



Углеводороды





Общие сведения об алканах: $C_n H_{2n+2}$

Все связи – простые - δ - связи



Длина простой связи 0,154 Нм

Валентный угол $109^\circ 28'$

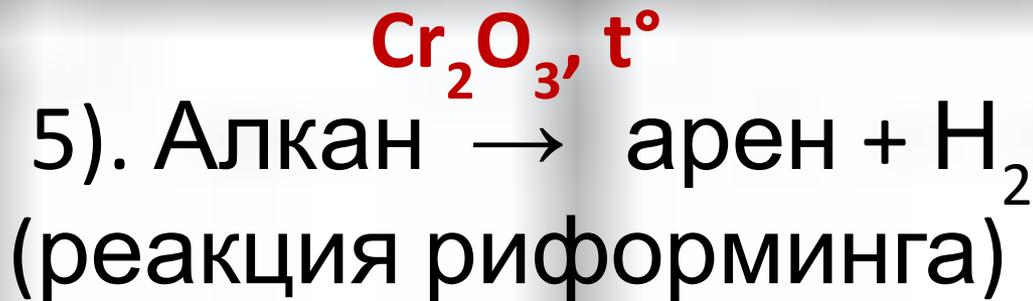
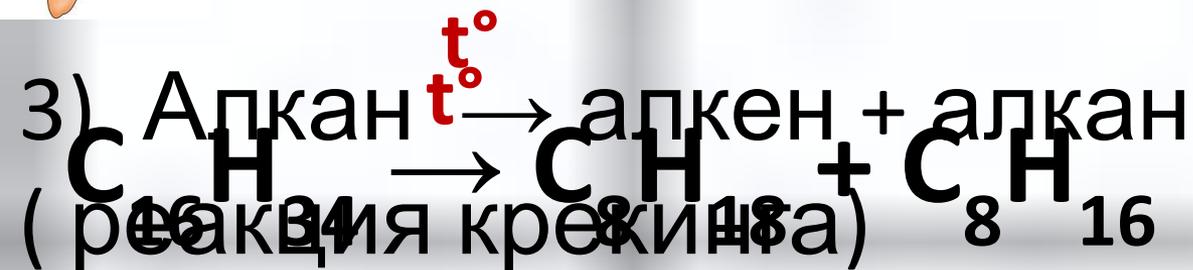
Строение: пространственное -
тетраэдрическое

Вид гибридизации атома
углерода – sp^3



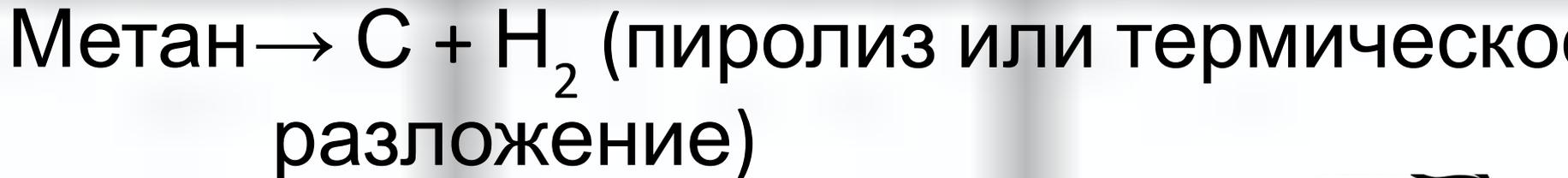
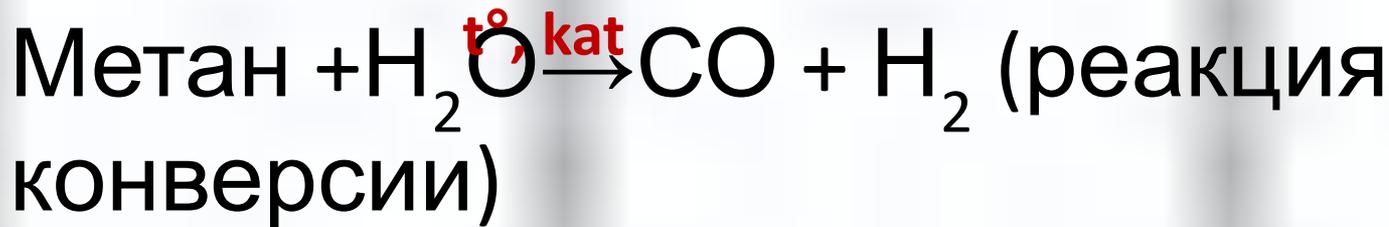


Химические свойства алканов: $C_n H_{2n+2}$



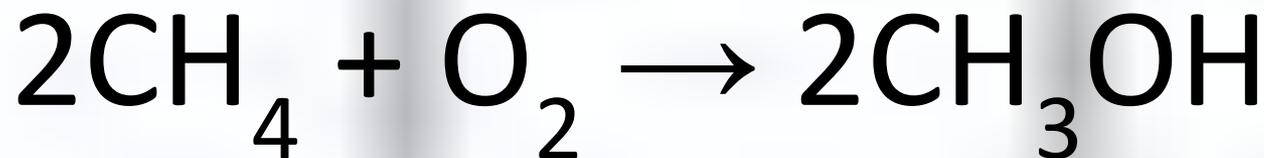


Химические свойства алканов: $C_n H_{2n+2}$

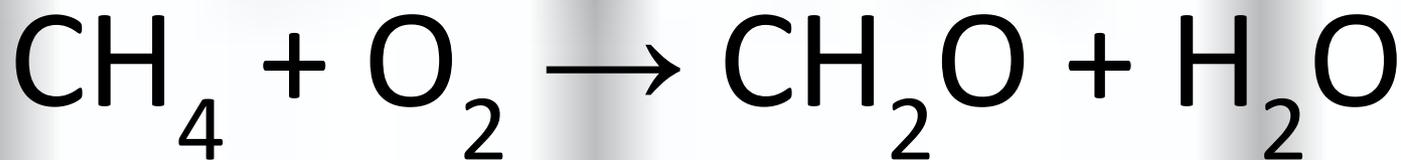




Метан + $\text{O}_2^{t^\circ, \text{kat}}$ →
метанол



Метан + $\text{O}_2^{t^\circ, \text{kat}}$ → метаналь +





Общие сведения об алкенах: $C_n H_{2n}$

Связи : δ и π



Длина двойной связи 0,134 Нм

Валентный угол 120°

Строение: плоскостное

Вид гибридизации атома
углерода – sp^2





Химические свойства алкенов: $C_n H_{2n}$

Открытая углеродная цепь и одна
двойная связь по своей природе $C=C$
СОСТОИТ

из 1σ и 1π связи

Для алкенов характерны реакции
**присоединения, идущие по месту
разрыва двойной связи!**

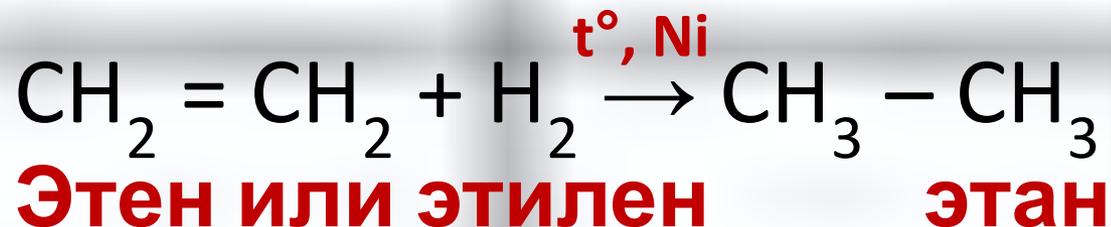




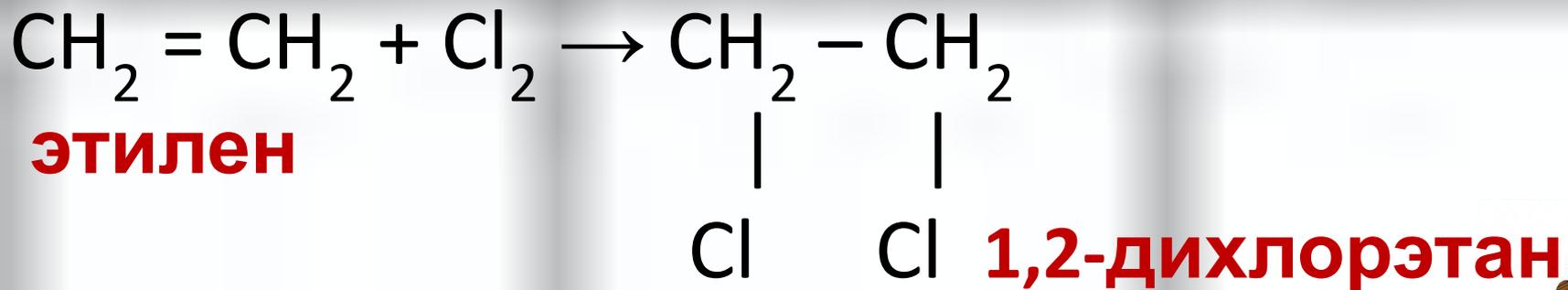
Химические свойства алкенов: $C_n H_{2n}$

t°, Ni

1). Алкен + $H_2 \rightarrow$ алкан (гидрирование)



2). Алкен + галоген \rightarrow дигалогеналкан
(галогенирование)





Химические свойства алкенов: C_nH_{2n}

3). Алкен + галогеноводород \rightarrow галогеналкан
(гидрогалогенирование) –
по правилу Марковникова, «H»
присоединяется к наиболее
гидрированному атому углерода при
двойной связи для несимметричных алкенов



Cl **хлорэтан**





Химические свойства алкенов:



пропен



2-хлорпропан

4). Алкен + вода \rightarrow алканолаы (спирты)
(гидратация) –



этилен



этанол





Химические свойства алкенов:



пропен



пропанол-2

t, kat.

5) Алкен → полимер
(полимеризация)



Этен или этилен

полиэтилен





Химические свойства алкенов:



б) Алкен + [O] + H₂O $\xrightarrow{KMnO_4}$ двухатомный спирт

(окисление в нейтральной или слабощелочной среде)



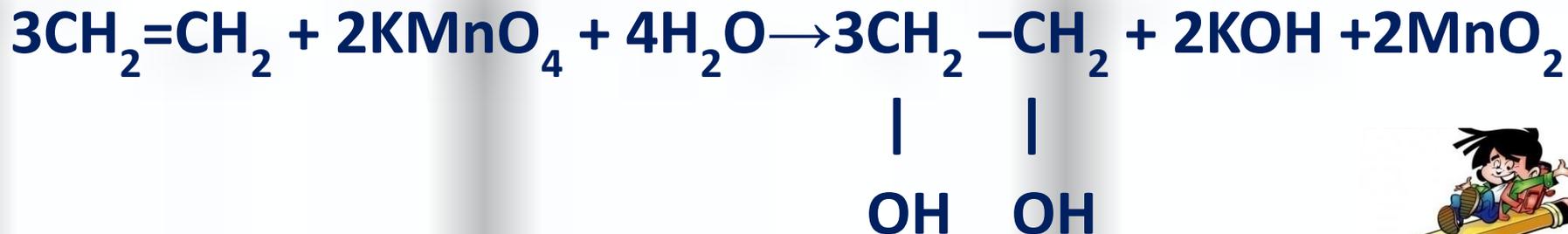
Реакция окисления



Качественная реакция окисление алкенов водным раствором перманганата калия приводит к образованию двухатомных спиртов (реакция Вагнера):



Полное уравнение окисления этилена

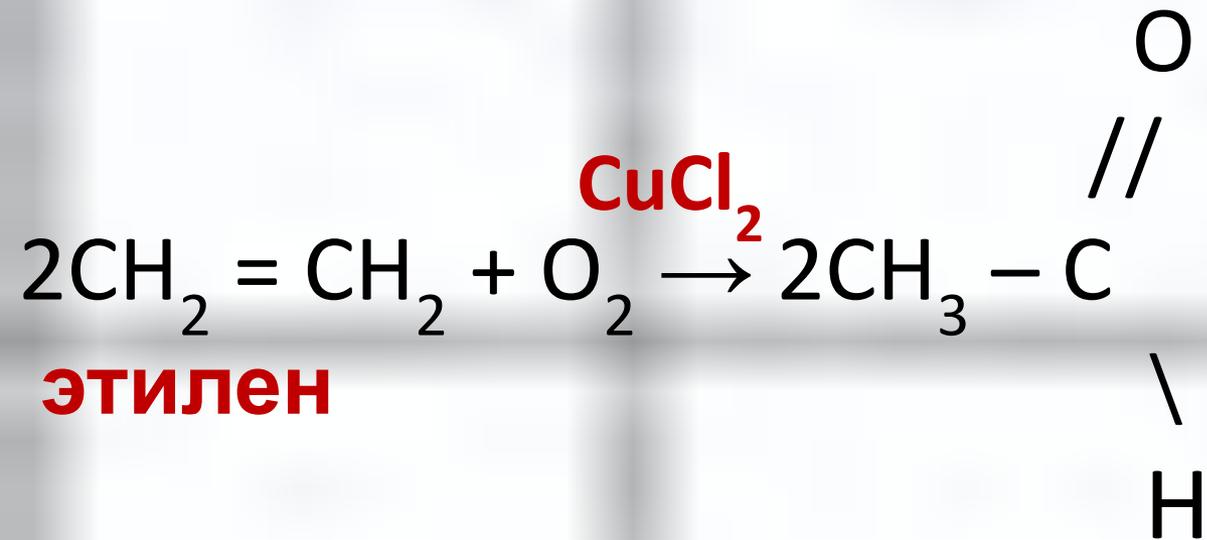




Химические свойства алкенов:



Алкен + O₂ $\xrightarrow{CuCl_2}$ альдегид
или кетон (каталитическое
окисление)



этилен

этаналь



Общие сведения о циклоалканах:



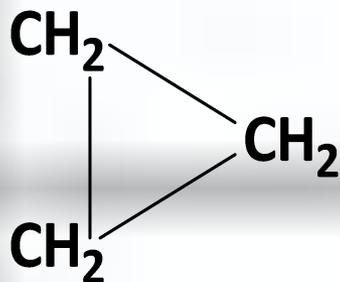
Связи : δ

Длина простой связи 0,154 Нм

Валентный угол в зависимости от

цикла

Строение: плоскостное



Вид гибридизации атома

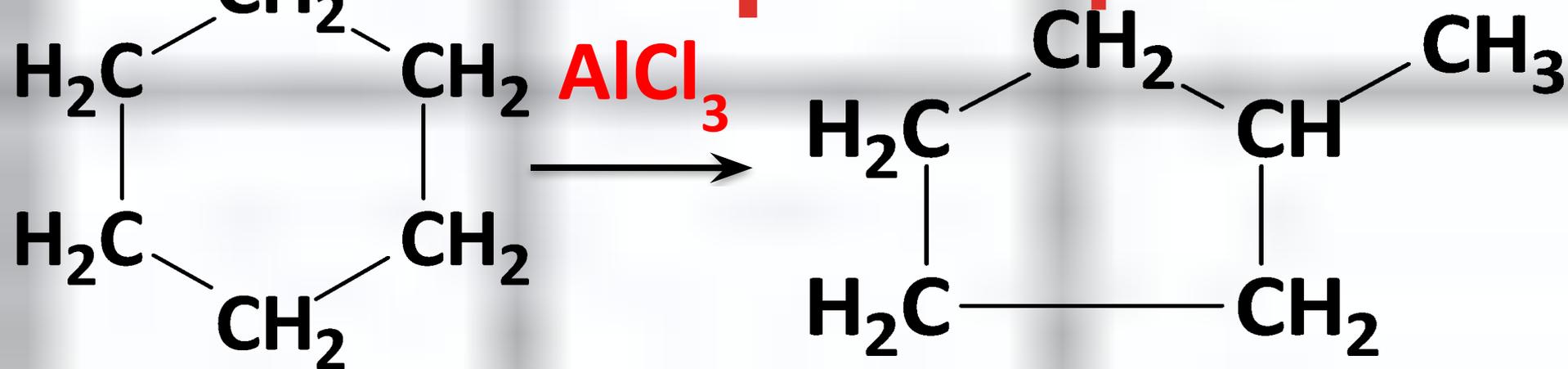
углерода – sp^3





Реакция

изомеризации



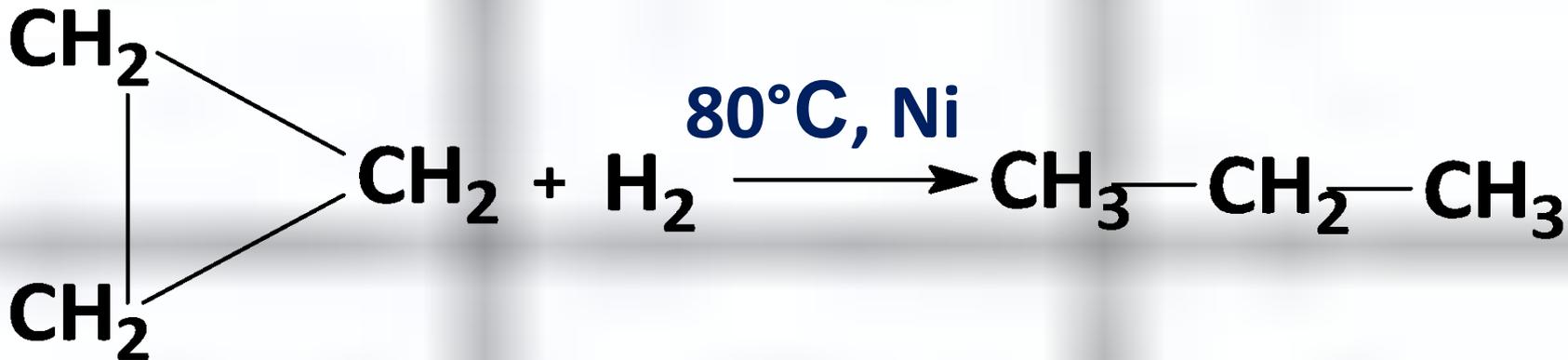
Циклогексан

Метилциклопентан



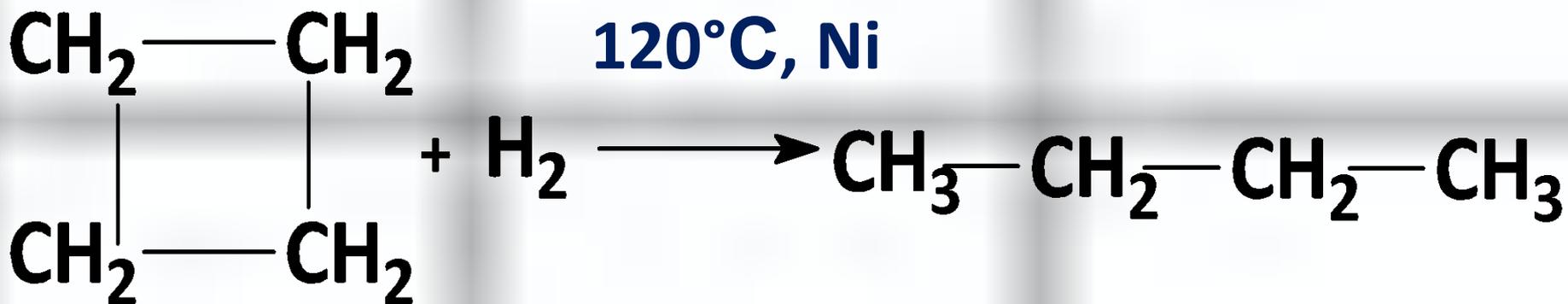


Гидрирование – присоединение водорода идёт с разрывом цикла



Циклопропан

пропан

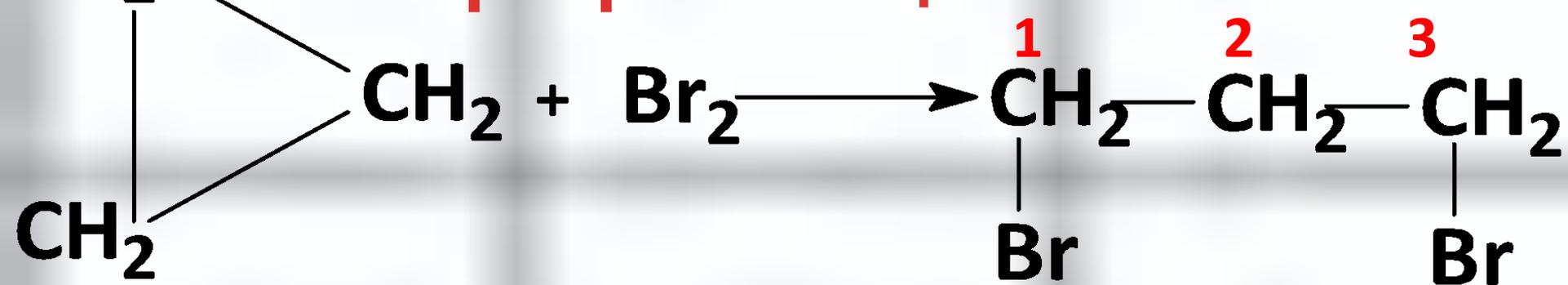


Циклобутан

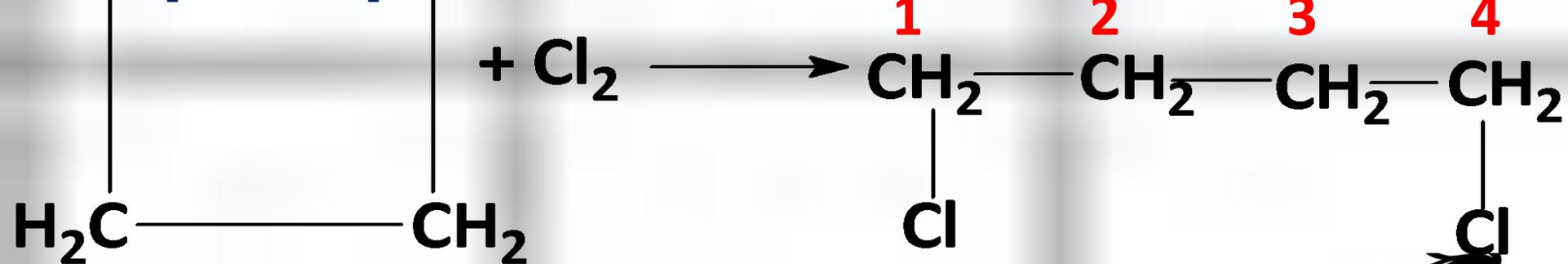
бутан



Галогенирование малых циклов идёт как реакция присоединения с разрывом цикла



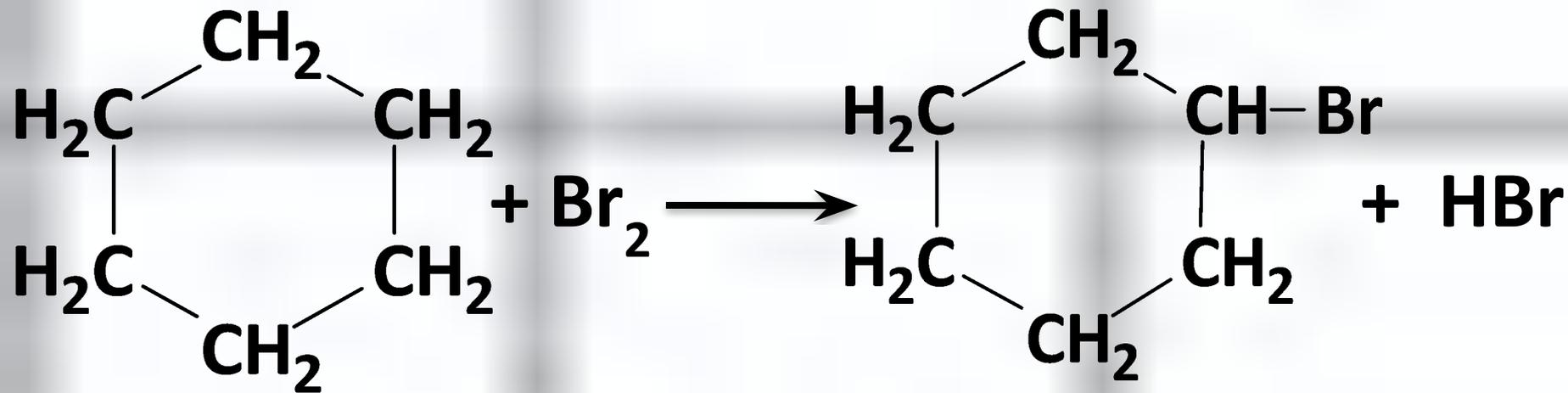
1,3-



1,4-дихлорбутан



Галогенирование больших циклов (с 5 и ...) как реакция замещения без разрыва цикла



**Бромирование
циклогексана**

**Бромциклогекс
ан**



Взаимодействие малых циклов (3-4)



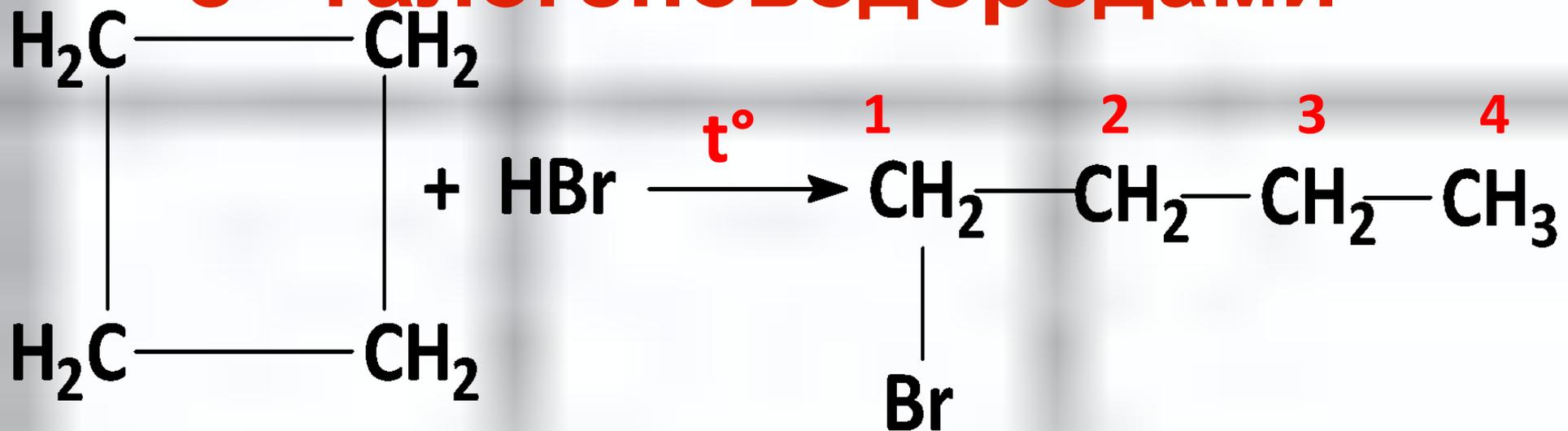
Вывод: реакции присоединения идут с разрывом цикла



Взаимодействие малых циклов (3-4)



с галогеноводородами



Циклобутан

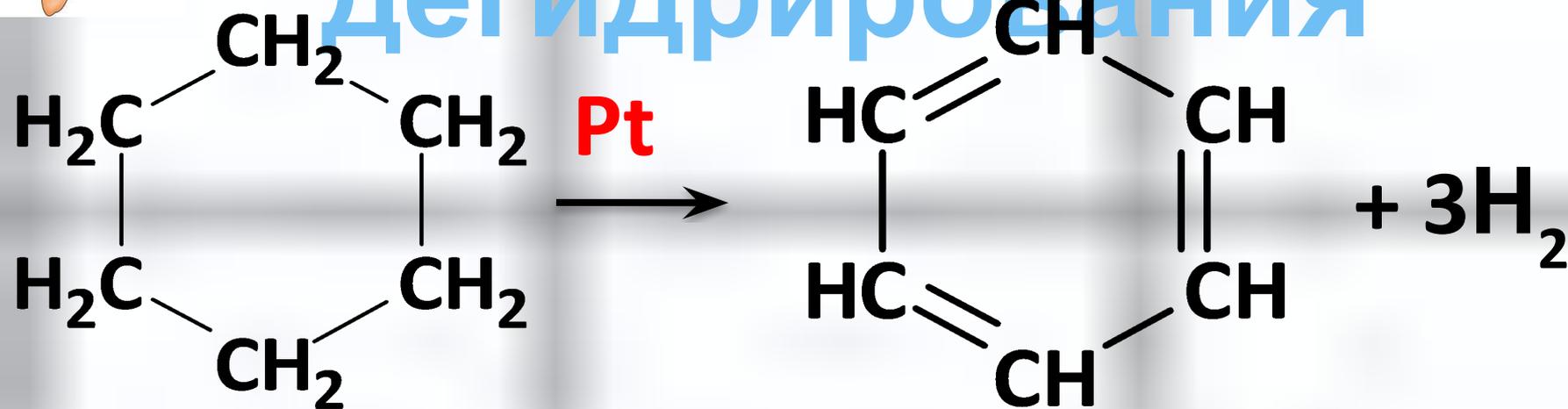
1-бромбутан

Вывод: реакции присоединения идут
с разрывом цикла



Реакция

дегидрирования



При дегидрировании
циклогексана получается
бензол





Общие сведения об алкинах:

Алкины



углеводороды)

между атомами углерода

одна тройная связь: $CH \equiv C - CH_3$

Номенклатура: ан → «ин»

Вид гибридизации атома углерода:

sp ;

валентный угол - 180° ; $\lambda(C \equiv C) = 0,12$

нм;

строение: линейное; 1 σ и 2 π связи





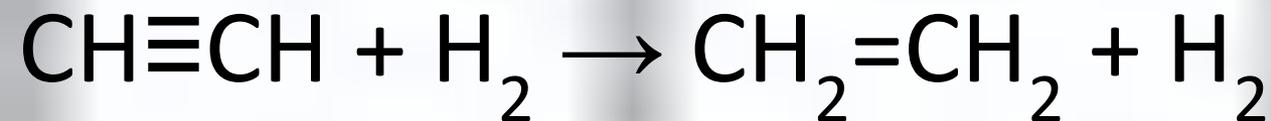
Химические свойства алкинов:

Реакции n $2n-2$ присоединения:

(катализатор: Ni)

Гидрирование в две стадии:

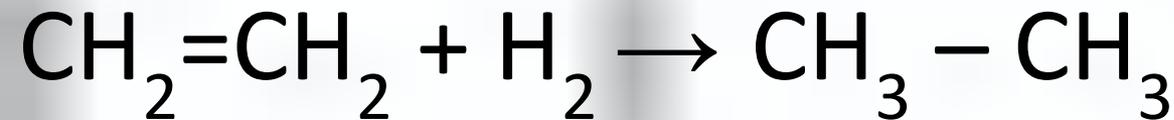
Ni



ацетилен

этилен

Ni



этан



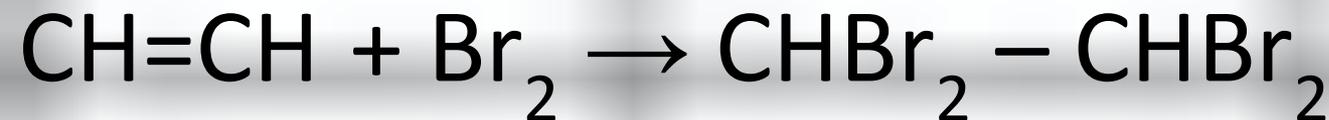
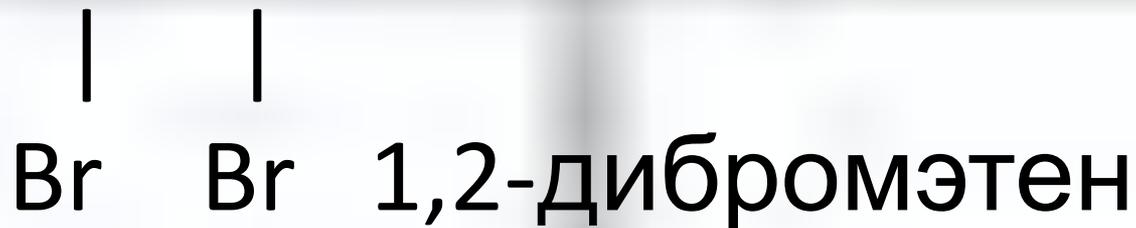


Химические свойства алкинов:

2. Галогенирование



ацетилен



1,1,2,2-тетрабромэтан





Химические свойства алкинов:



3. Гидрогалогенирование
(правило Марковникова)



ацетилен

хлорэтен

(винилхлорид)





Химические свойства алкинов:



4. Гидратация – взаимодействие с водой

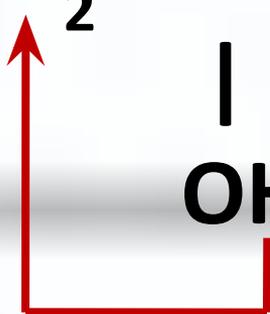
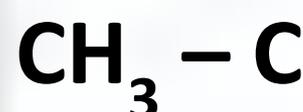
(реакция Кучерова)



ацетилен



Этаналь – альдегид



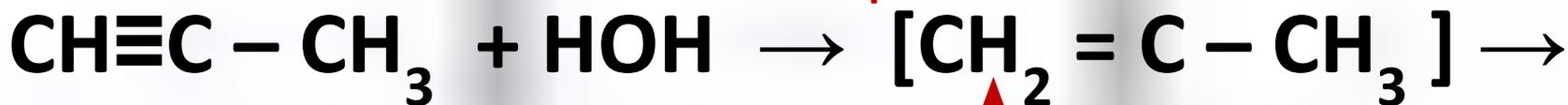


4. Гидратация гомологов ацетиленов – взаимодействие с водой ведёт к образованию

КЕТОНОВ

(реакция Кучерова)

$\text{HgSO}_4, \text{H}^+$



Пропанон (ацетон)
относится к классу
КЕТОНОВ

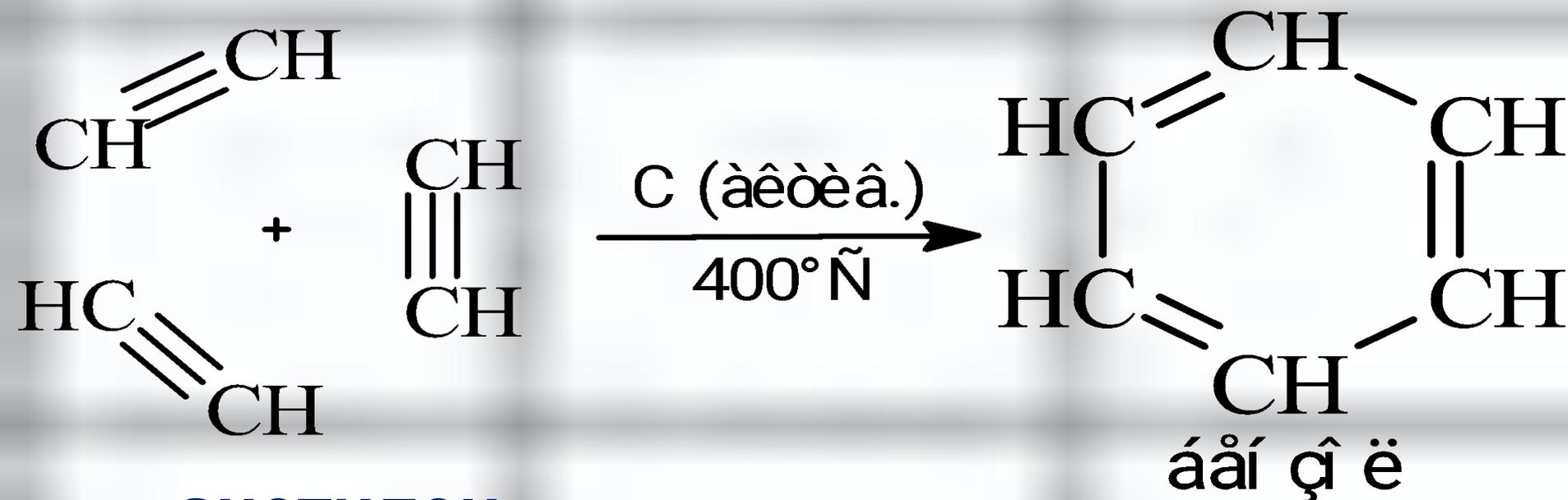




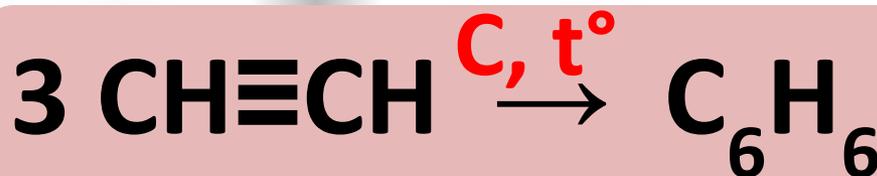
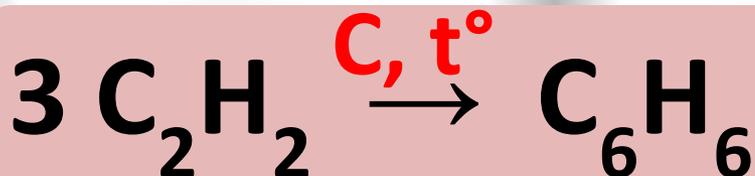
Химические свойства алкинов:



5. Полимеризация (**тримеризация**)



ацетилен

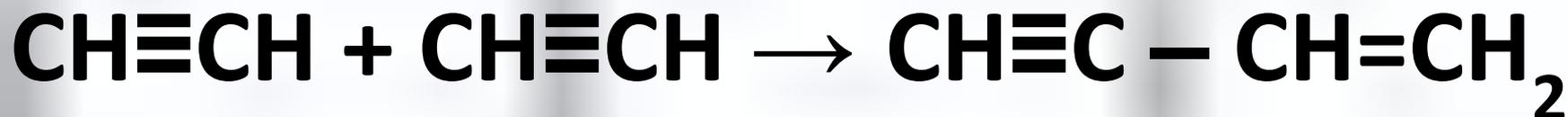




Химические свойства алкинов:



5. Полимеризация (димеризация)



винилацетилен (бутен-1-



хлоропрен

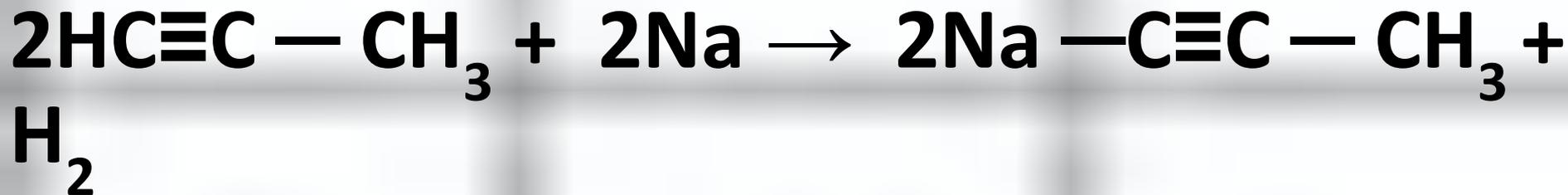
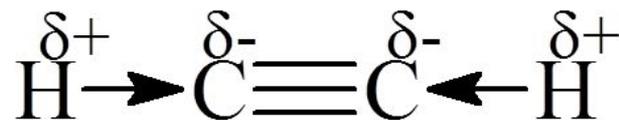




Химические свойства алкинов:



6. Кислотные свойства алкинов с концевой тройной связью



Взаимодействие с активными металлами

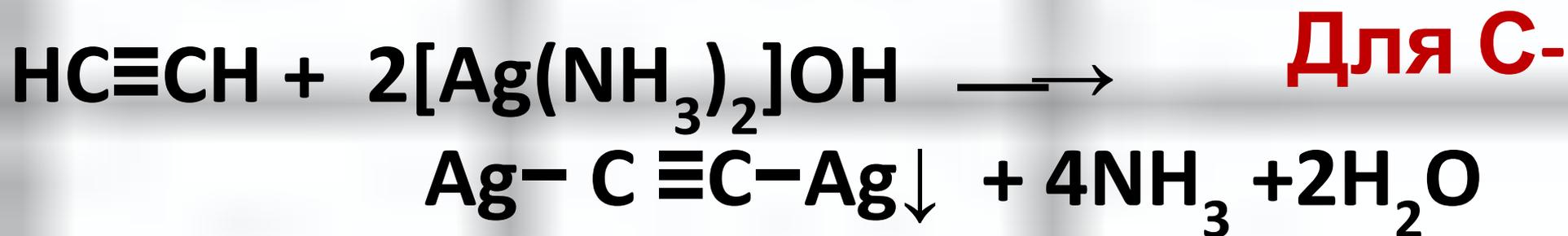
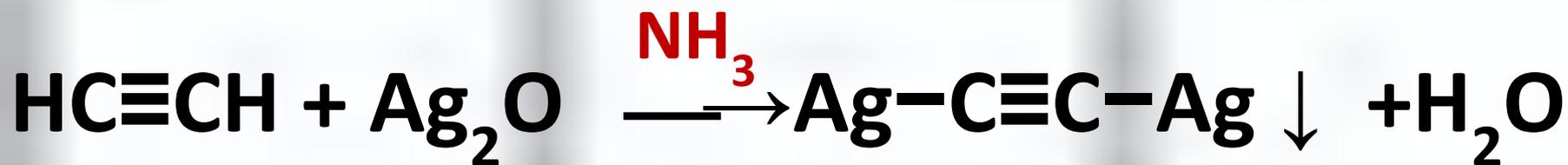




Химические свойства алкинов:



6. Кислотные свойства алкинов с концевой тройной связью

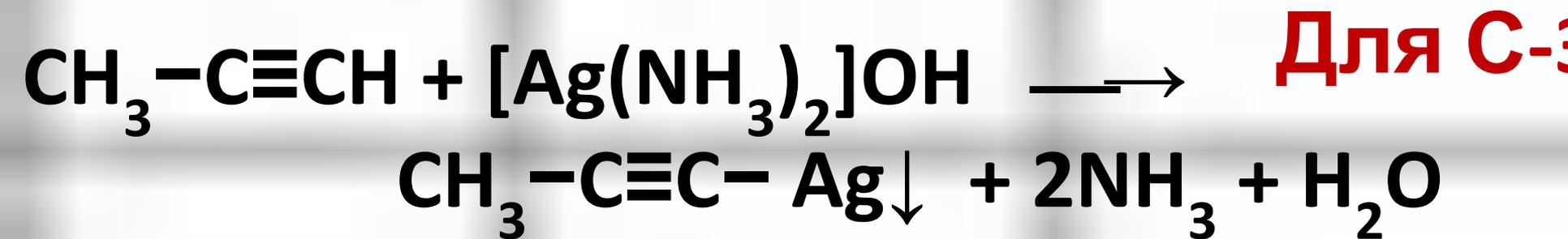
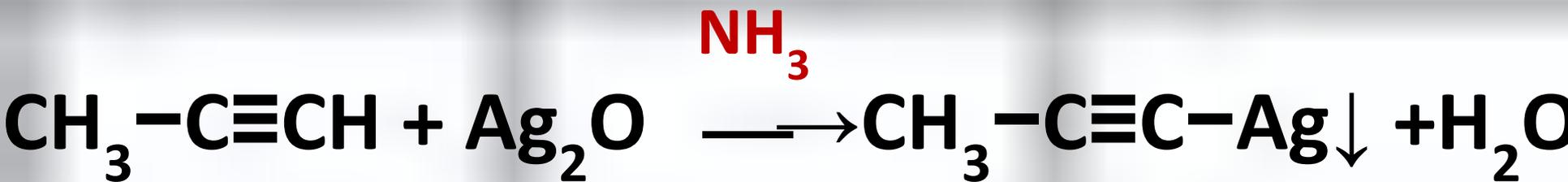




Химические свойства алкинов:



6. Качественная реакция на алкины с концевой тройной связью



реакция не идёт





Общие сведения об алкадиенах:

Алкадиены сопряженные



между атомами углерода

две двойных связи: $CH_2 = CH - CH =$



Номенклатура: ан → «ен» + «ди»

Вид гибридизации атома углерода:

sp^2 ;

валентный угол - 120° ; $\lambda(C=C) = 0,14$

нм;

строение: плоское; σ и π связи





Химические свойства



сопряженных диенов

1)

1,2 -

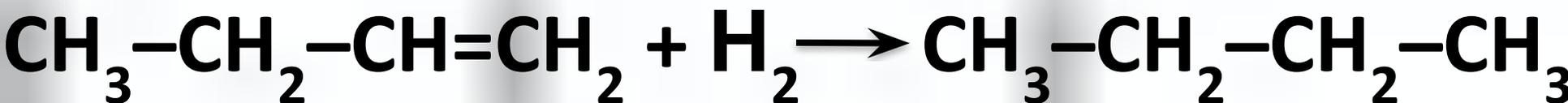
Гидрирования: присоединение



H_2 Бутадиен-1,3 1. СТАДИЯ

бутен-1

Ni, t°



Бутен-1

бутан

2. СТАДИЯ





Химические свойства



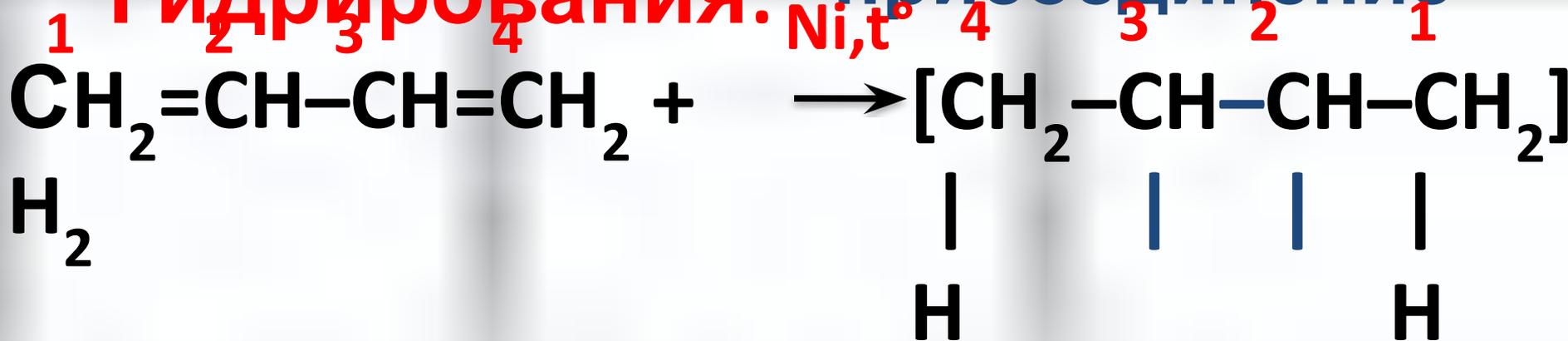
сопряженных диенов

1)

Гидрирования:

1,4 -

присоединение



бутен-2

1. СТАДИЯ





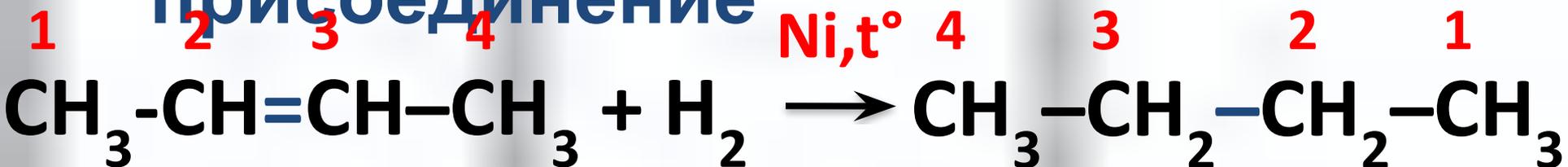
Химические свойства



сопряженных диенов

1,4 -

присоединение



бутен-2

бутан

1)

Гидрирования:

2. СТАДИЯ





Химические свойства



сопряженных диенов

1,2 -

присоединение

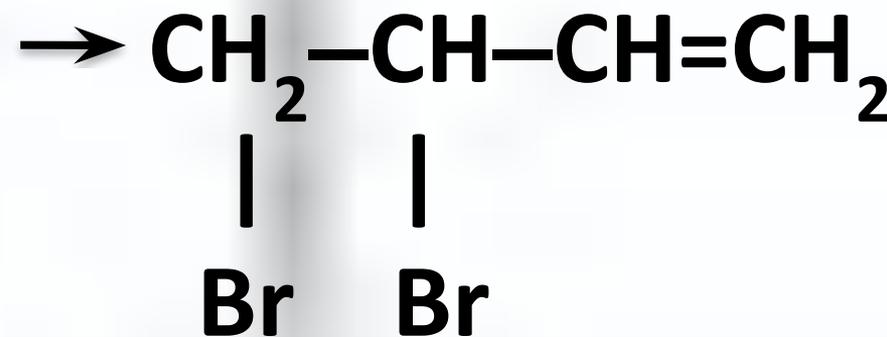


Br-Бутадиен-1,
2,3

1. СТАДИЯ

2)

Галогенирование



3,4-дибромбутен-1





Химические свойства



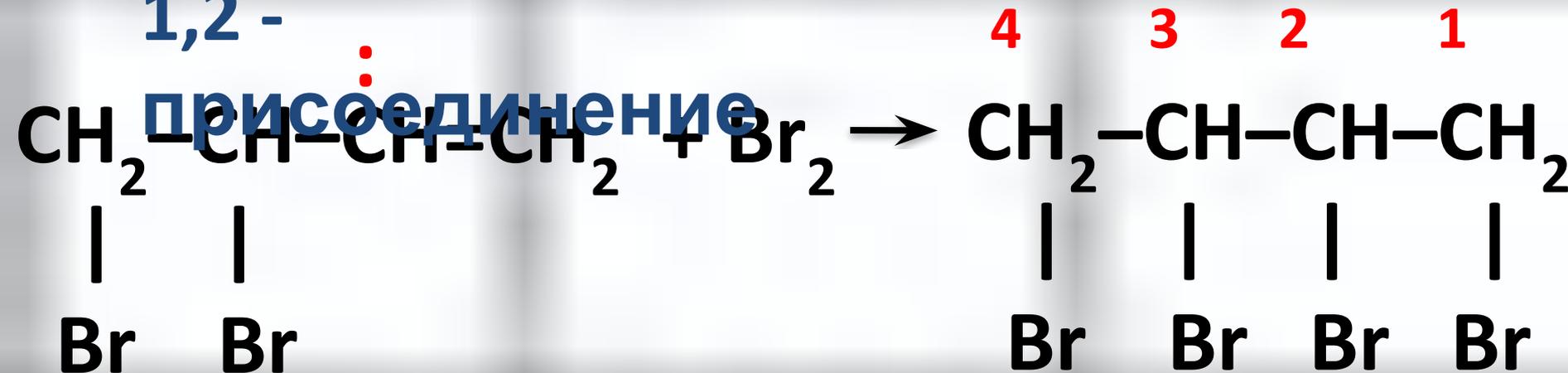
сопряженных диенов

2)

Галогенирования

1,2 -

присоединение



3,4-дибромбутен-1

1,2,3,4-

тетрабромбутан

2. СТАДИЯ





Химические свойства



сопряженных диенов

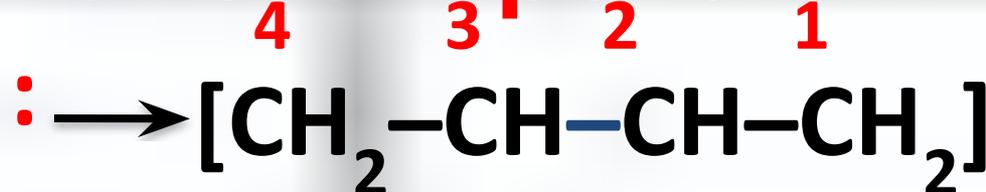
1,4 -

присоединение



2)

Галогенирование



1,4-дибромбутен-2

1. СТАДИЯ





Химические свойства



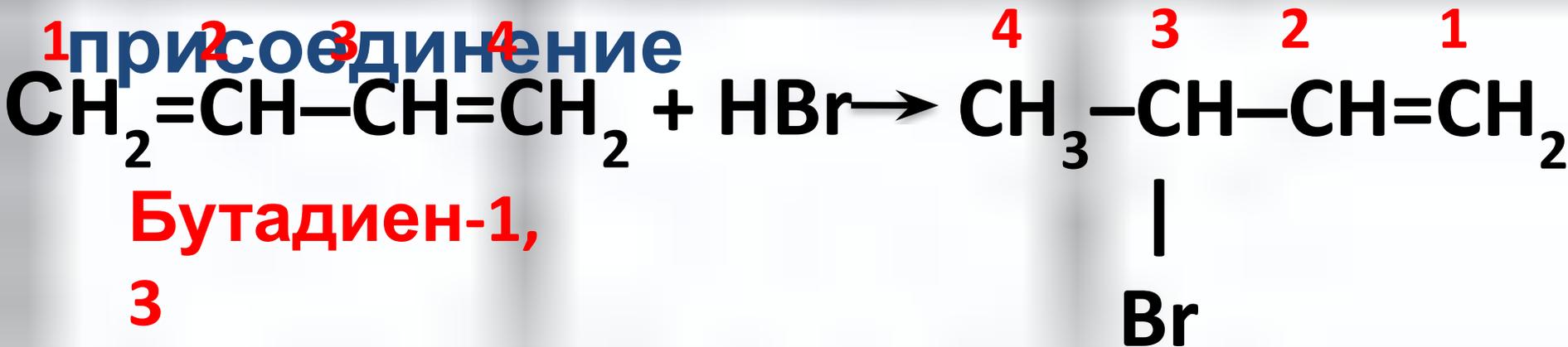
сопряженных диенов

2)

Гидрогалогенирование:

1,2 -

1 2 3 4
присоединение



Правило
Марковникова

!

1. СТАДИЯ





Химические свойства



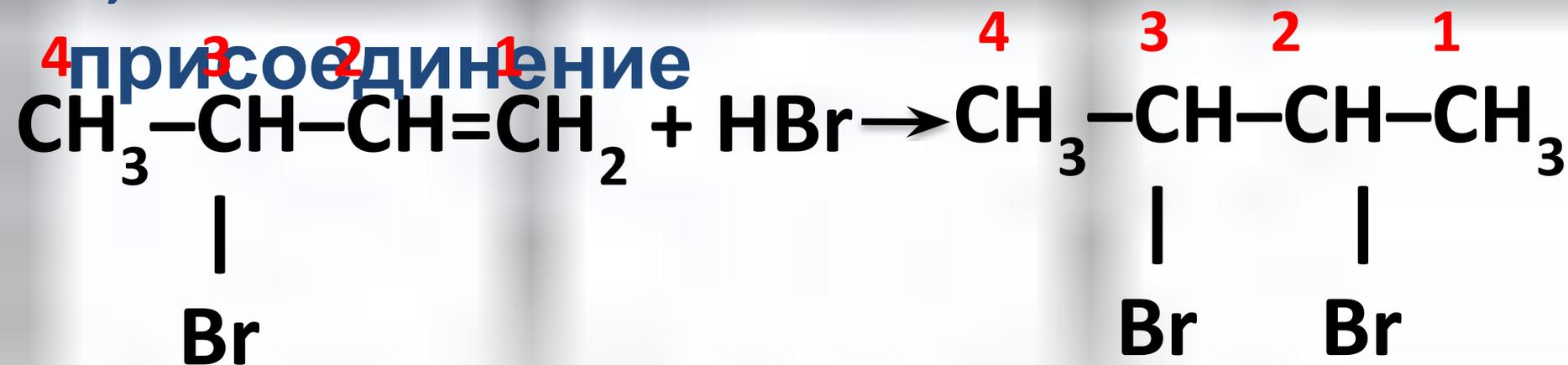
сопряженных диенов

2)

Гидрогалогенирования:

1,2 -

4 присоединение 3 2 1



3-бромбутен-1

2,3-дибромбутан

Правило
Марковникова

2. СТАДИЯ



Химические свойства



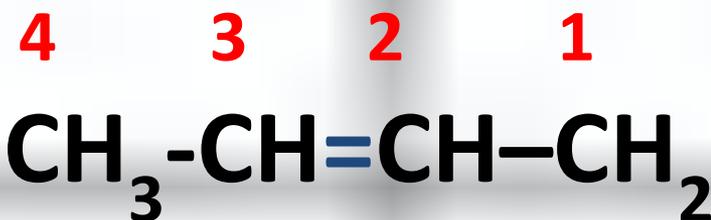
сопряженных диенов

2)

Гидрогалогенирования

1,4 -

1 присоединение



1- бромбутен-2

1. СТАДИЯ





Общие сведения об аренах:

Арены (ароматические углеводороды)



между атомами углерода

связи: $\sigma_{\text{C-C}}$; $\sigma_{\text{C-H}}$; 6-π электронное облако

Номенклатура: бензол + названия R

Вид гибридизации атома углерода:
 sp^2 ;

валентный угол - 120° ; $\lambda(\text{C}=\text{C}) = 0,14 \text{ нм}$;

строение: плоское



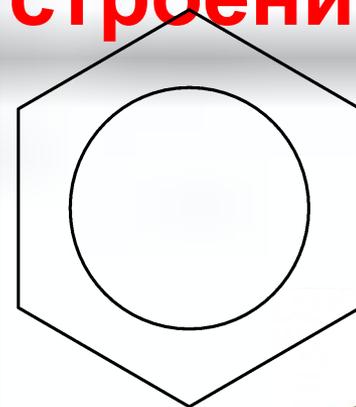
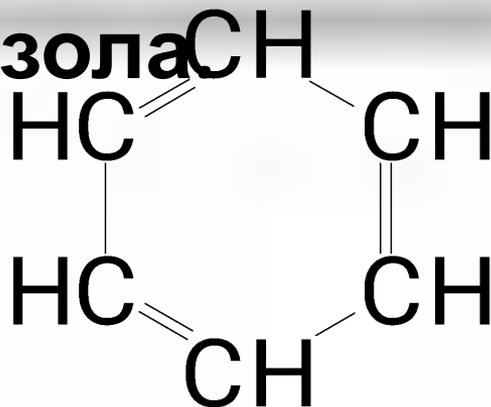


Общие сведения об аренах:

C₆H₆

Несмотря на **высокую** **неопределённость** молекулы бензола (по составу), он **не даёт** характерных, **качественных реакций** для **неопределённых** углеводородов: **не обесцвечивает** бромную воду и раствор перманганата калия.

Это связано с **особым строением** молекулы бензола





Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

Бензол горит. Пламя бензола коптящее из-за высокого содержания углерода в молекуле.



Из-за особенного строения молекулы, бензол занимает как бы **промежуточное** положение между *алканами* и *алкенами*, т.е. может вступать в **реакции присоединения**, так и в **реакции замещения**.

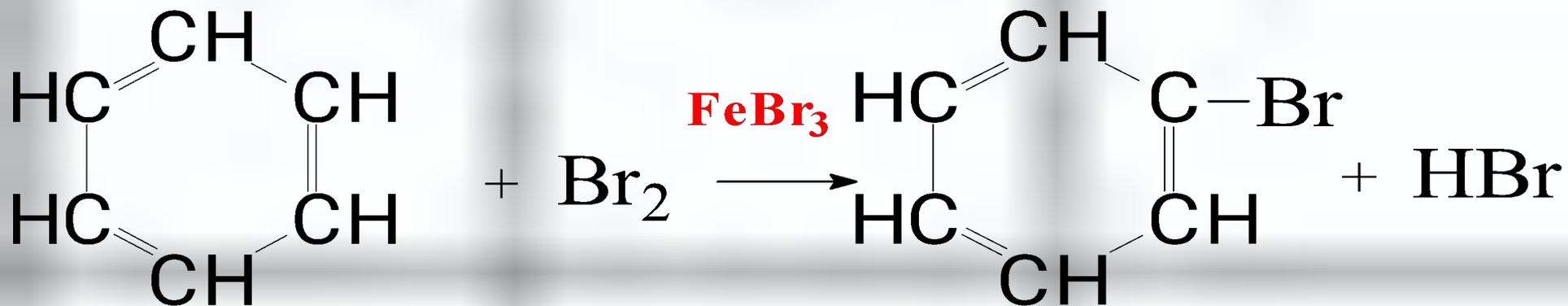




Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

1. **Реакции замещения** в бензоле протекают легче, чем в алканах.

а) реакция галогенирования



**БЕНЗО
Л**

БРОМБЕНЗОЛ

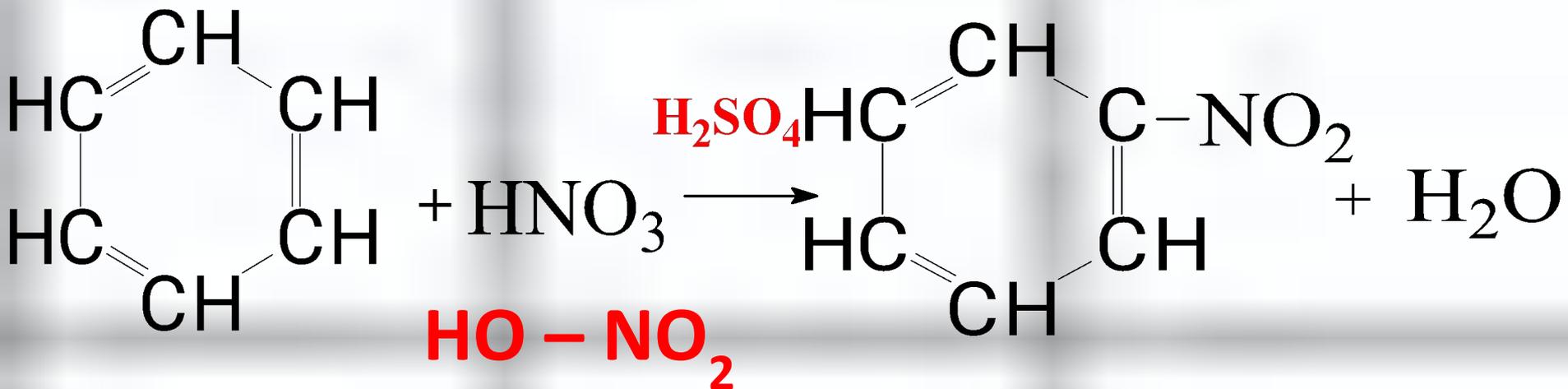




Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

1. Реакции замещения

б) реакция нитрования – взаимодействие с азотной кислотой.



БЕНЗО
Л

НИТРОБЕНЗО
Л

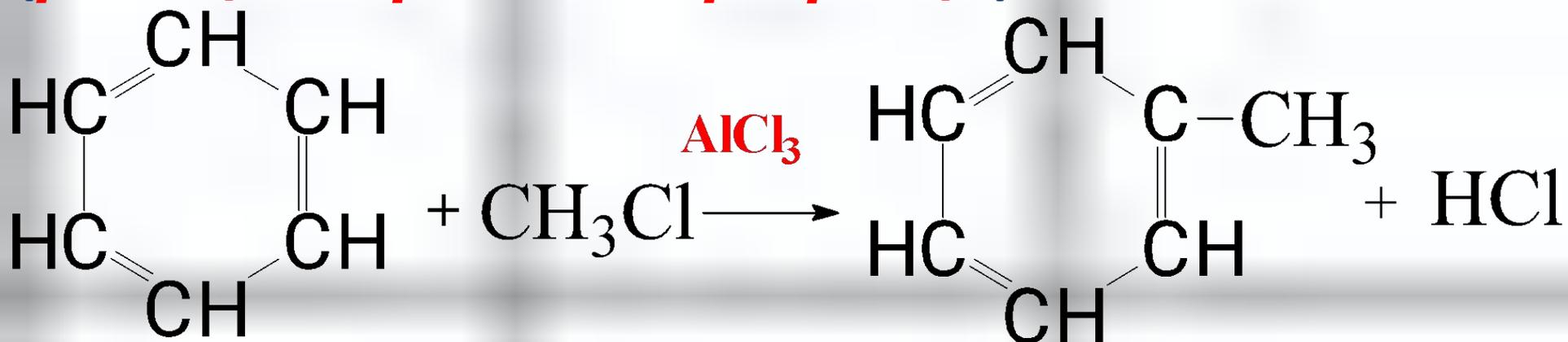




Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

1. Реакции замещения

в) реакция алкилирования –
взаимодействие с галогеналканами
(реакция Фриделя Крафта)



Бензол

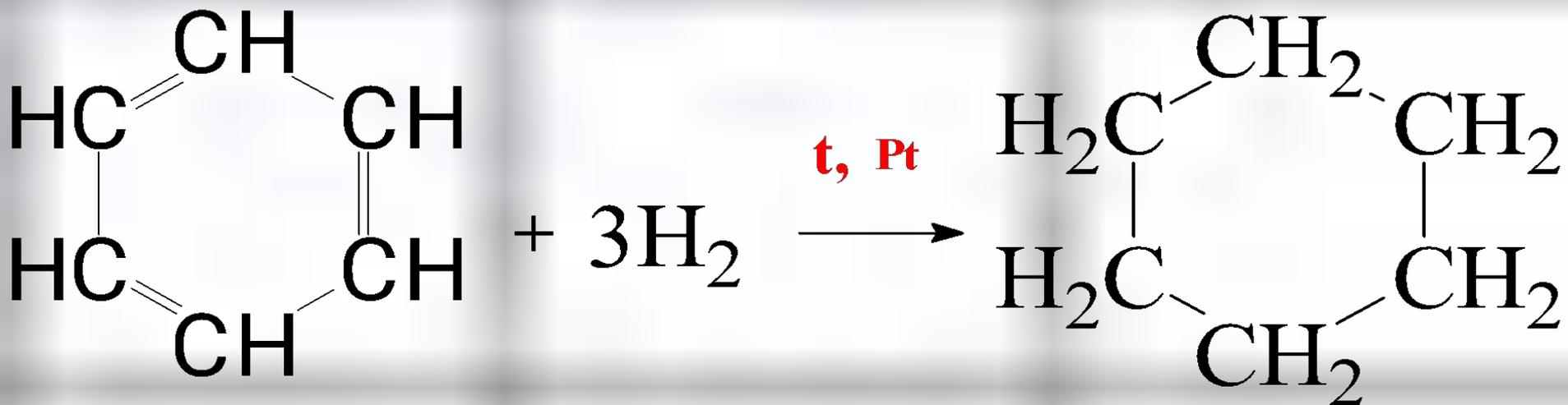
Метилбензол (толуол)





Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

2. Реакции присоединения в бензоле протекают труднее, чем в алкенах.



Бензол

Циклогексан

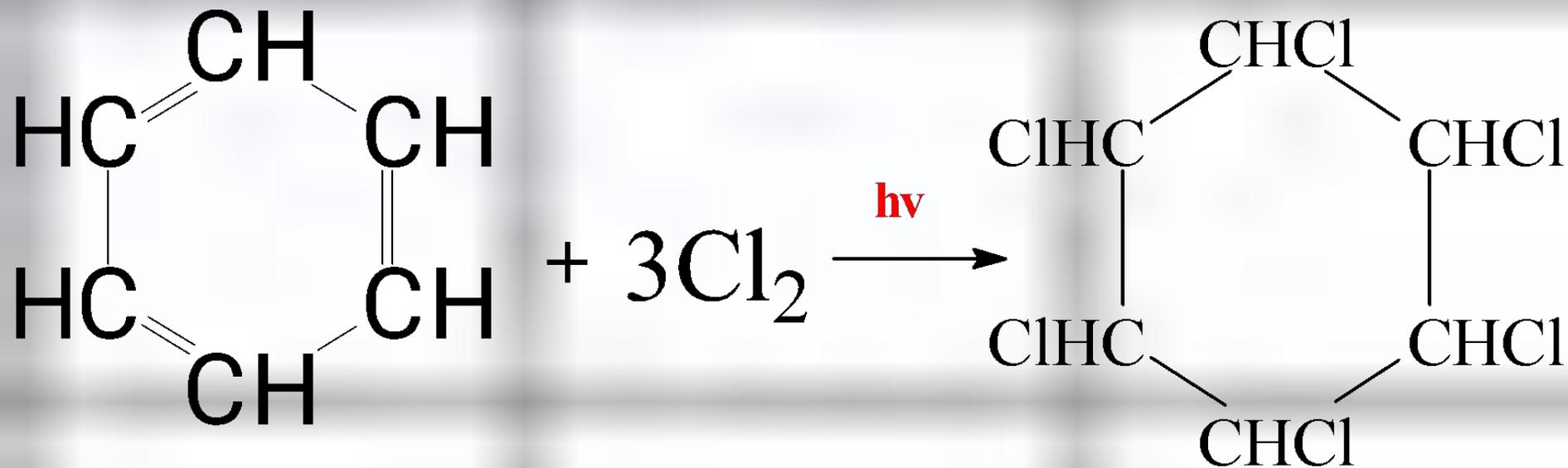
Реакция гидрирования





Химические свойства аренов: $C_n H_{2n-6}$

3. Реакции присоединения в бензоле протекают труднее, чем в алкенах.



Бензол

**Гексахлорциклогексан -
(гексахлоран)**

Реакция



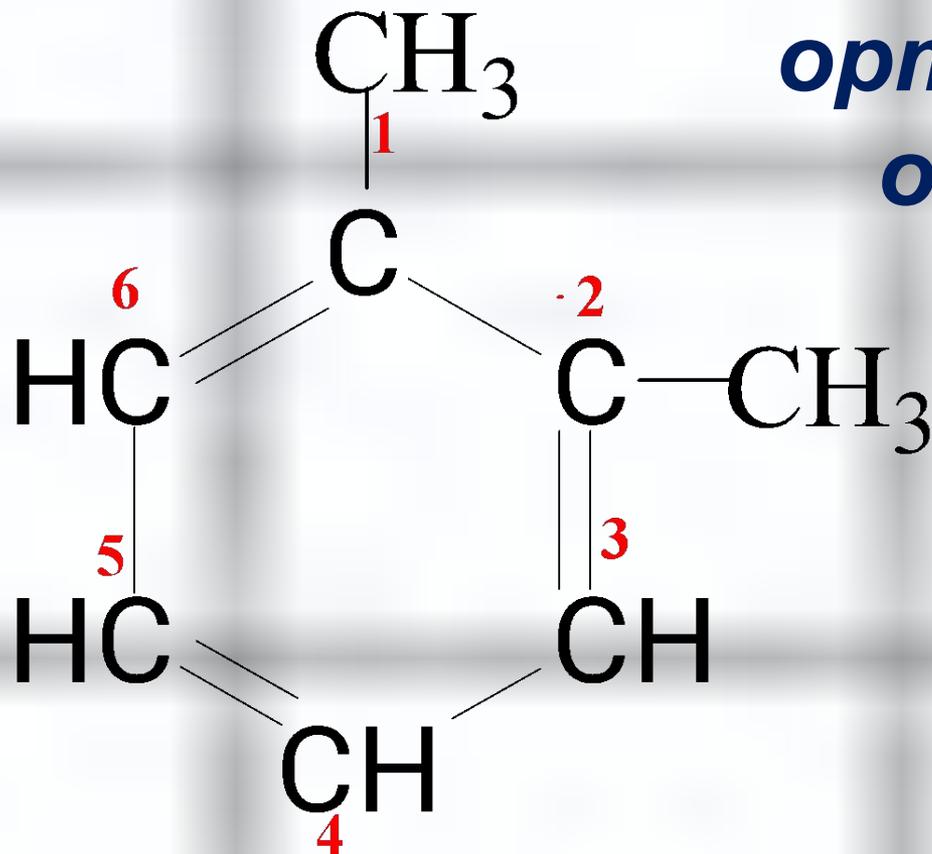


Гомологи бензола.

Изомерия положения

заместителей

орто-ксилол
о-ксилол



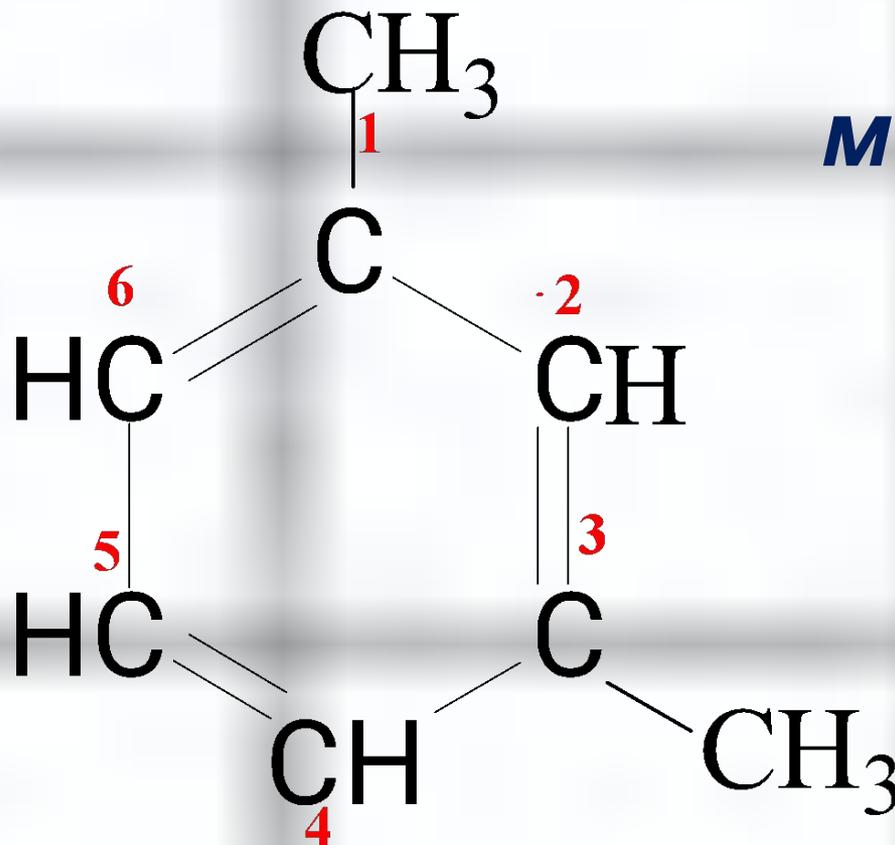
1,2-диметилбензол





Гомологи бензола.

Изомерия положения заместителей



мета-ксилол
М-КСИЛОЛ

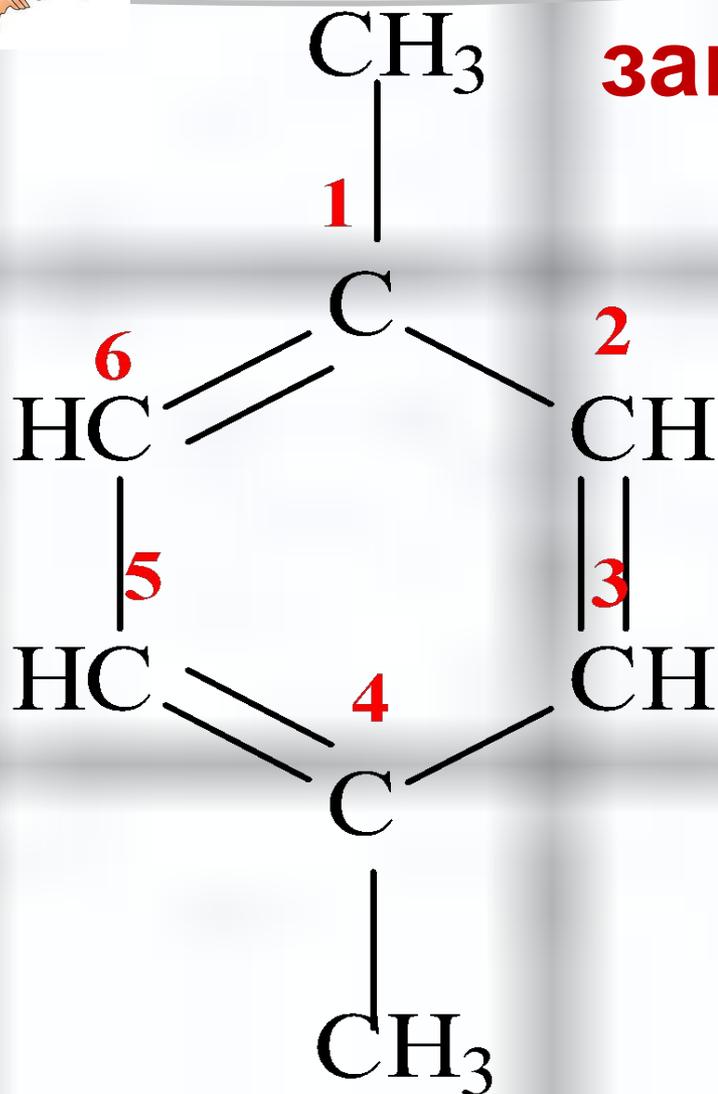
1,3-диметилбензол





Гомологи бензола. Изомерия положения

заместителей



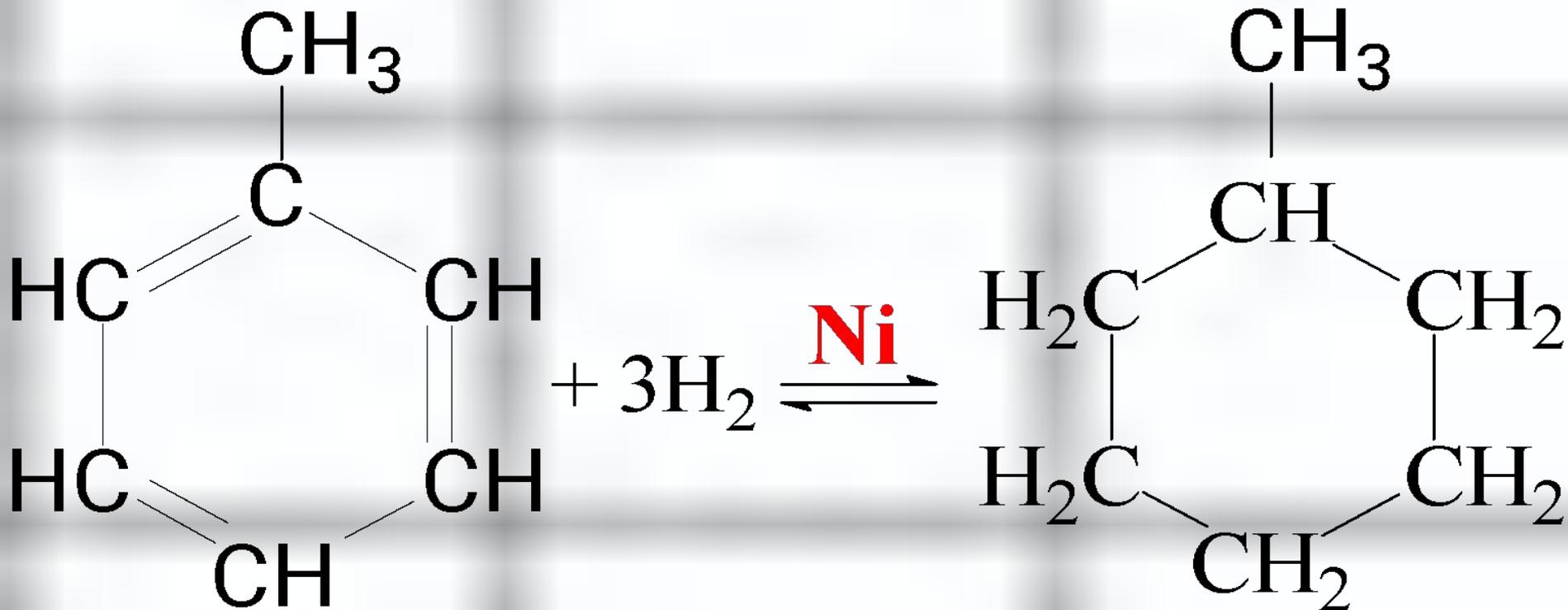
пара-ксилол
п-ксилол

1,4-диметилбензол





Реакция гидрирования по типу присоединения:

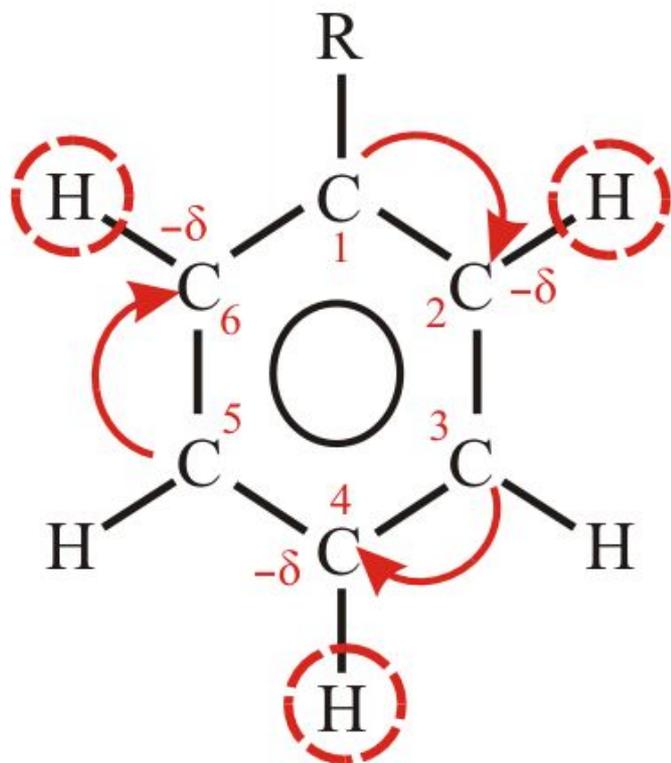


**Метилбензол
толуол**

Метилциклогексан



Правила ориентации в бензольном кольце



Заместители 1 рода

Ориентируют
второй
заместитель
в орто- и пара-
положение в
бензольном
кольце.

По сравнению с
бензолом ускоряют



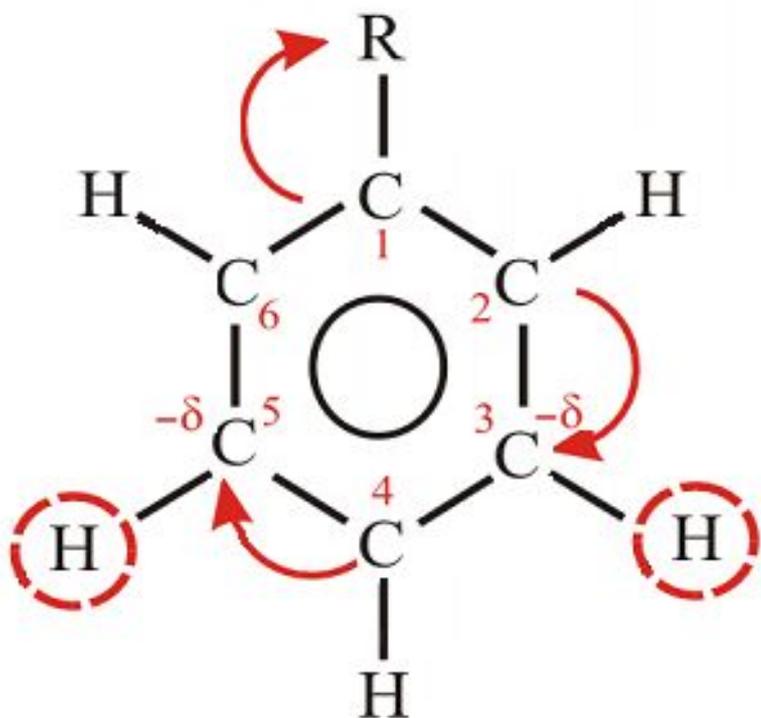
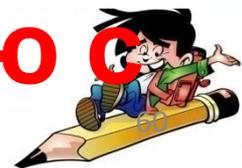


Правила ориентации в бензольном кольце

Заместители 2 рода

Ориентируют второй заместитель в мета-положение в бензольном кольце.

По сравнению с бензолом





Ориентанты

1 рода

-OH

-NH₂

-Cl, -Br, -F

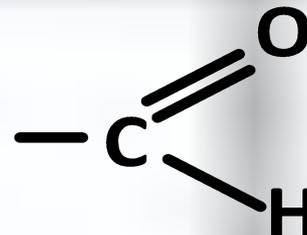
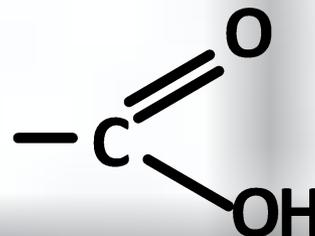
-NR₂

-OR

-CH₃, -C₂H₅, ...

Ориентанты

2 рода



-SO₃H

-NO₂

-NH₃⁺

-CCl₃

Ориентанты:

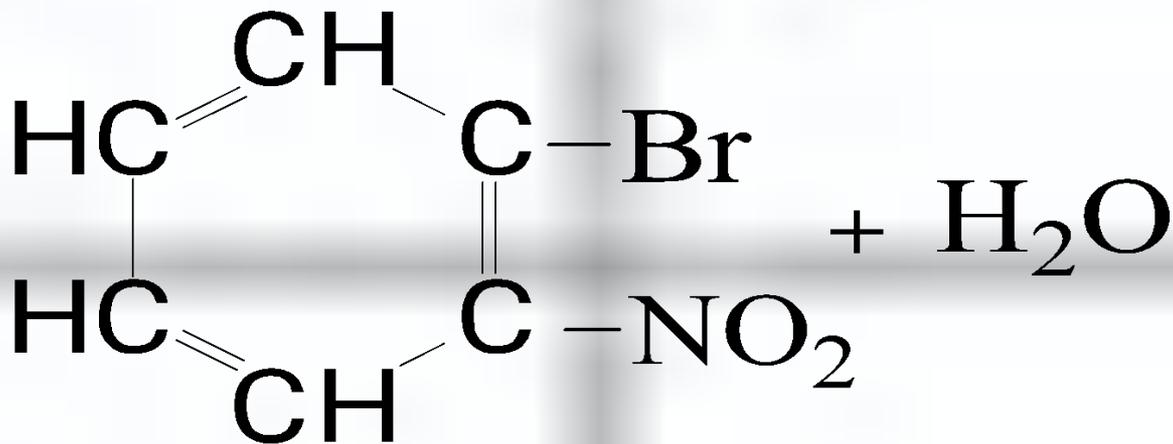
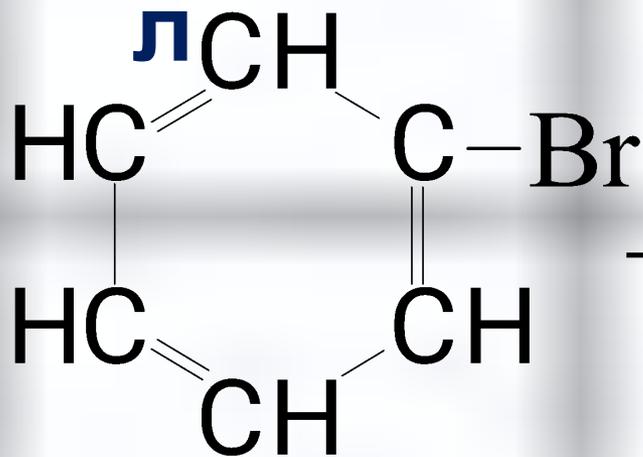


Как работает правило ориентантов



бромбензо

Br – ориентант 1 рода



Орто-нитробромбензол

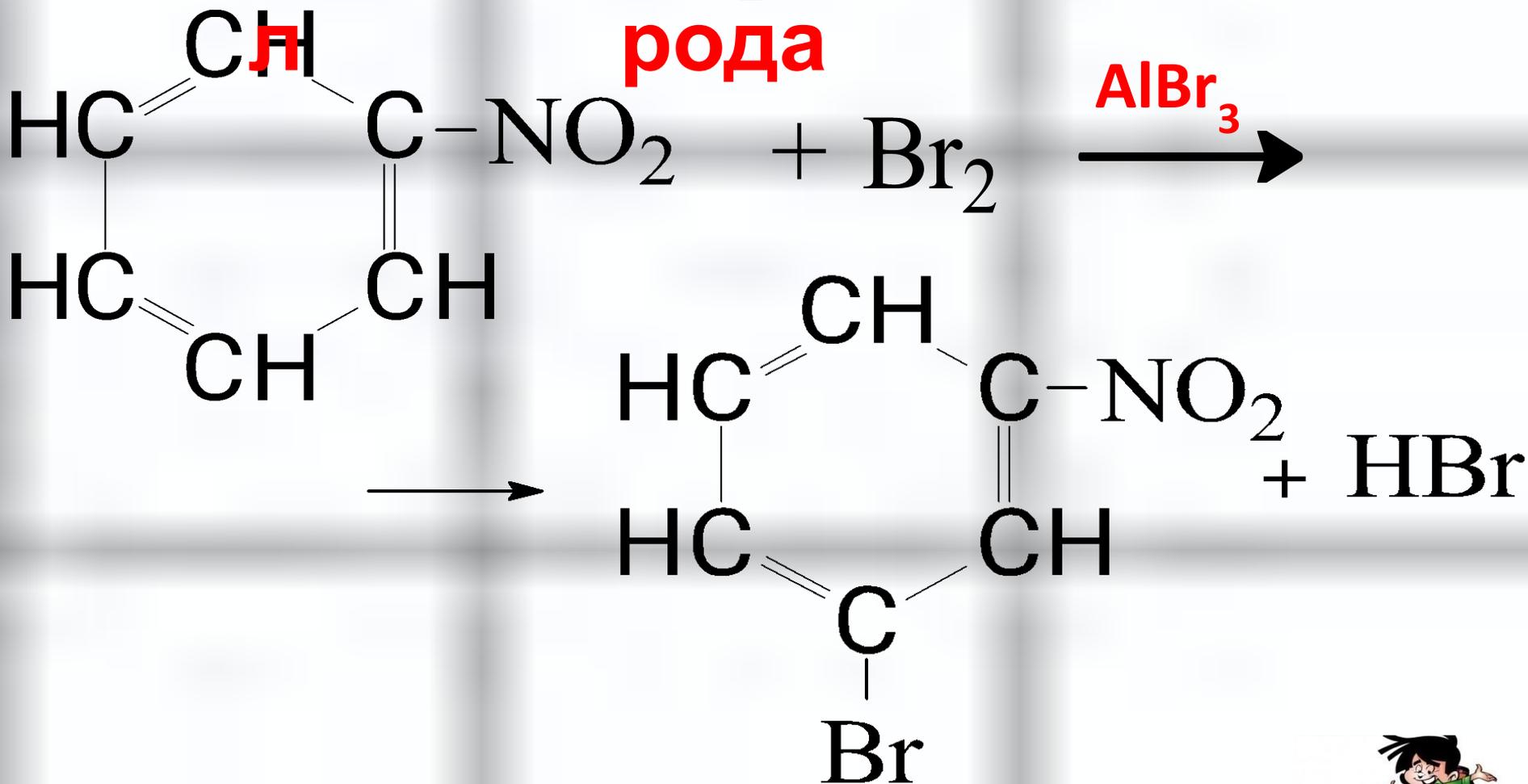


Как работает правило ориентантов

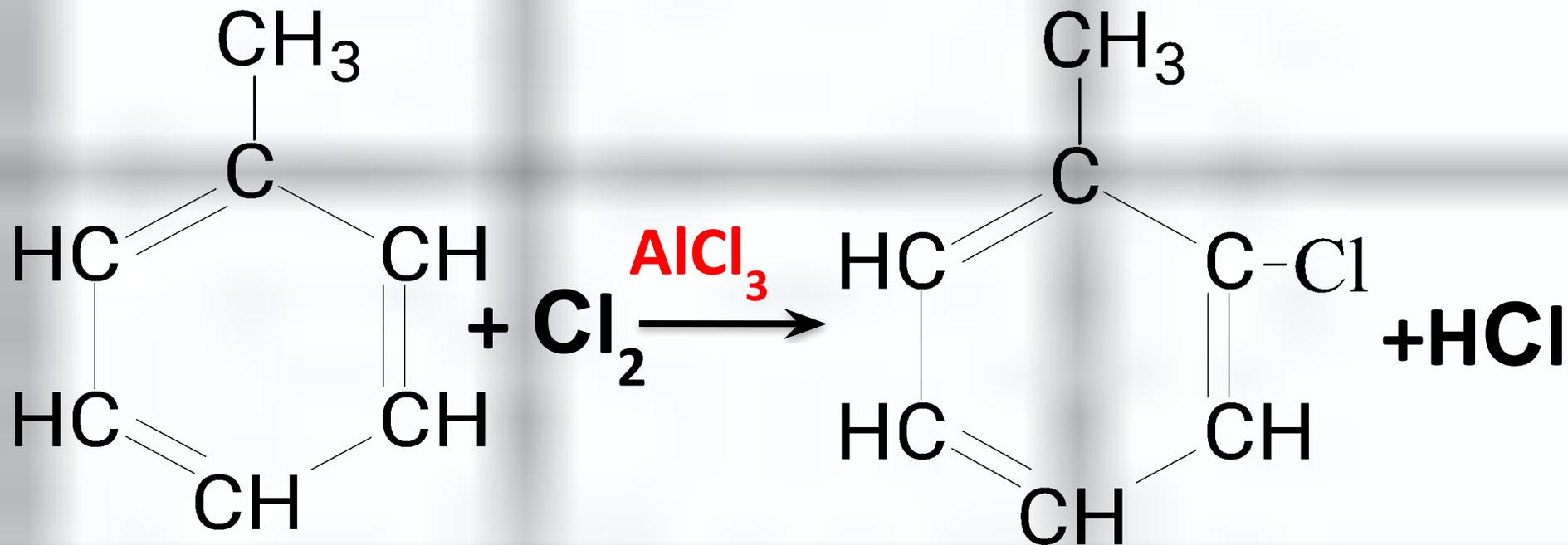


нитробензо NO_2 – ориентант 2

рода



Как работает правило ориентантов

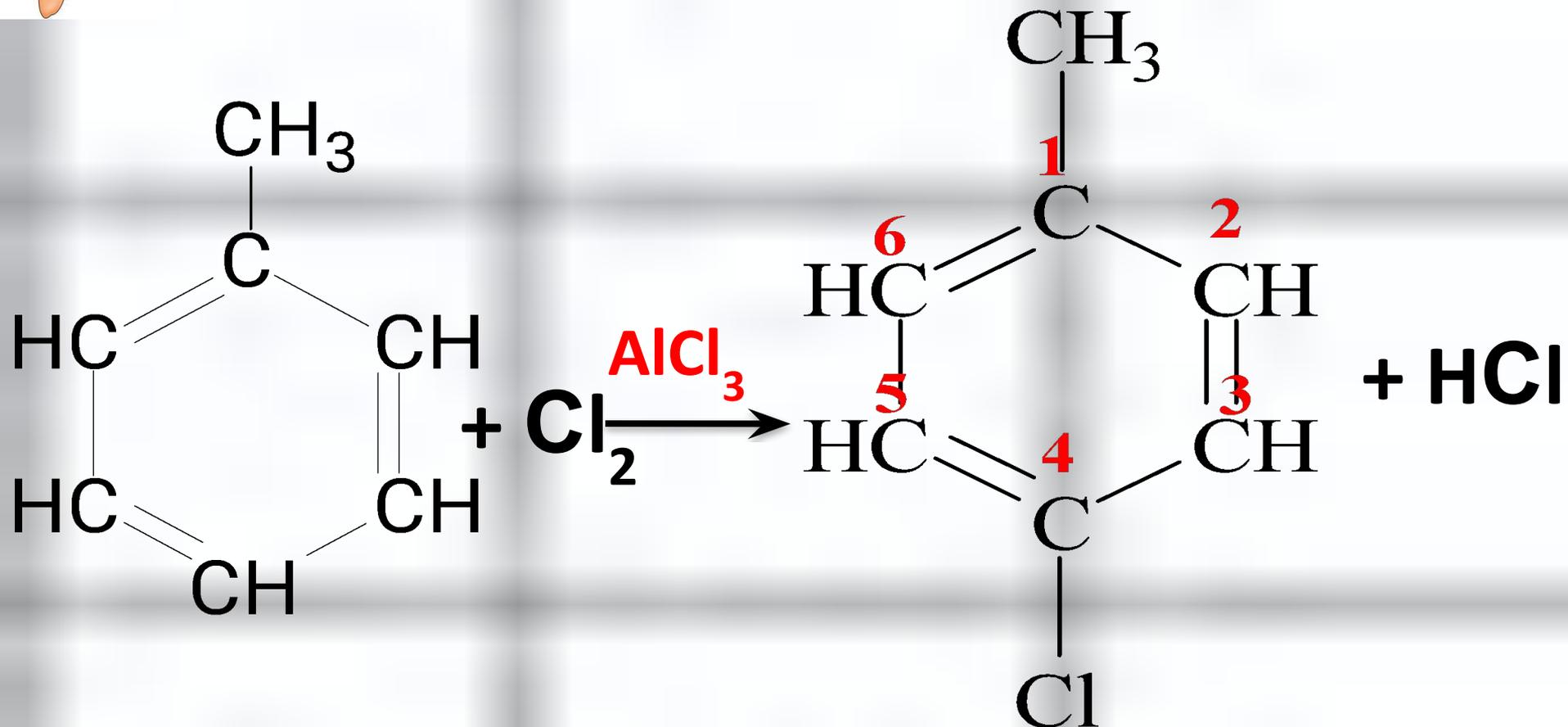


CH₃ – ориентант 1 рода

**Орто-хлортолуол
2-хлортолуол**



Как работает правило ориентантов

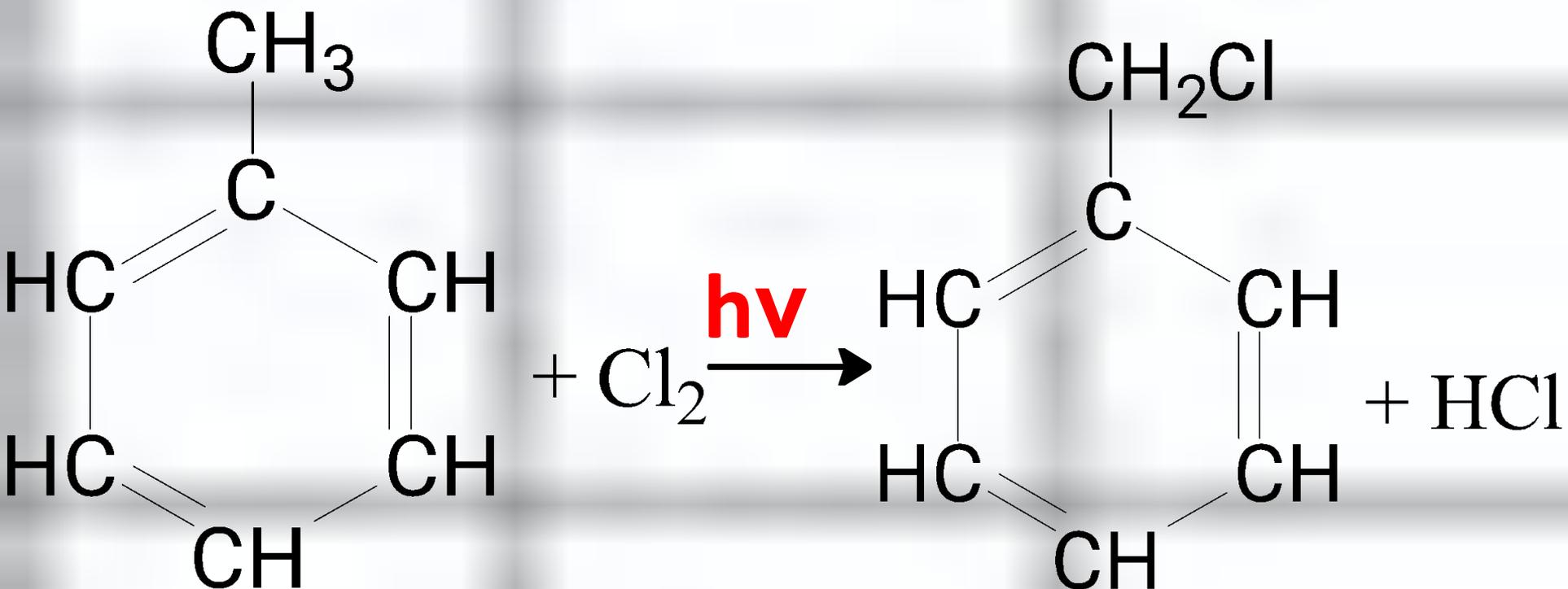


CH₃ – ориентант 1 рода **Пара-хлортолуол**
4-хлортолуол





Реакции замещения в боковой цепи алкилбензолов:

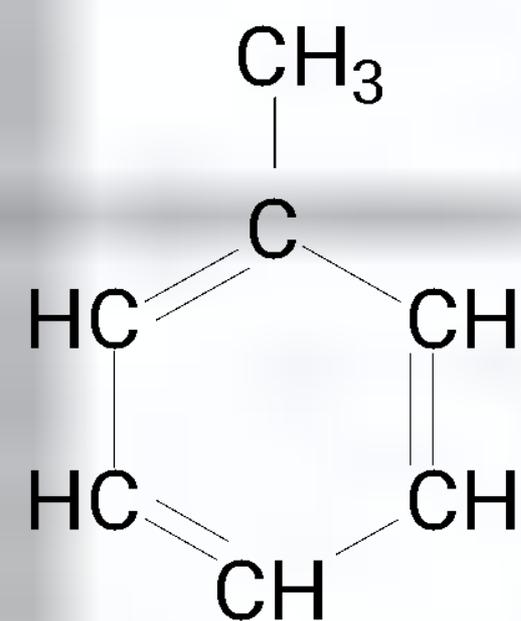


**Метилбензол
толуол**

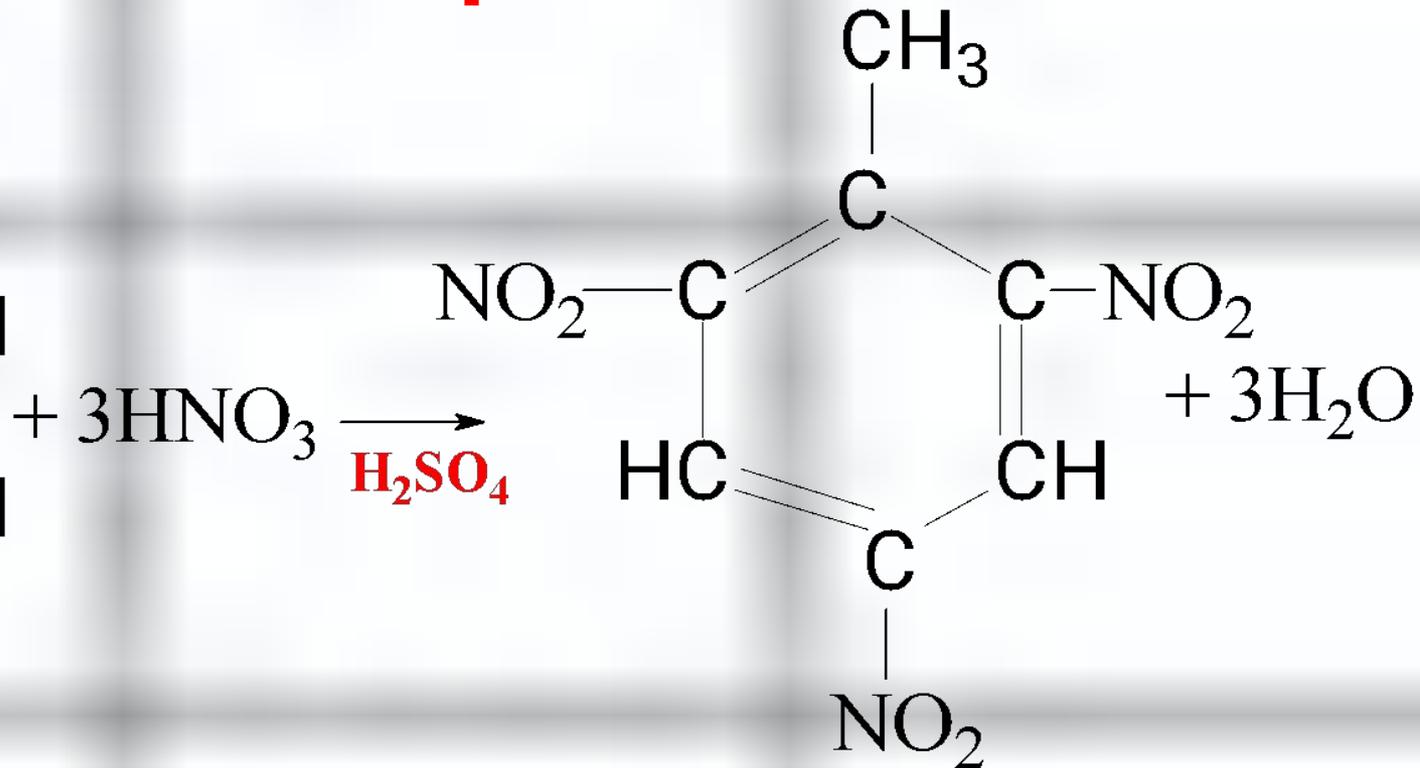
Бензилхлорид



Реакция нитрования по типу замещения:



толуол



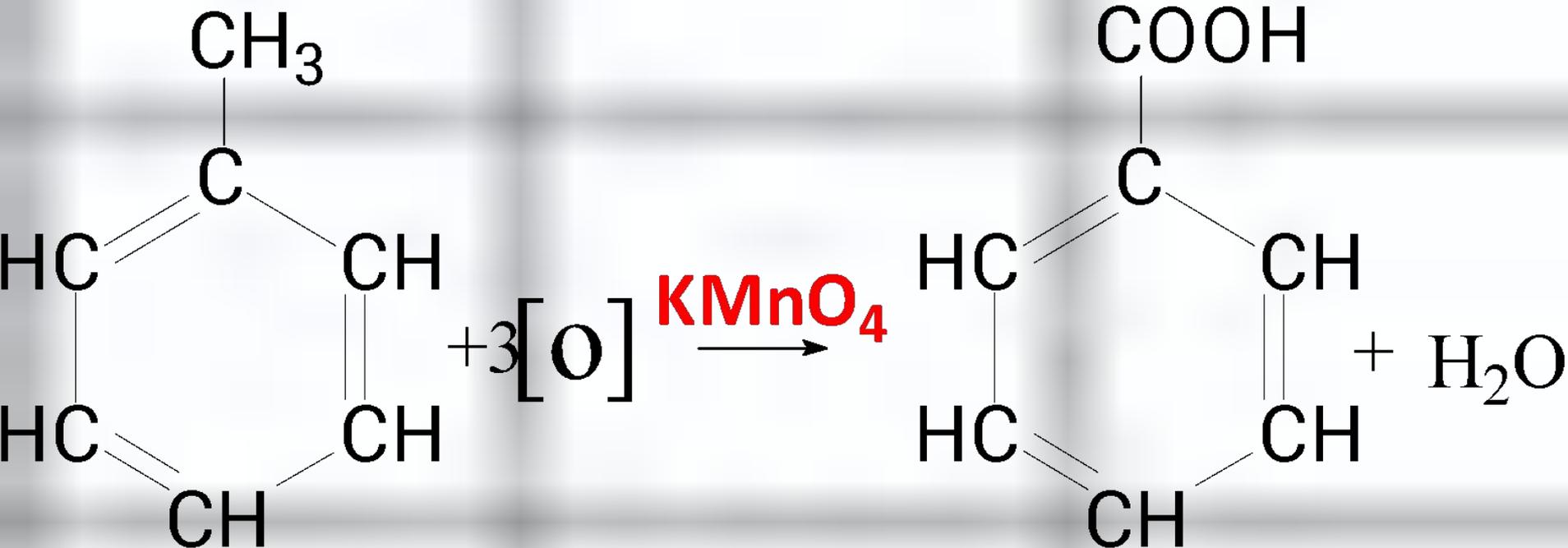
2,4,6-тринитротолуол

тол, тротил





Окисление толуола



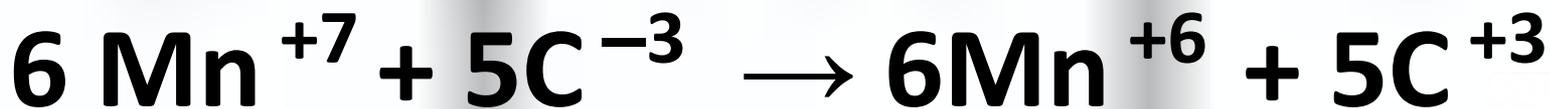
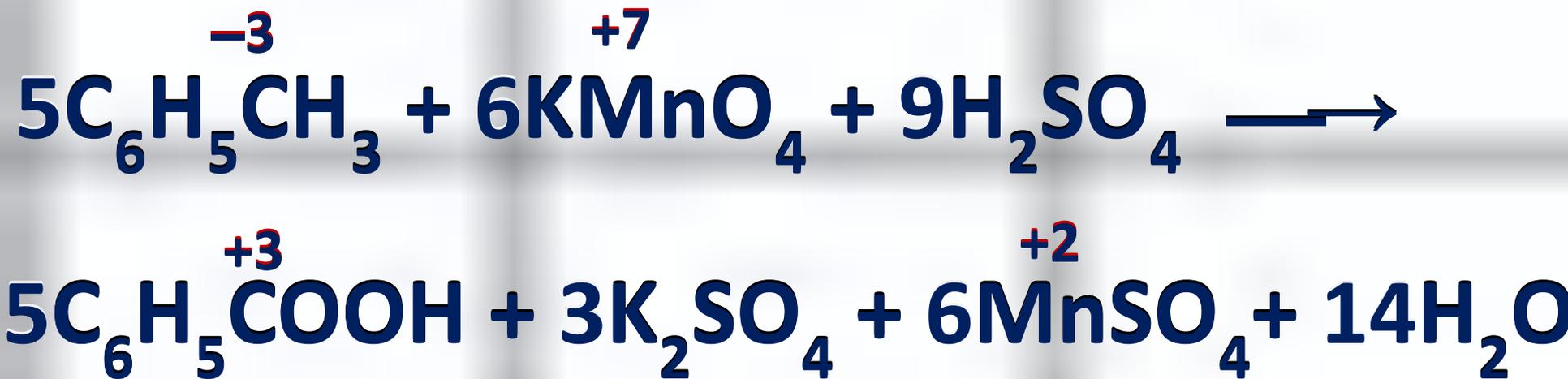
**Метилбензол
толуол**

**Бензойная
кислота**





Окисление толуола



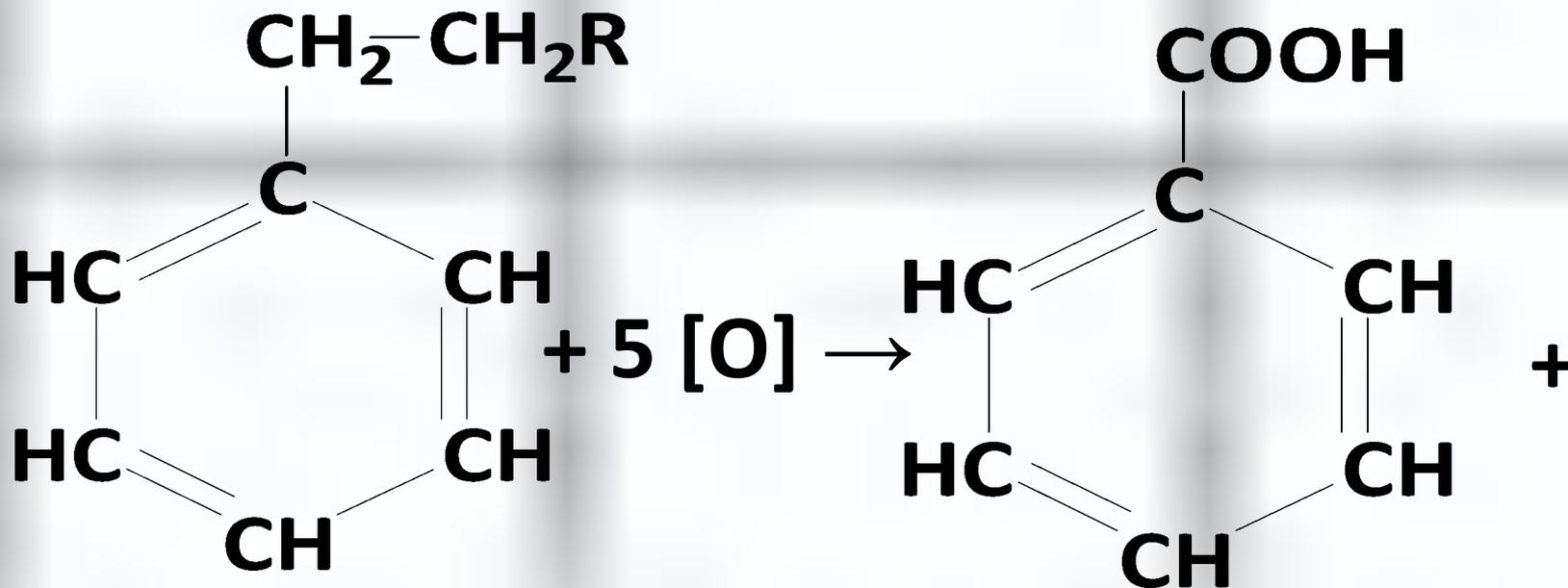


Окисление этилбензола перманганатом калия в кислой среде





Реакции окисления других гомологов



**Бензойная
кислота**

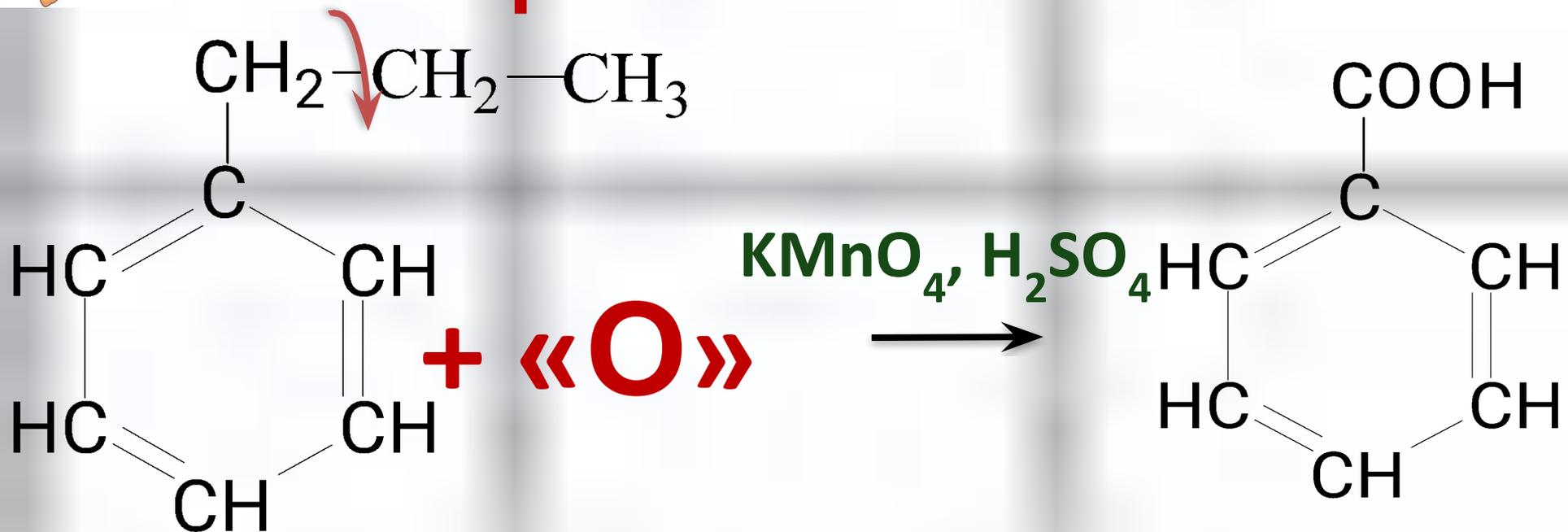


**Карбоновая
кислота**





Окисление пропилбензола



Бензойная кислота

+ $\text{CH}_3 - \text{COOH}$

Уксусная кислота



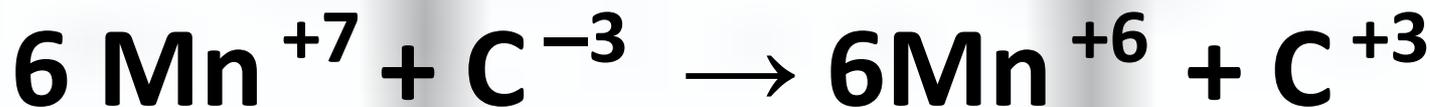


Окисление стирола в кислой среде



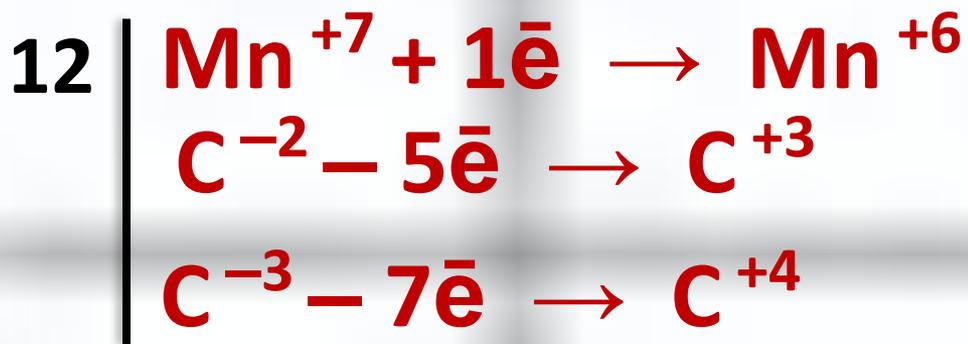
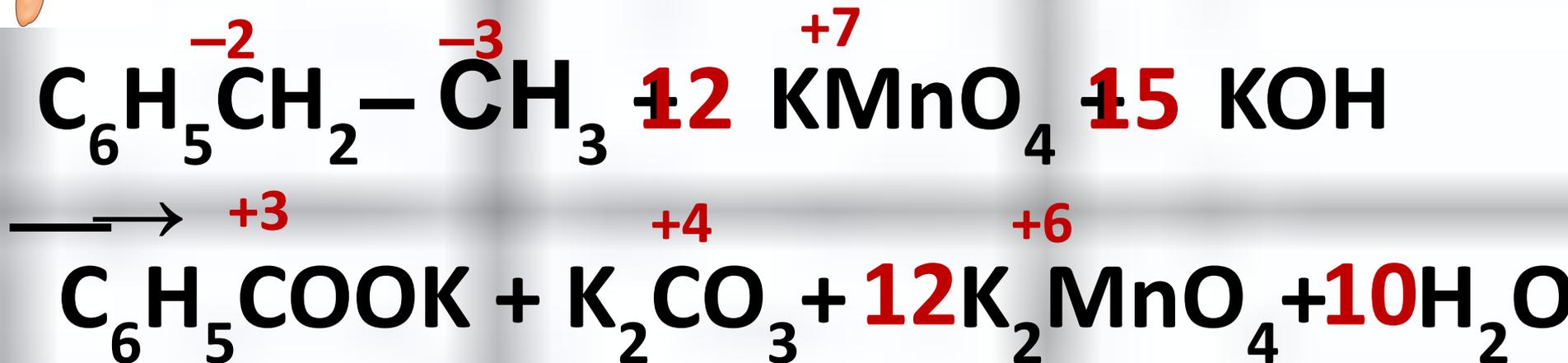


Окисление метилбензола перманганатом калия в щелочной среде





Окисление этилбензола перманганатом калия в щелочной среде





Окисление винилбензола перманганатом калия в щелочной среде



