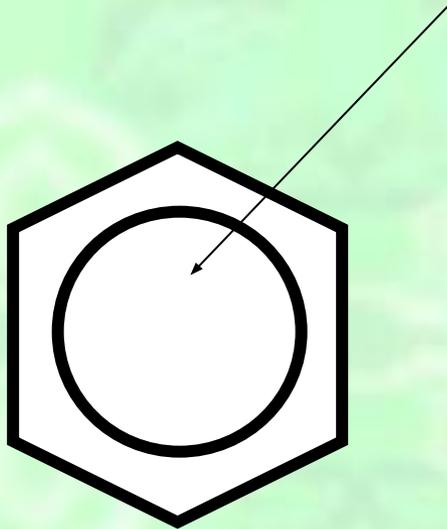


р-орбитали

π-связи
(вид сверху)



Равномерное распределение
электронной плотности в молекуле
(π-связь)



СОПРЯЖЁННАЯ СИСТЕМА

Циклические, плоские сопряжённые полиеновые системы, содержащие $(4n + 2)$ [$n = 1, 2, 3$ и т. д.] делокализованных π-электронов, называют ароматическими соединениями.

БЕНЗОЛ

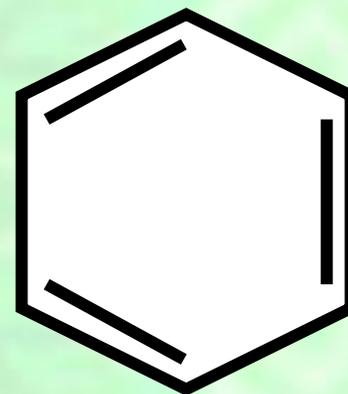
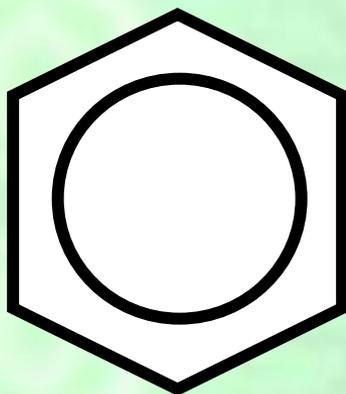


sp^2

ПЛОСКОСТНОЕ

0,14 нм

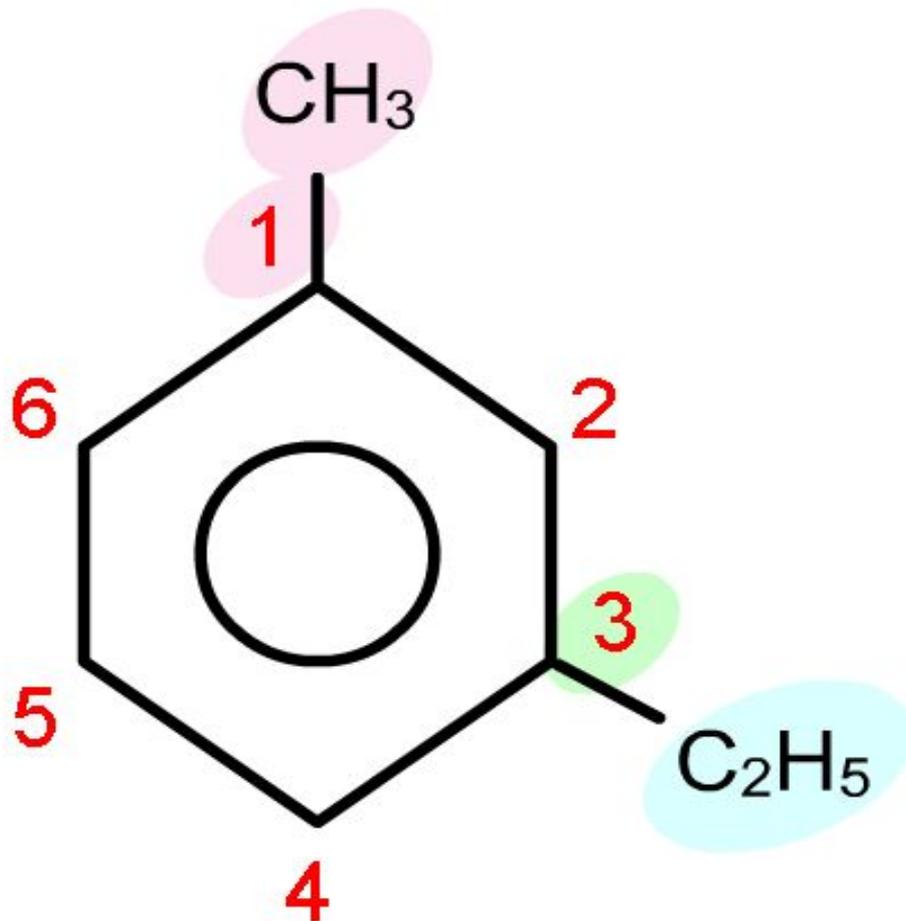
«ПОЛУТОРНЫЕ» СВЯЗИ



РЕАКЦИИ ЗАМЕЩЕНИЯ

РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

Номенклатура аренов



1 - МЕТИЛ - 3 - ЭТИЛБЕНЗОЛ

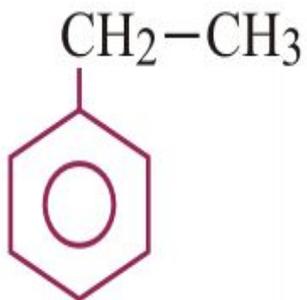
Гомологи бензола



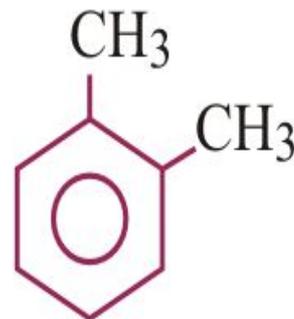
МЕТИЛБЕНЗОЛ
(толуол)



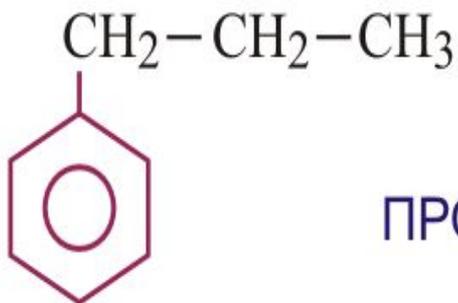
МЕТИЛБЕНЗОЛ
(ТОЛУОЛ)



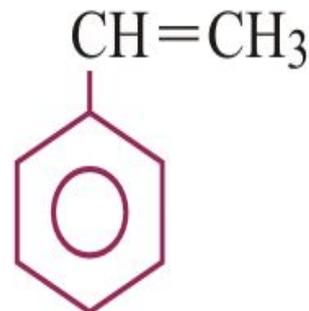
ЭТИЛБЕНЗОЛ



1,2 - ДИМЕТИЛБЕНЗОЛ
(o - КСИЛОЛ)

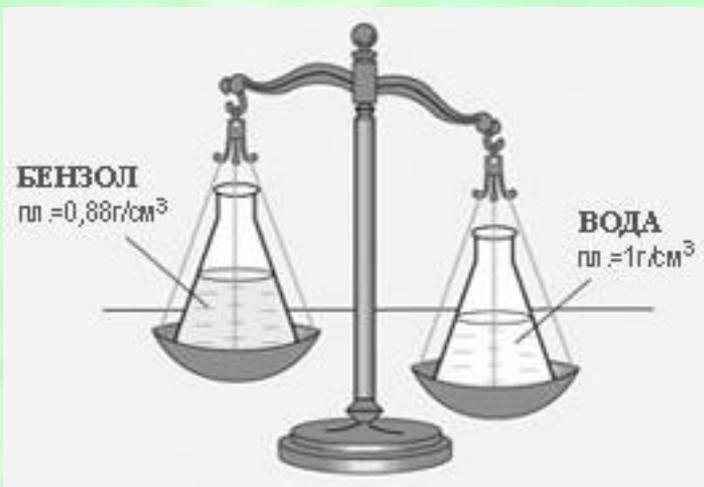


ПРОПИЛБЕНЗОЛ



ВИНИЛБЕНЗОЛ
(СТИРОЛ)

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

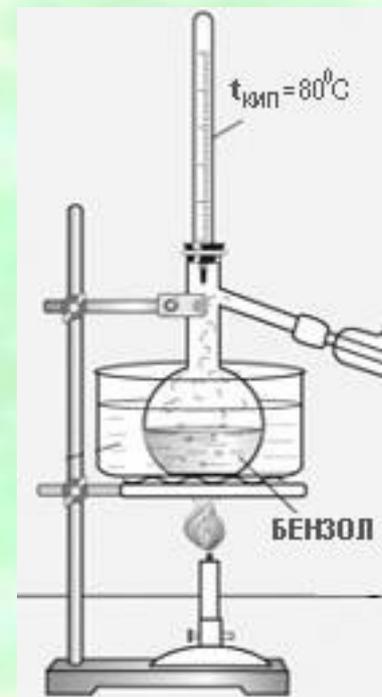
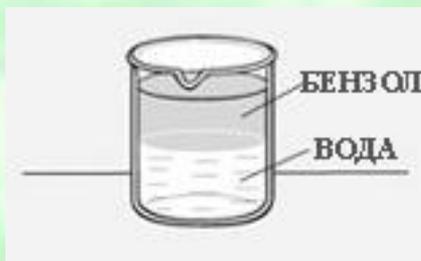


БЕНЗОЛ – бесцветная жидкость со своеобразным запахом, не растворяется в воде, хорошо смешивается с неполярными органическими растворителями

$$t_{\text{кип.}} = 80^{\circ}\text{C}$$

$$t_{\text{пл.}} = 5,5^{\circ}\text{C}$$

$$\rho = 0,88 \text{ г/см}^3$$



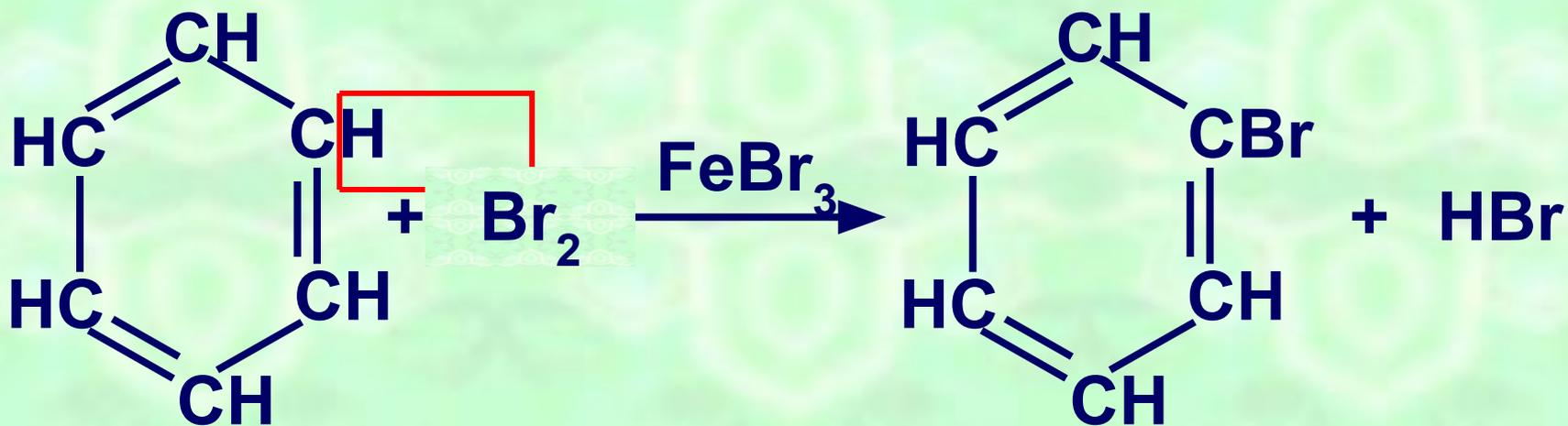
ТОКСИЧЕН! ПДК – 5 мг/м³

Смертельная концентрация в крови – 0,9 мг/л

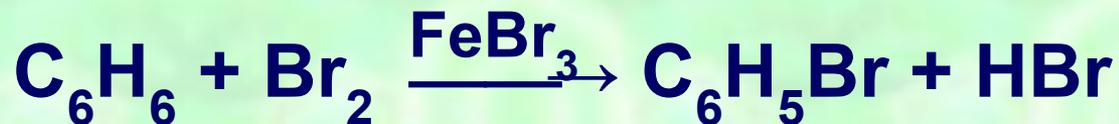
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

I. Реакция замещения

а) галогенирование



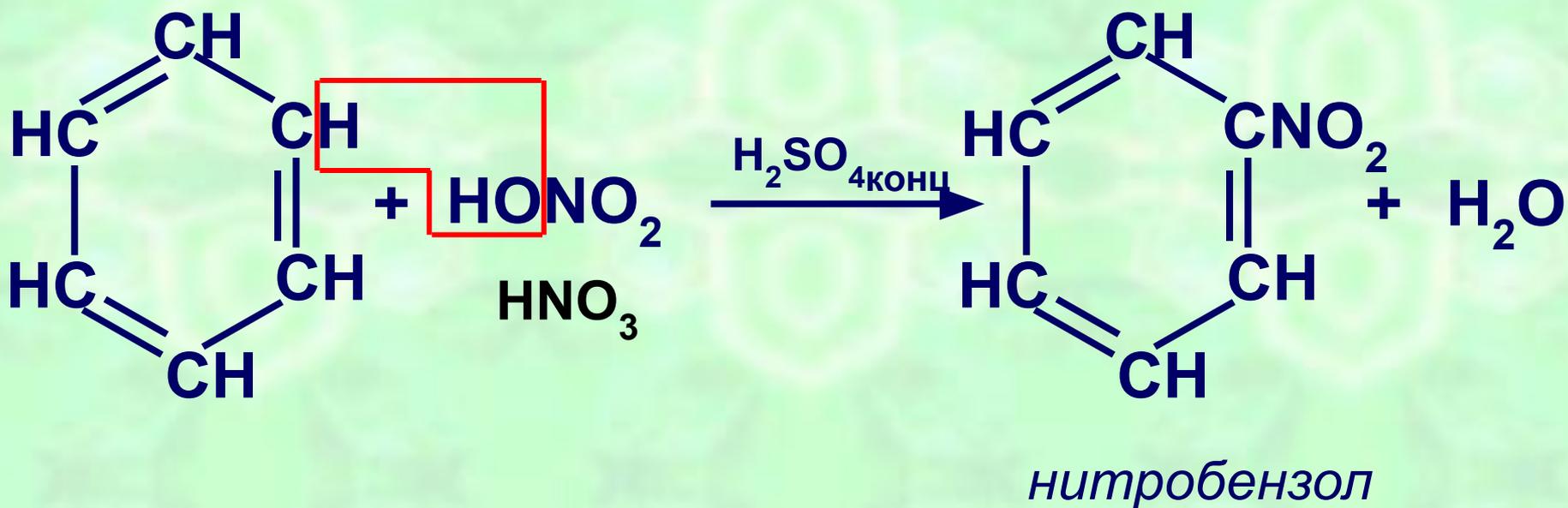
бромбензол



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

I. Реакция замещения

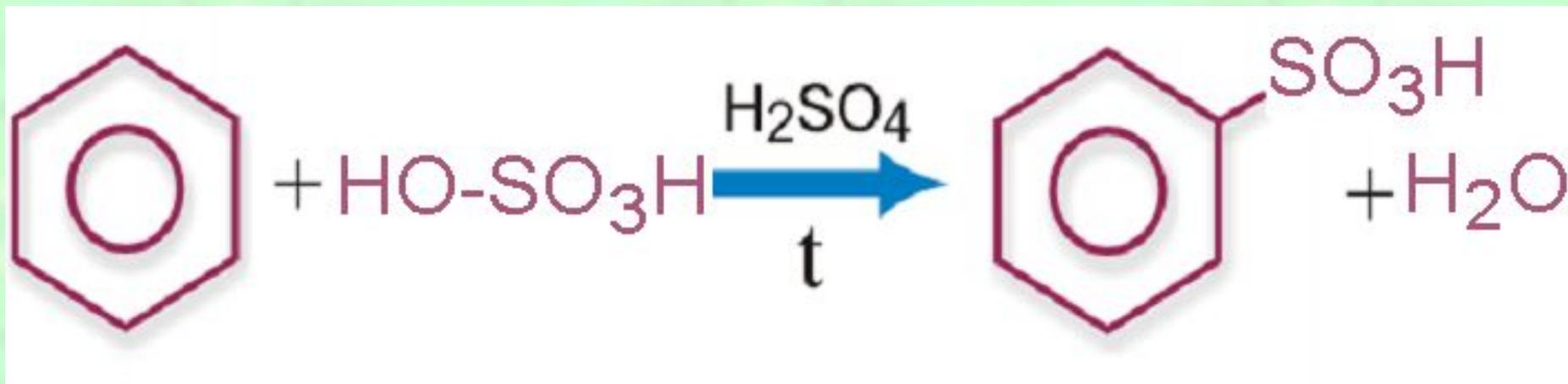
б) нитрование



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

I. Реакция замещения

В) сульфирование



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

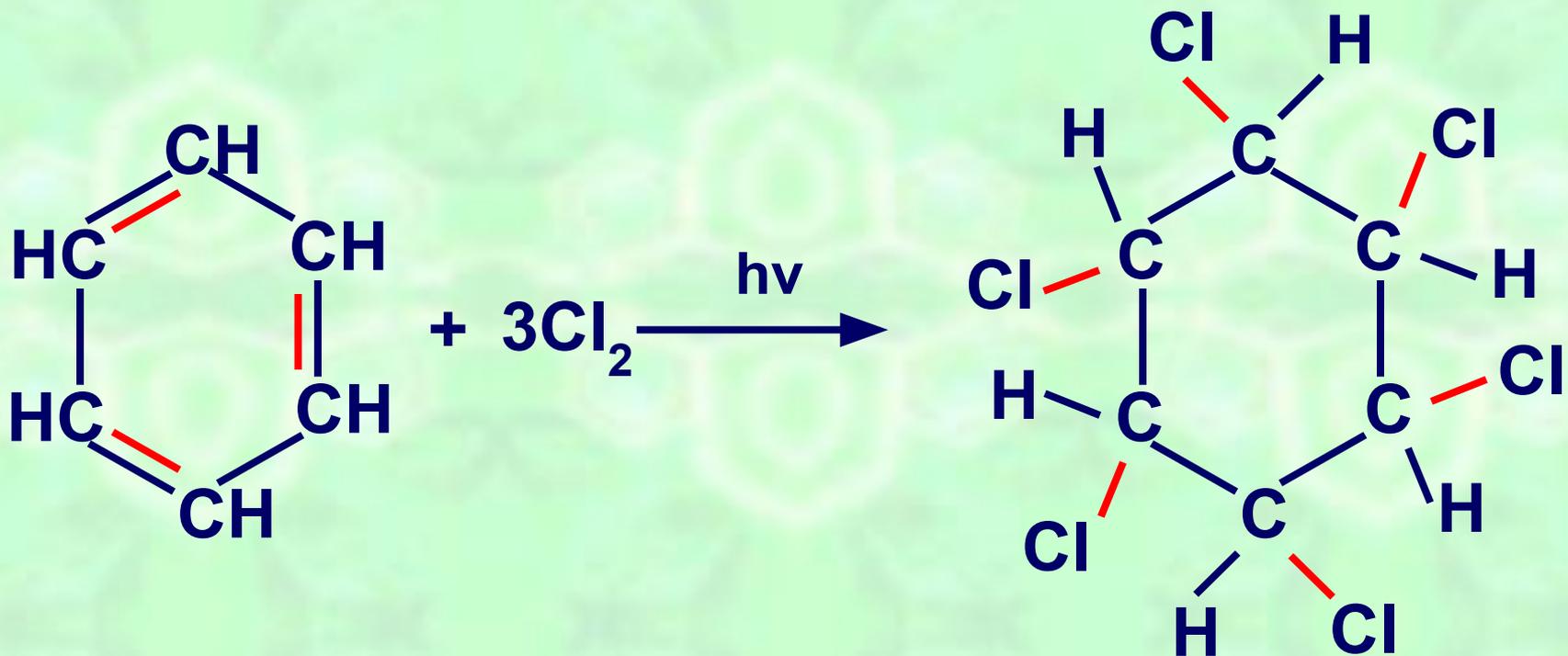
I. Реакция замещения
г) алкилирование



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

II. Реакция присоединения

а)

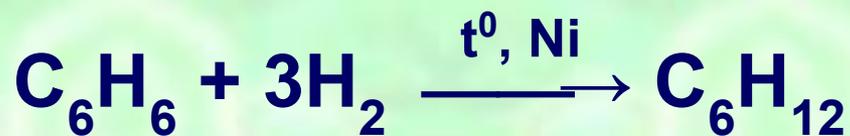
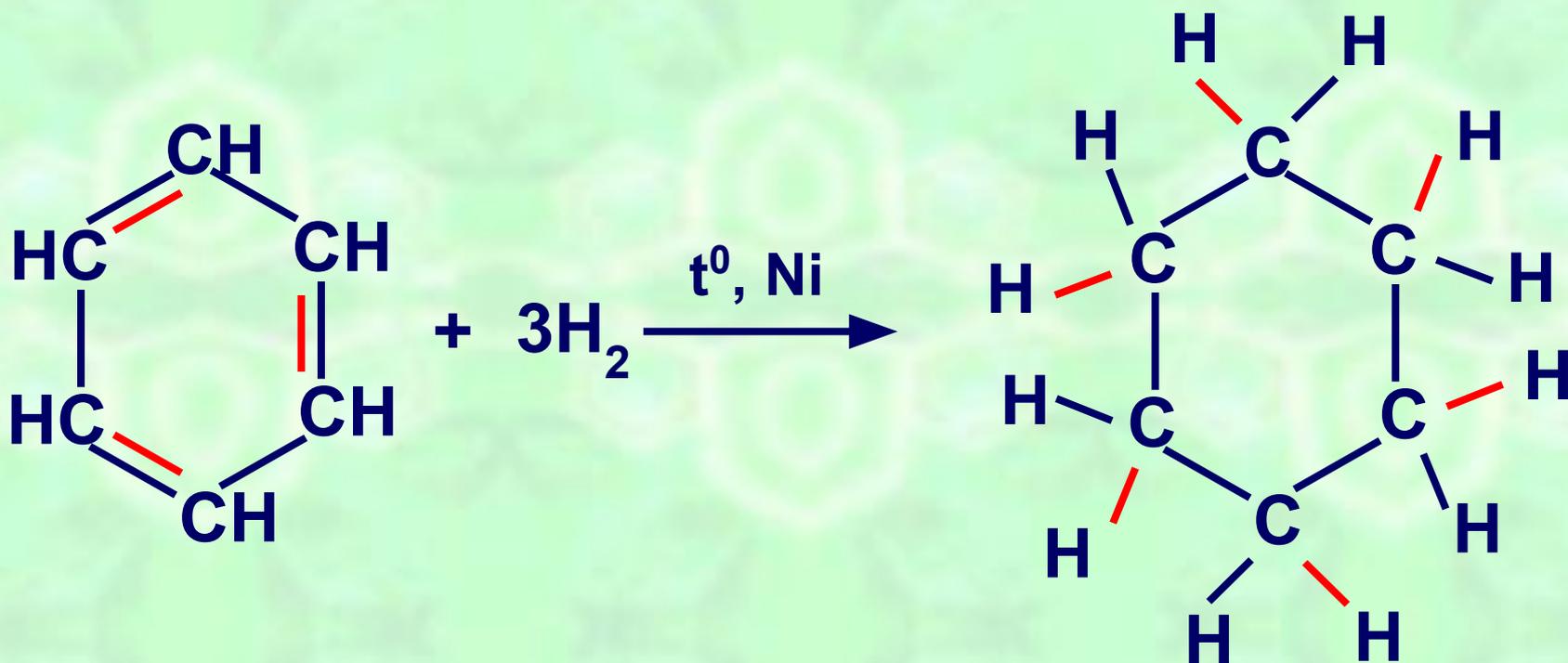


гексахлорциклогексан

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

II. Реакция присоединения

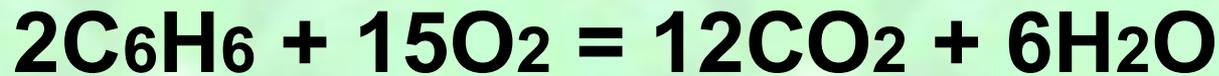
б) гидрирование



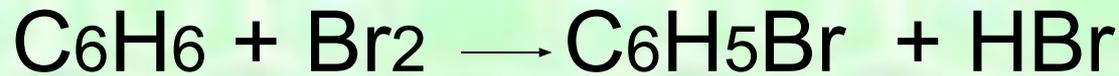
циклогексан

Химические свойства

1. Горение бензола:



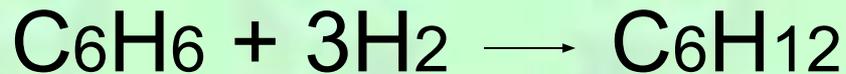
2. Реакция замещения:



3. Нитрование:



4. Гидрирование:



5. Хлорирование:



ПОЛУЧЕНИЕ БЕНЗОЛА

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

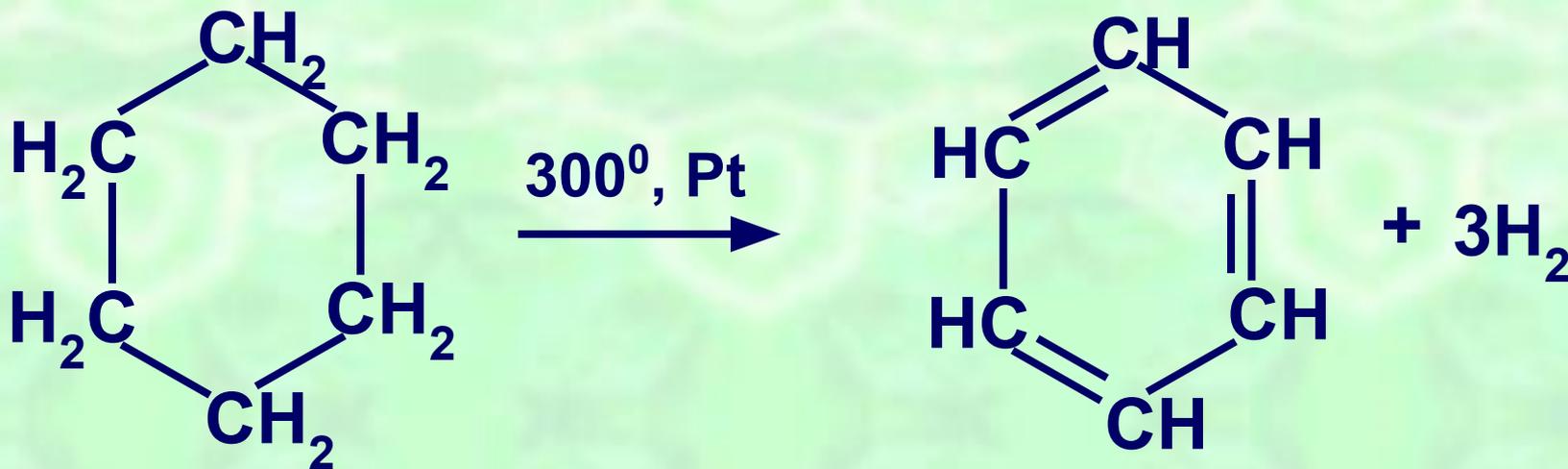


ПОЛУЧЕНИЕ БЕНЗОЛА

I. Тримеризация ацетилена

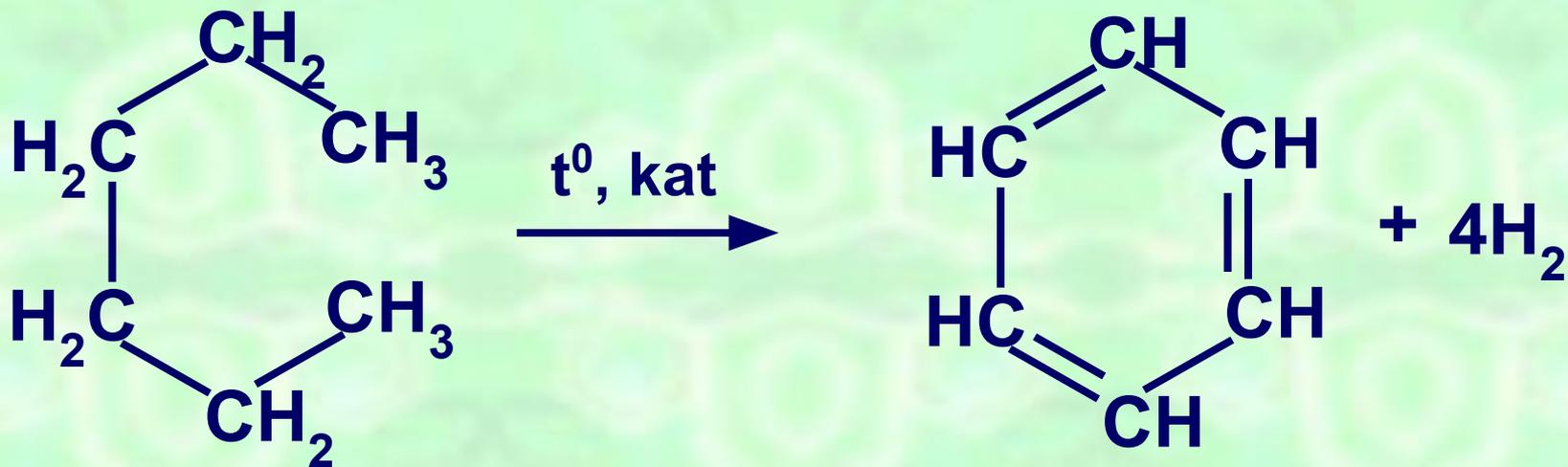


II. Дегидрирование циклогексана



ПОЛУЧЕНИЕ БЕНЗОЛА

I. Каталитическая дегидроциклизация гексана



ПРИМЕНЕНИЕ БЕНЗОЛА

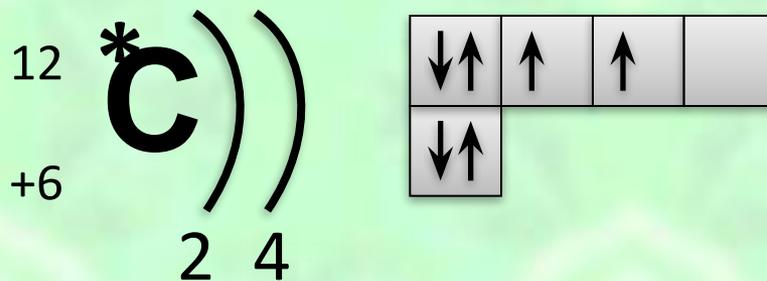
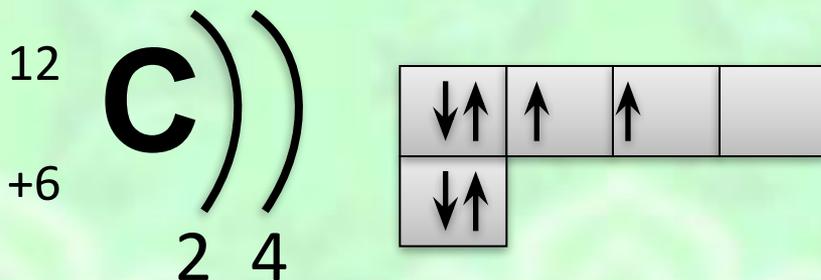
Сырьё для синтеза:

- **Стирола** (для производства полистирола)
- **Кумола** (для производства фенола и ацетона)
- **Циклогексана** (для производства циклокексанола, капролактама и полиамидов)
- **Додецилбензола** (для производства моющих средств)
- **Нитробензола** (для производства анилина, красителей, фармацевтических препаратов)
- **Хлорбензолов** (для производства инсектицидов)

В качестве растворителя для каучука и лаковых смол



*
Тема: Электронная природа химической связи в органических соединениях



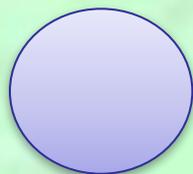
Тема: Электронная природа химической связи в органических соединениях

*

Урок 3

1. Органические вещества обладают молекулярным строением.
2. Органическим соединениям свойственны ковалентные связи.
Ковалентная связь характеризуется:

1. ЭНЕРГИЕЙ
2. ДЛИНОЙ
3. НАСЫЩАЕМОСТЬЮ
4. НАПРАВЛЕННОСТЬЮ



s – электроны



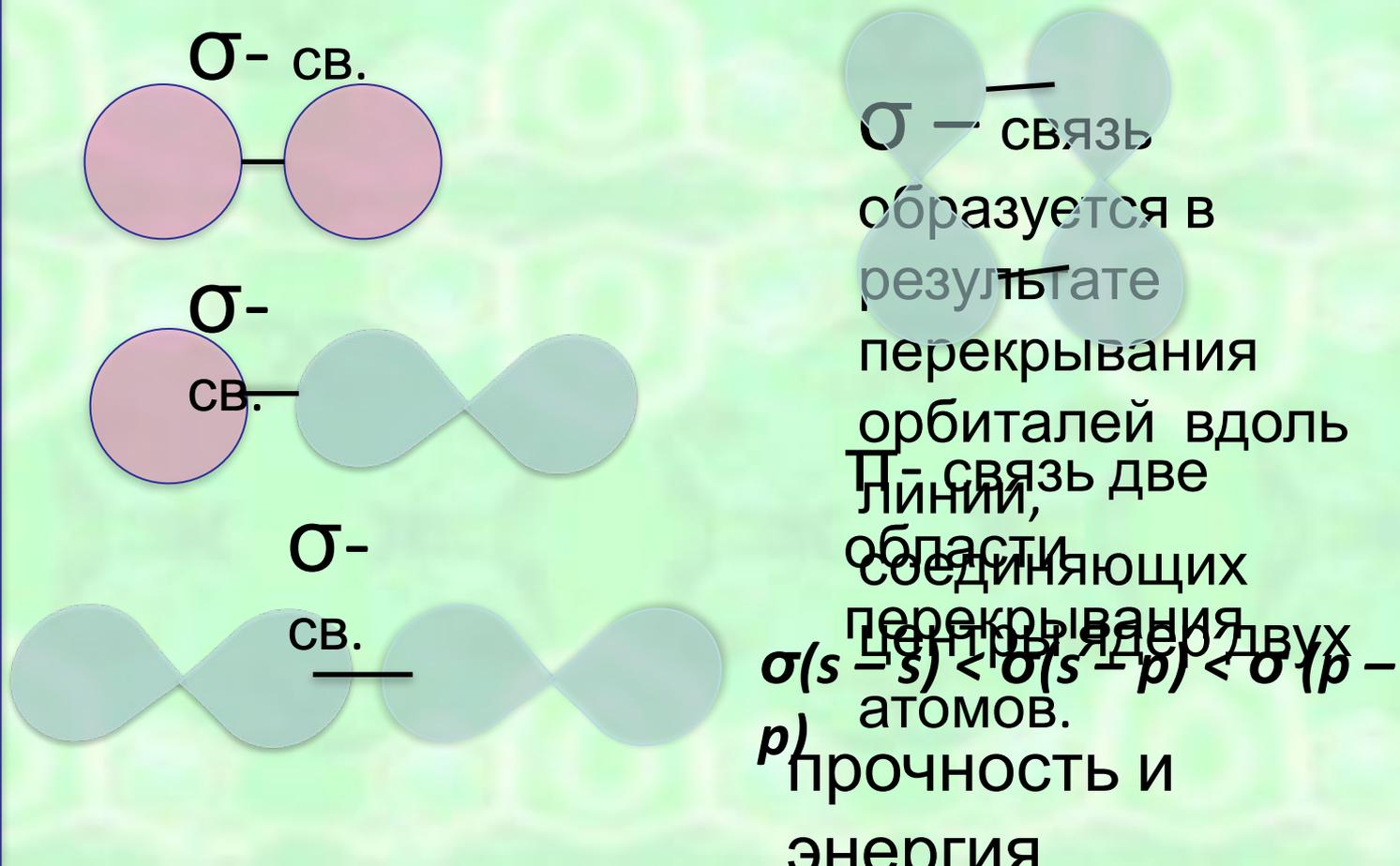
p – электроны

Тема: Электронная природа химической связи в органических соединениях

*

Урок 3

Ковалентная связь образуется за счёт перекрывания электронных облаков, чем больше перекрывание, тем больше выделяется энергии, тем прочнее связь.



Тема: Электронная природа химической связи в органических соединениях

*

Урок 3

РАЗРЫВ КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ



гомолитический



гетеролитический

Определения: радикалы, ионы, свободнорадикальные реакции, электрофилы, нуклеофилы

Правила ориентации в бензольном кольце

Правило № 1

- Заместители, обладающие положительными мезомерным или индуктивным эффектом, отталкивают электронную плотность от себя,
- повышают электронную плотность в бензольном кольце в положении 2,4,6.

Этим они облегчают замещение.

Называют электроно-донорами или заместителями I рода

Заместители первого рода

- Предельные радикалы
- -ОН
- -SH
- NH_2
- -Hal

Правила ориентации в бензольном кольце

Правило 2

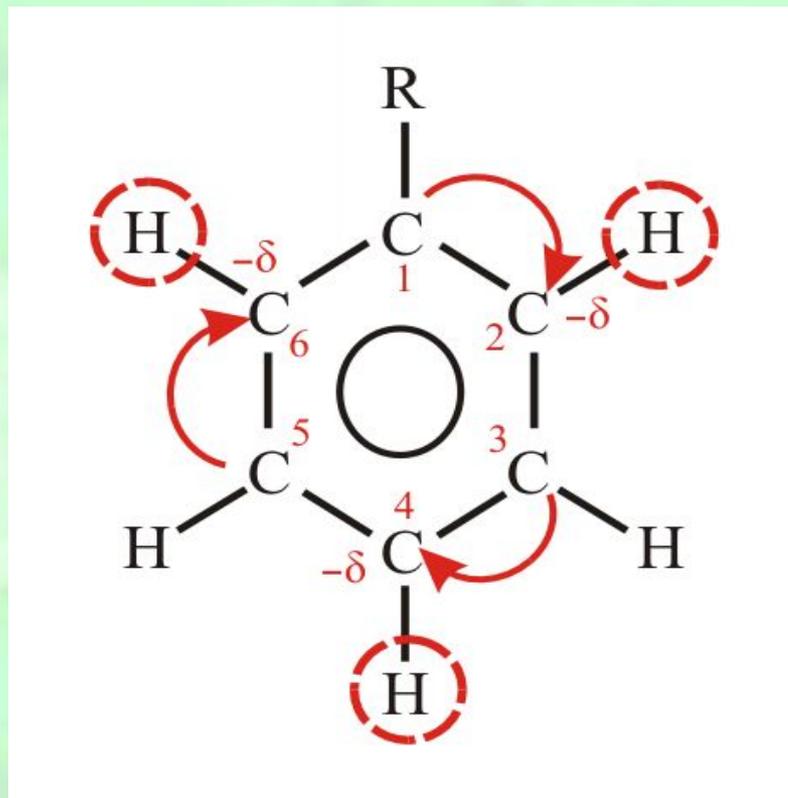
- Заместители, обладающие отрицательными мезомерным эффектом, притягивают электронную плотность к себе,
- поэтому на бензольном радикале в положении 2,4,6 будет дефицит электронной плотности, вследствие чего замещение идет в 3- или 5- положение.

Этим они затрудняют замещение. Называют электроноакцепторами или заместителями II рода

Заместители второго рода

- -CN
- -CO
- -COOH
- -NO₂
- -CF₃

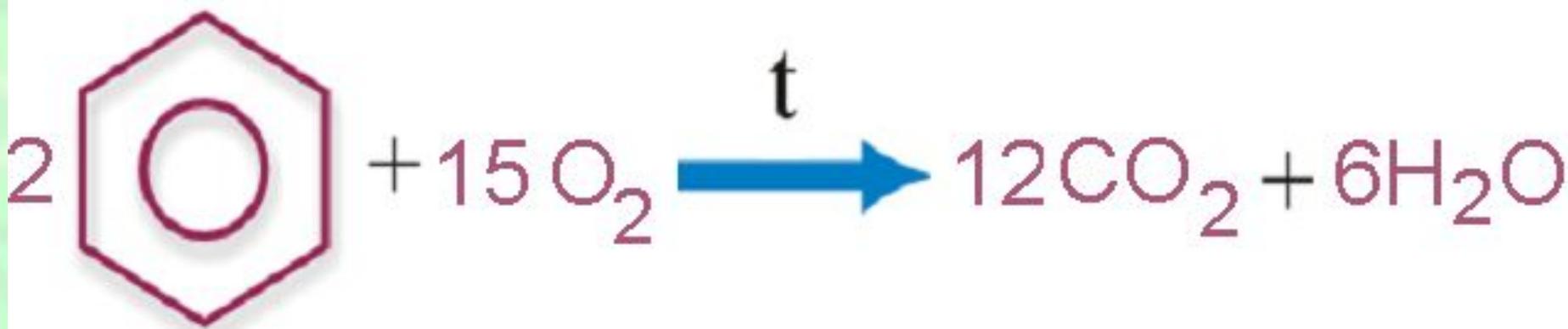
Правила ориентации в бензольном кольце



Заместители I рода $-CH_3$ $-OH$ $-NH_2$ $-Cl$

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

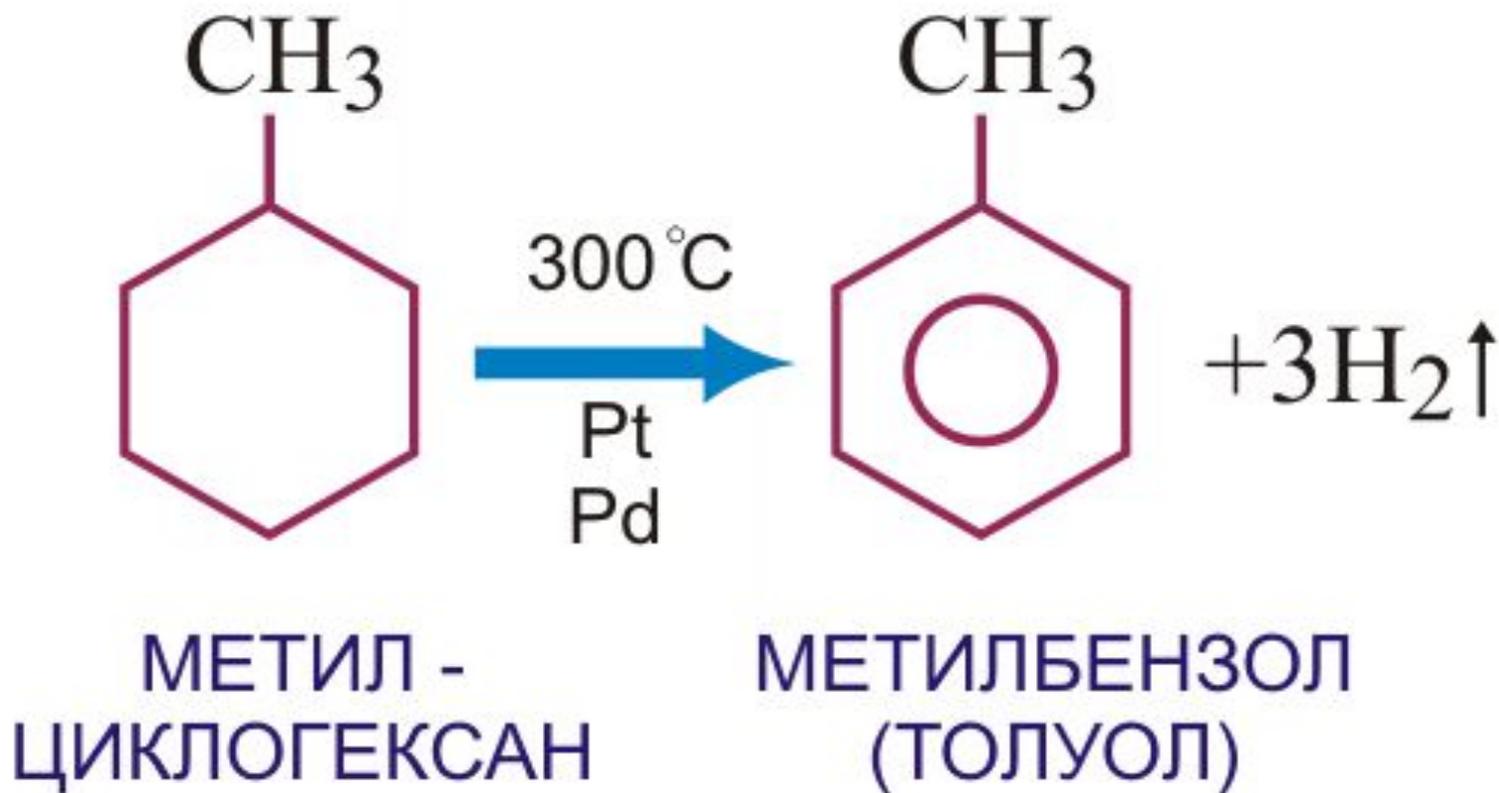
Горение аренов



Гомологи бензола

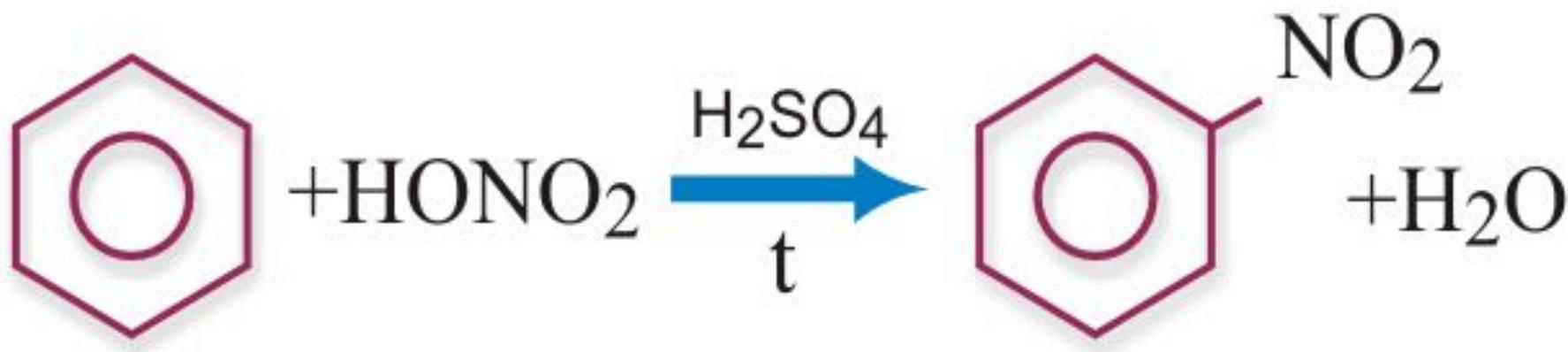
Получение толуола

дегидрирование



Нитрование бензола

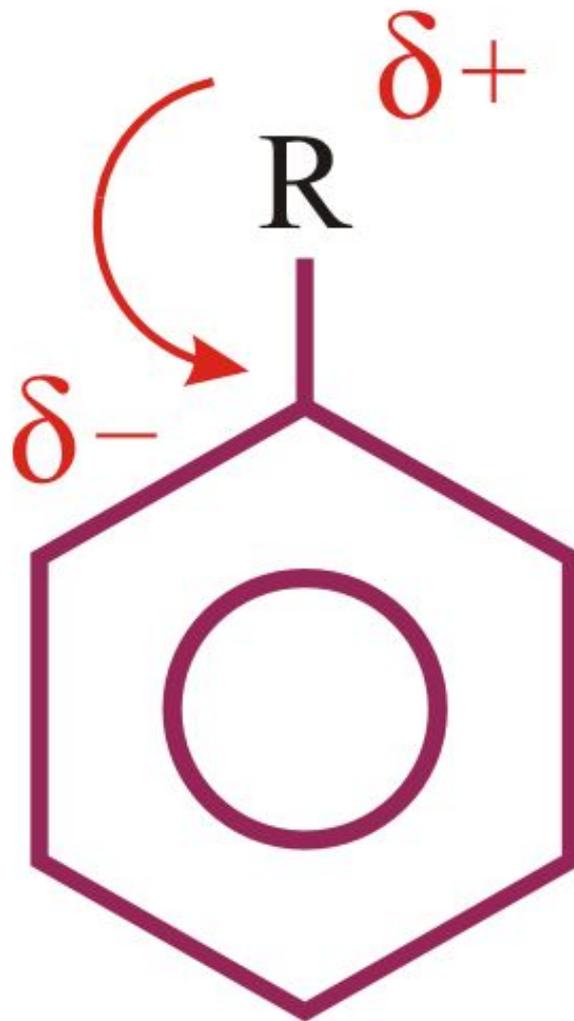
В жёстких условиях, нитрующей смесью по 1-му атому Н.



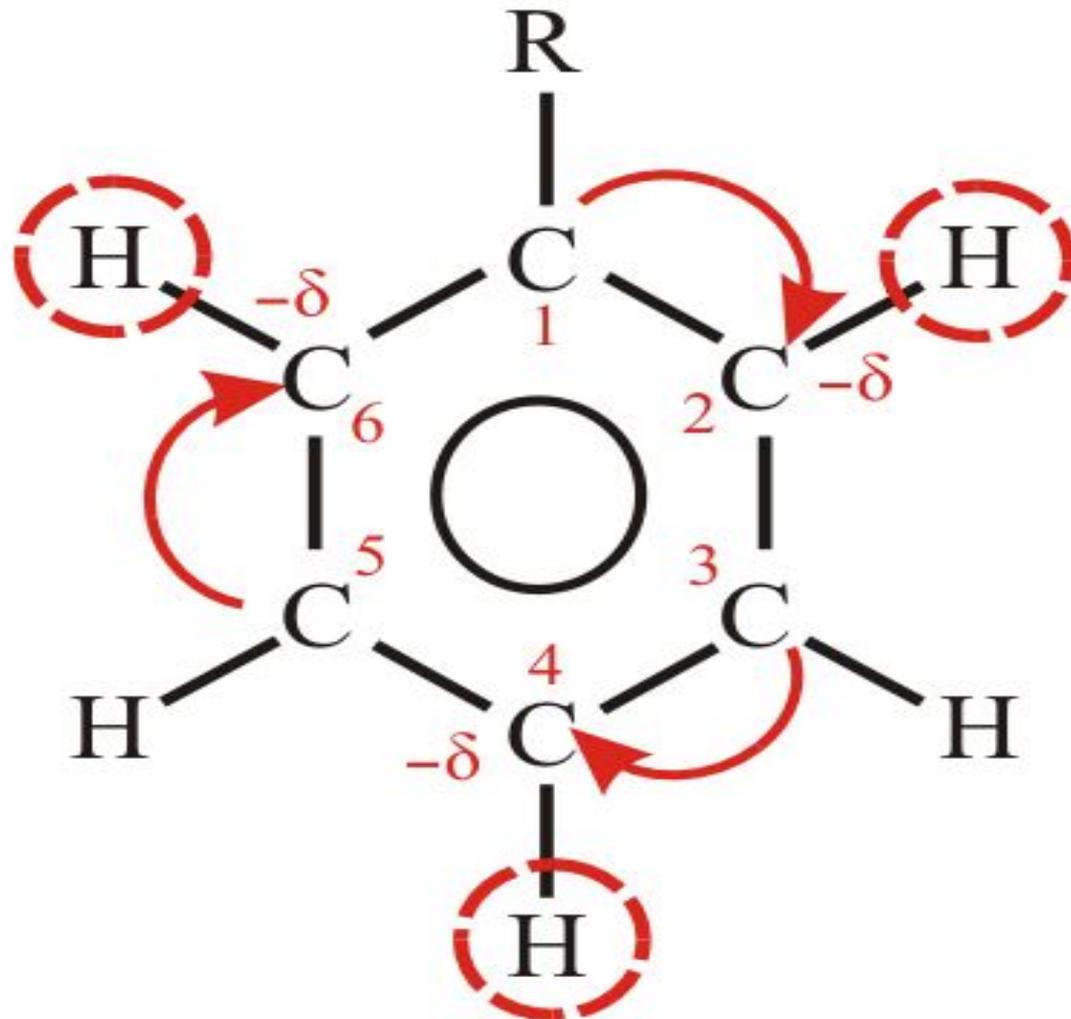
БЕНЗОЛ

НИТРОБЕНЗОЛ

Индукционный эффект в толуоле

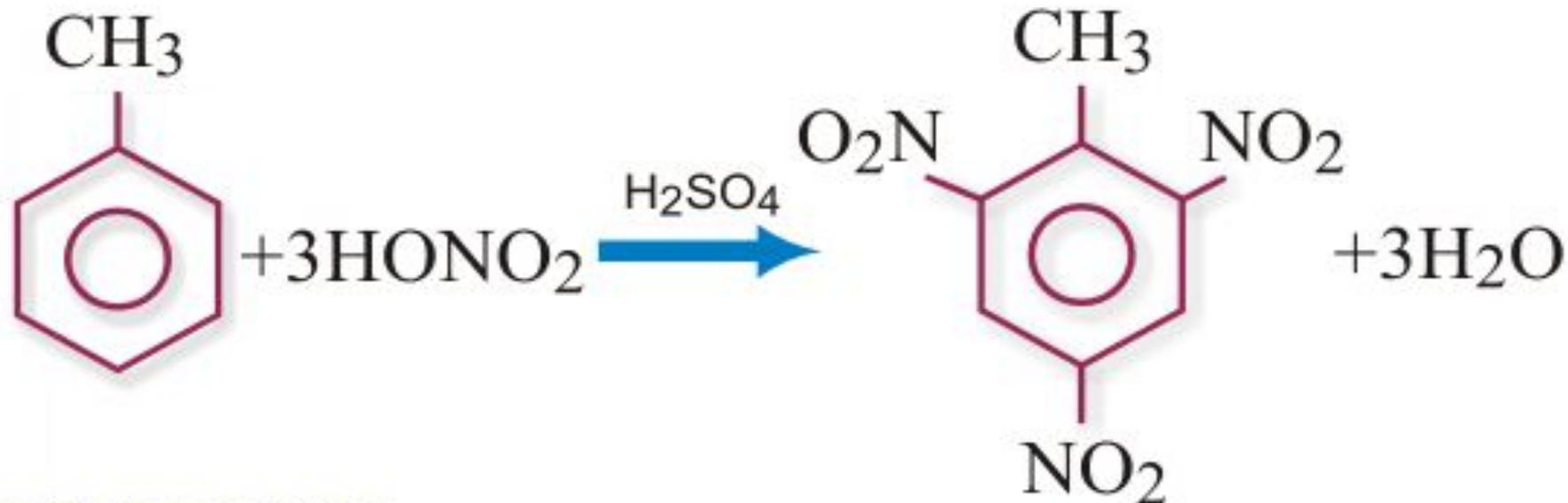


Индукционный эффект в толуоле



Нитрование толуола

Разбавленными кислотами, при н.у.,
по 3-м атомам Н.



МЕТИЛБЕНЗОЛ

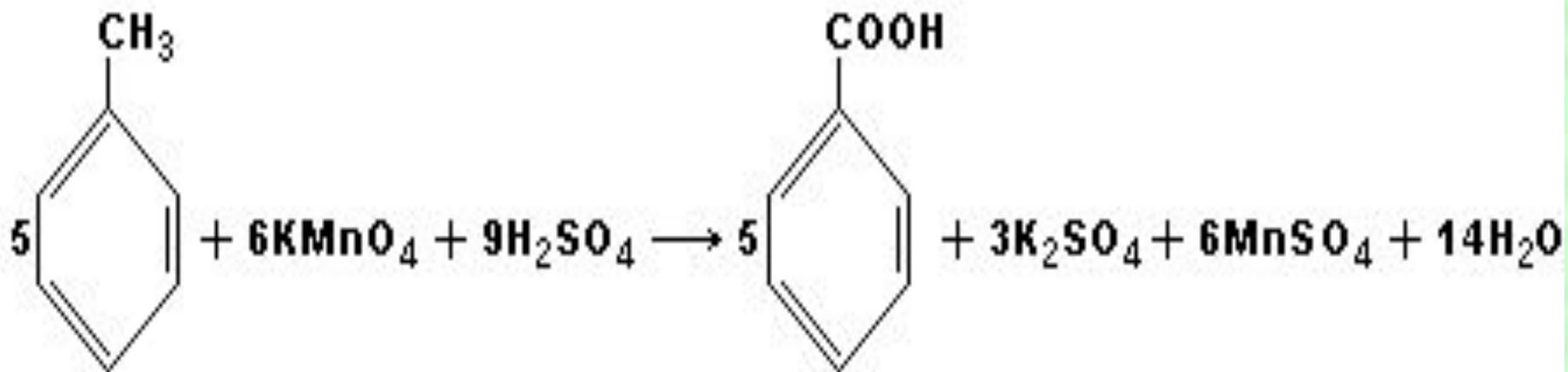
1-МЕТИЛ-2,4,6-
ТРИНИТРОБЕНЗОЛ

Окисление толуола (схема реакции)

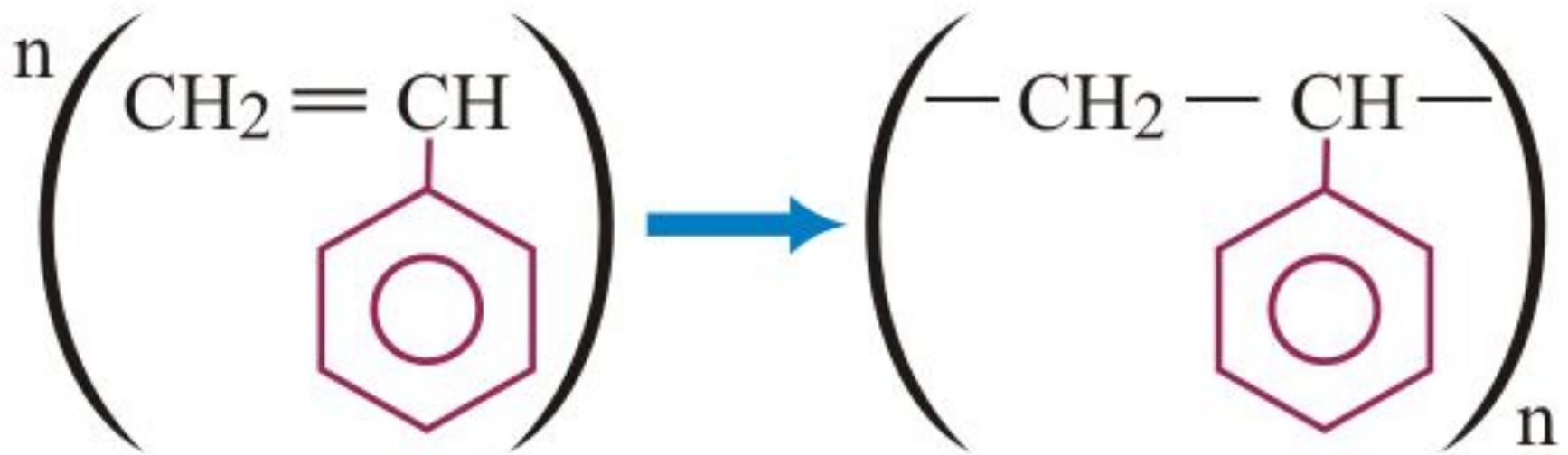


бензойная кислота

Окисление толуола



Полимеризация стирола



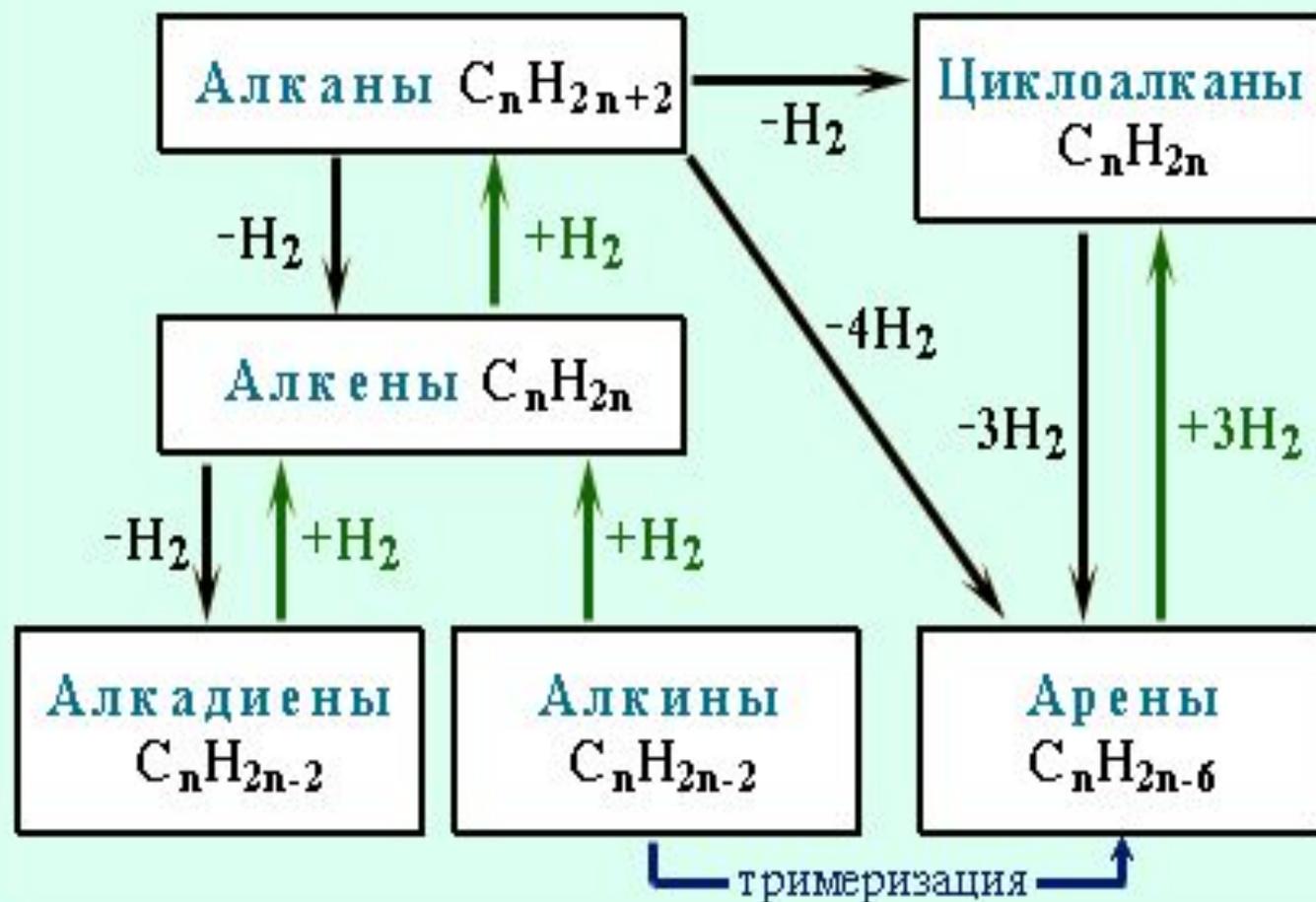
СТИРОЛ

ПОЛИСТИРОЛ

ОБОБЩЕНИЕ

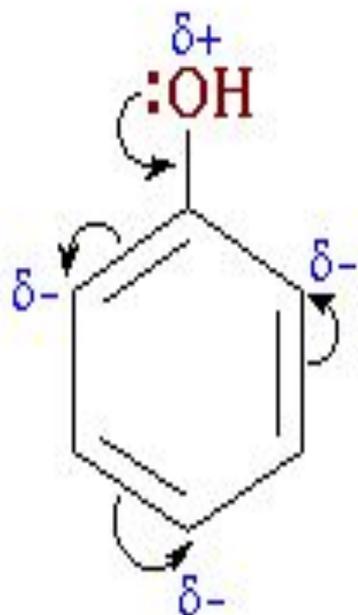
Характеристики углеводороды	Общая формула	Первый гомолог	Вид гибридизации	Вид ковалентной связи	Длина связи С-С, нм	Угол между связями	Характерный тип реакций
Алканы	C_nH_{2n+2}	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	sp^3	$\sigma_{\text{C}-\text{C}}$ $\sigma_{\text{C}-\text{H}}$	0,154	$109^\circ 28'$	Замещение, разложение (крекинг)
Циклоалканы	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	sp^3	$\sigma_{\text{C}-\text{C}}$ $\sigma_{\text{C}-\text{H}}$	0,154	C_3, C_4 меньше 109°	Присоединение
						C_5, C_6 и т.д. $\approx 109^\circ 28'$	Замещение
Алкены	C_nH_{2n}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	sp^2	$\sigma_{\text{C}-\text{C}}$ $\sigma_{\text{C}-\text{H}}$ $\pi_{\text{C}-\text{C}}$	0,134	120°	Присоединение
Алкины	C_nH_{2n-2}	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	sp	$\sigma_{\text{C}-\text{C}}$ $\sigma_{\text{C}-\text{H}}$ $2\pi_{\text{C}-\text{C}}$	0,120	180°	Присоединение
Арены	C_nH_{2n-6}	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}-\text{C} \quad \text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	sp^2	$\sigma_{\text{C}-\text{C}}, \sigma_{\text{C}-\text{H}}$ π -электронное сопряжение в цикле	0,140	120°	Замещение

Генетическая связь между группами углеводородов



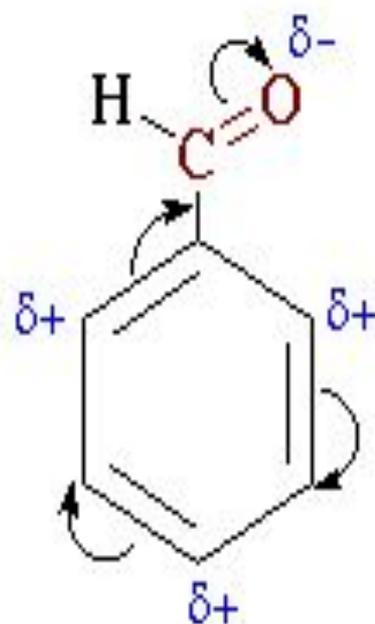
Мезомерные эффекты заместителей

+M-эффект
группы **-OH**



Фенол

-M-эффект
группы **-C=O**



Бензальдегид

Электронные эффекты некоторых заместителей

З а м е с т и т е л ь	Электронные эффекты	
	индуктивный	мезомерный
Алкильные группы (-R)	+I	слабый +M*
$-\ddot{\text{N}}\text{H}_2, -\ddot{\text{N}}\text{HR}, -\ddot{\text{N}}\text{R}_2$	-I	+M (больше, чем -I)
$-\ddot{\text{O}}\text{H}$	-I	+M (больше, чем -I)
$-\ddot{\text{O}}\text{R}$	-I	+M (больше, чем -I)
Галогены	-I	+M (меньше, чем -I)
$-\text{NO}_2$	-I	-M
$>\text{C}=\text{O}$	-I	-M
$-\text{COOH}$	-I	-M
$-\text{SO}_3\text{H}$	-I	-M

*Если алкильная группа содержит C-H-связи, способные к сверхсопряжению.

О ЗАЩИТЕ ОТ ОПАСНОСТИ ОТРАВЛЕНИЯ БЕНЗОЛОМ КОНВЕНЦИЯ

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА

2 июня 1971 г.

**Генеральная Конференция Международной
Организации Труда, созванная в Женеве
Административным Советом Международного Бюро
Труда и собравшаяся 2 июня 1971 года на свою
пятьдесят шестую сессию, постановив принять ряд
предложений о защите трудящихся от опасностей,
связанных с использованием бензола, ... решив придать
этим предложениям форму международной конвенции,
принимает сего двадцать третьего дня июня месяца
тысяча девятьсот семьдесят первого года
нижеследующую Конвенцию, которая будет именоваться
Конвенцией 1971 года о бензоле:**

Статья 5

В целях эффективности защиты трудящихся, подвергающихся воздействию бензола или продуктов, содержащих бензол, применяются технические меры предупреждения и меры промышленной санитарии.

Статья 9

1. Трудящиеся, которые должны выполнять работы, связанные с воздействием бензола или продуктов, содержащих бензол, проходят:

- а) тщательный предварительный медицинский осмотр в целях определения пригодности к работе, включая исследование крови;
- б) последующие периодические осмотры, включающие биологические исследования

Статья 11

1. Женщины в период медицински установленной беременности и кормящие матери не могут быть заняты на работах, связанных с воздействием бензола или продуктов, содержащих бензол.

2. Подростки моложе 18 лет не могут быть заняты на работах, связанных с воздействием бензола или продуктов, содержащих бензол ...