Классификация химических реакций

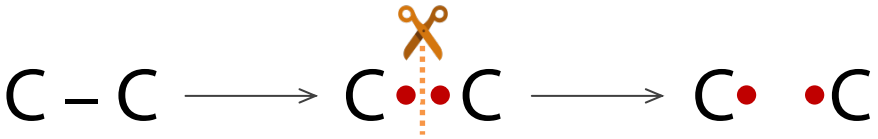
1. По механизму разрыва связи
2. По числу фаз, в которых находятся реагенты
3. По виду превращения органической молекулы

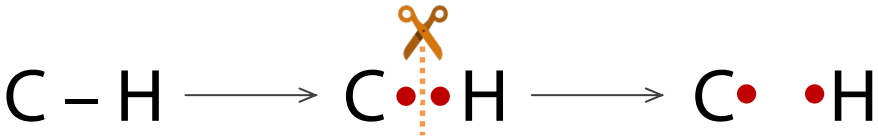
   Что изменилось в органической молекуле?
4. По типу активирования

[1] По механизму разрыва связи

Основа химических реакций: разрыв и образование связей.

1 **Гомолитический** разрыв. Образуются радикалы.
Для неполярных и малополярных связей.





2 **Гетеролитический** разрыв. Образуются ионы.
Для полярных связей.

ЭО(**O**) > ЭО(**H**)

[1] По механизму разрыва связи

Свободно-радикальные реакции

– процессы, проходящие через стадию образования радикалов

Зарождение цепи

$$Cl{-}Cl \xrightarrow{\text{свет}} Cl\bullet + Cl\bullet$$

Развитие цепи

$$CH_4 + Cl\bullet \longrightarrow CH_3\bullet + HCl$$

$$CH_3\bullet + Cl_2 \longrightarrow CH_3{-}Cl + Cl\bullet$$

$$CH_3{-}Cl + Cl\bullet \longrightarrow \bullet CH_2{-}Cl + HCl$$

$$\bullet CH_2{-}Cl + Cl_2 \longrightarrow CH_2Cl_2 + Cl\bullet$$

Обрыв цепи

$$Cl\bullet + Cl\bullet \longrightarrow Cl_2$$

$$CH_3\bullet + Cl\bullet \longrightarrow CH_3Cl$$

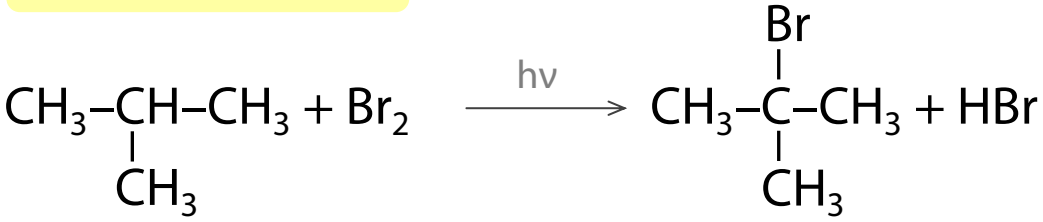
$$CH_3\bullet + CH_3\bullet \longrightarrow CH_3{-}CH_3$$

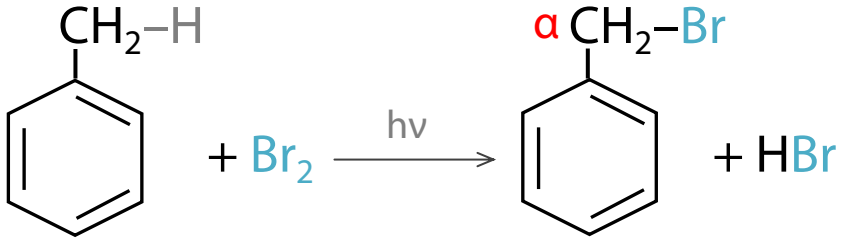
[1] По механизму разрыва связи

Свободно-радикальные реакции

– процессы, проходящие через стадию образования радикалов:

Галогенирование





Условия протекания:

– облучение (свет, УФ, hv);

– высокая температура;

– неполярные растворители.

Нитрование

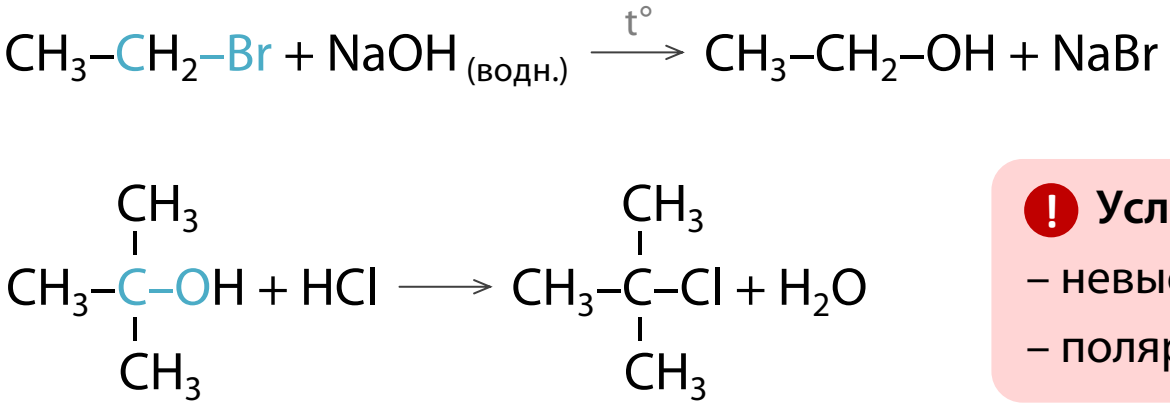
[1] По механизму разрыва связи

Ионные реакции

– процессы, проходящие через стадию образования ионов.

1) при наличии полярных связей: C–O, C–Cl, C–N

2) при наличии кратных связей: C=C, C=O, C=C–C=C



Условия протекания:

– невысокая температура;

– полярные растворители.

[2] По числу фаз, в которых находятся реагенты

Гомогенные

Гетерогенные

– **одна фаза**

– **нет** физической **границы** между реагентами

– однородное смешение

– реакция **по всему объему**

Газ + газ

$$CH_2{=}CH_2\,(г.) + H_2\,(г.) \xrightarrow{Pt} CH_3{-}CH_3$$

Смешивающиеся растворы/жидкости

$$CH_3COOH\,(р{-}р) + NaOH\,(р{-}р) \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

$$HCOOH\,(жид.) + CH_3OH\,(жид.) \longrightarrow HCOOCH_3 + H_2O$$

[2] По числу фаз, в которых находятся реагенты

Гомогенные

– **одна фаза**

– **нет** физической **границы** между реагентами

– однородное смешение

– реакция **по всему объему**

Газ + газ, раствор + раствор
Смешивающиеся жидкости

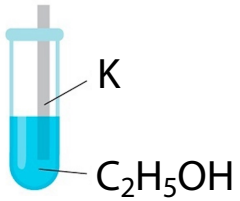
Гетерогенные

– **две и более** фаз

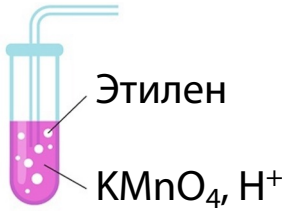
– есть **граница раздела**

– соприкосновение только на границе раздела

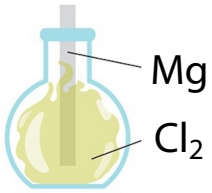
– реакция на границе раздела



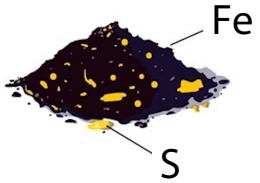
Твердое и жидкость



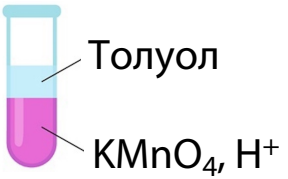
Газ и жидкость



Твердое и газ



Два твердых вещества



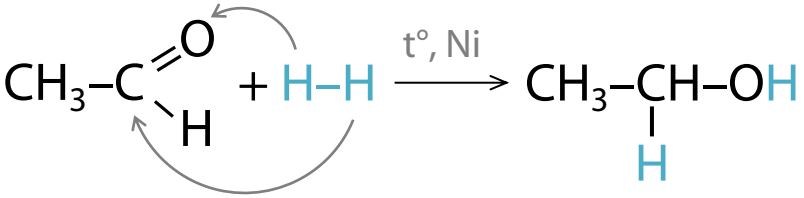
Несмешивающиеся жидкости

[3] По виду превращения

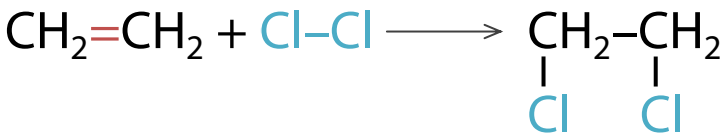
Реакции присоединения

Присоединение по кратным связям или малым циклам

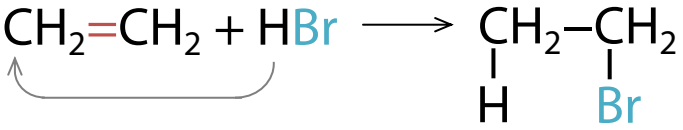
Гидрирование



Галогенирование



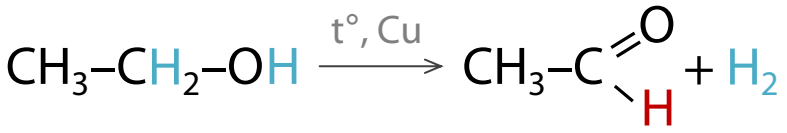
Гидрогалогенирование



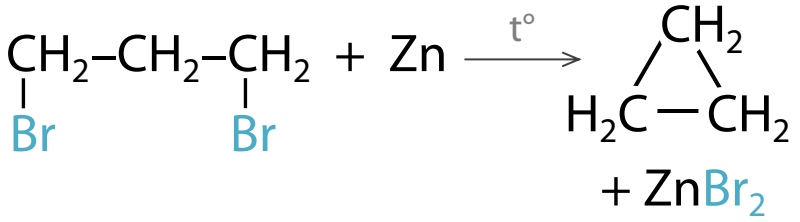
Реакции отщепления

Отщепление с образованием π–связей или замыканием цикла

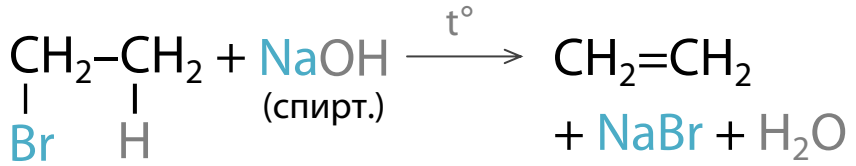
Дегидрирование



Дегалогенирование



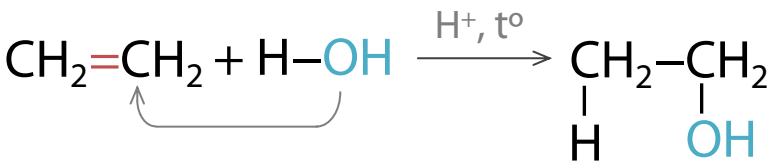
Дегидрогалогенирование



Реакции присоединения

Присоединение по кратным связям или малым циклам

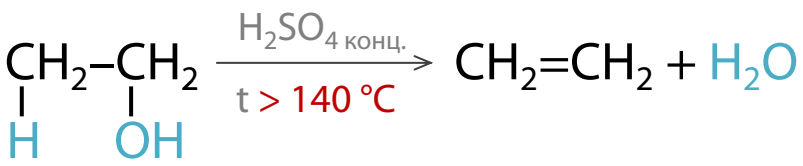
Гидратация



Реакции отщепления

Отщепление с образованием π–связей или замыканием цикла

Дегидратация



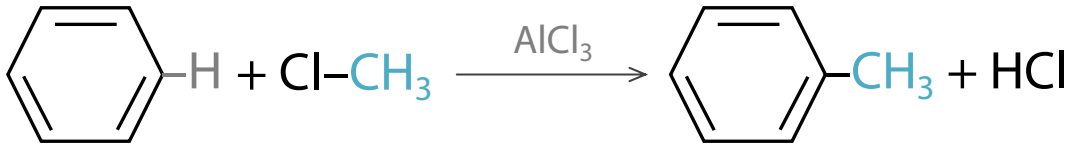
[3] По виду превращения

Реакции замещения

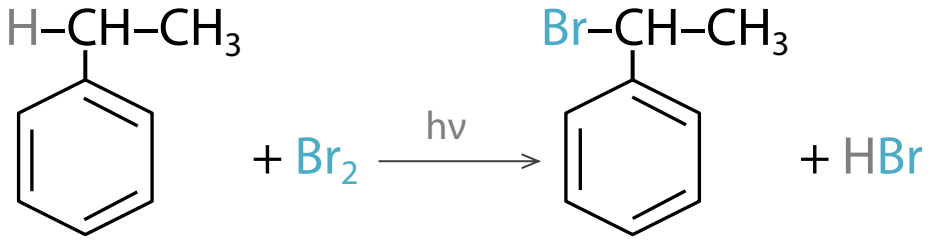
Замещение одних атомов или групп атомов на другие

Нитрование алканов и аренов

Алкилирование аренов



Галогенирование на свету



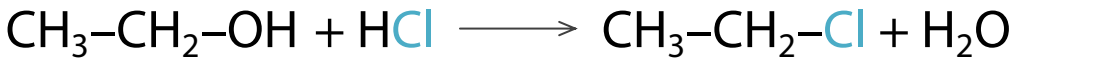
[3] По виду превращения

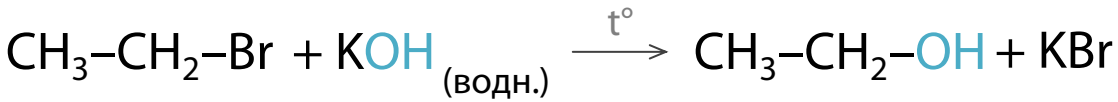
Реакции замещения

Замещение одних атомов или групп атомов на другие

Замена –OH ↔ –Hal

! не ионный обмен



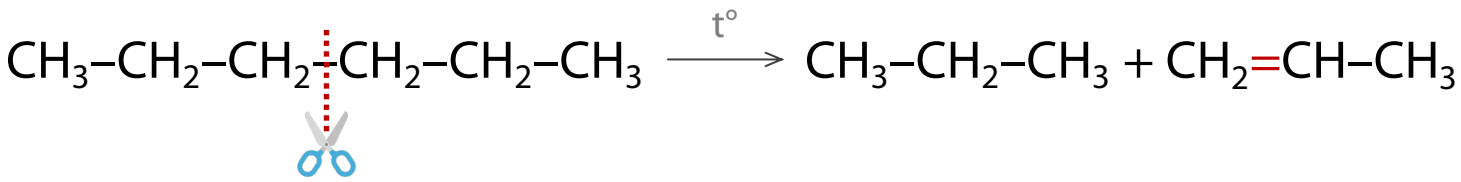


[3] По виду превращения

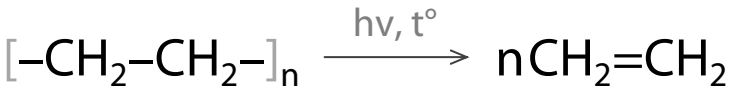
Реакции разложения

Разрушение исходной органической молекулы
с разрывом углеродного скелета

Крекинг углеводородов



Деполимеризация

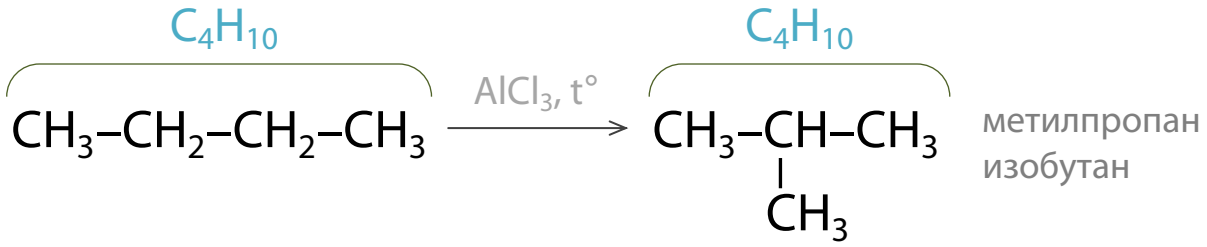


[3] По виду превращения

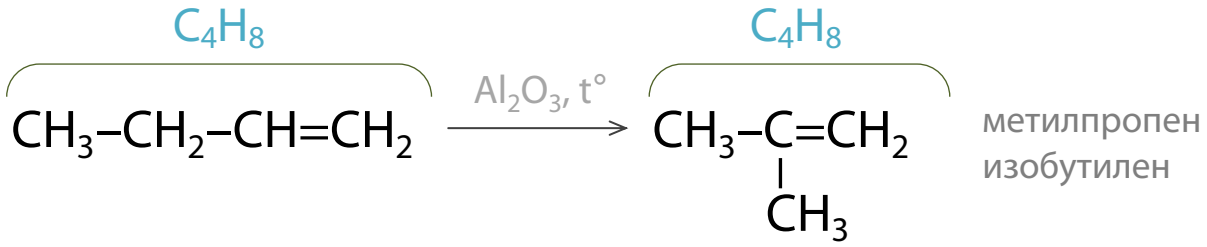
Реакции изомеризации

Изменение структуры вещества без изменения его молекулярной формулы

Изомеризация углеводородов



метилпропан
изобутан



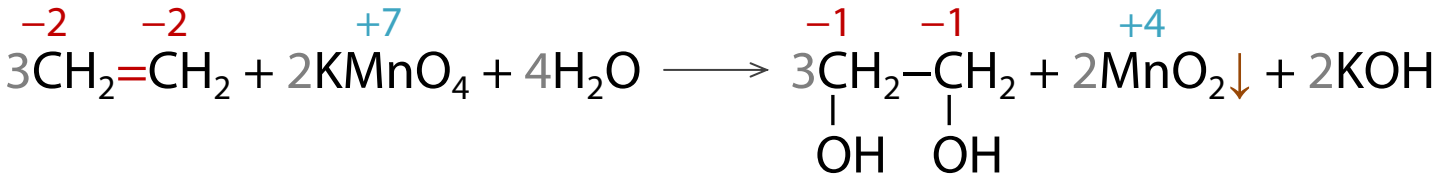
метилпропен
изобутилен

[3] По виду превращения

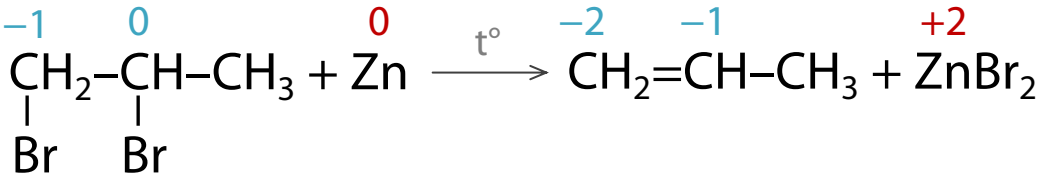
Окислительно–восстановительные реакции

Сопровождается изменением степеней окисления одного или нескольких атомов.

Реакции с $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, O_2



Реакции с простыми веществами



[3] По виду превращения

Реакции полимеризации и поликонденсации

Полимеризация – последовательное соединение молекул с образованием макромолекулы

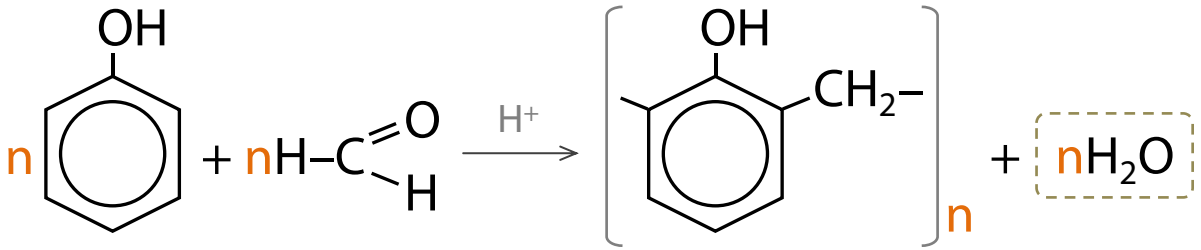
$$n\,CH_2{=}CH_2 \longrightarrow [-CH_2-CH_2-]_n$$

Полиэтилен

$$n\,CH_2{=}CH-CH{=}CH_2 \longrightarrow [-CH_2-CH{=}CH-CH_2-]_n$$

Бутадиеновый каучук

Поликонденсация – последовательное соединение молекул с образованием макромолекулы и отщеплением низкомолекулярных веществ (часто H_2O)



[4] По типу активирования

Катализатор – вещество, ускоряющее процесс,
но не расходующееся в нем.

1. Катализаторы гидрирования/дегидрирования: Pt, Pd, Ni, Cr_2O_3, Cu
2. Катализаторы дегидратации: $H_2SO_{4\ (конц.)}$, $H_3PO_{4\ (конц.)}$, Al_2O_3
3. Катализаторы изомеризации: $AlCl_3$, $FeBr_3$

   Изомеризация – **ионный процесс**, эти же катализаторы могут применяться
   и в некоторых других ионных процессах, например, алкилировании аренов.
4. Катализатор тримеризации алкинов: $C_{актив}$

[4] По типу активирования

Катализатор – вещество, ускоряющее процесс,
но не расходующееся в нем.

Если прямая реакция каталитическая, то и обратная тоже.
Не любую реакцию можно ускорить катализатором!

❗ Свет/излучение и температура **не являются** катализаторами

[4] По типу активирования

Каталитические реакции в органике:

— гидрирование/дегидрирование

— гидратация непредельных углеводородов

— дегидратация спиртов

— реакции изомеризации

— каталитический крекинг и разложение

— реакция Лебедева

— замещение в ароматическом кольце

— каталитическое окисление

— получение органических веществ из синтез–газа

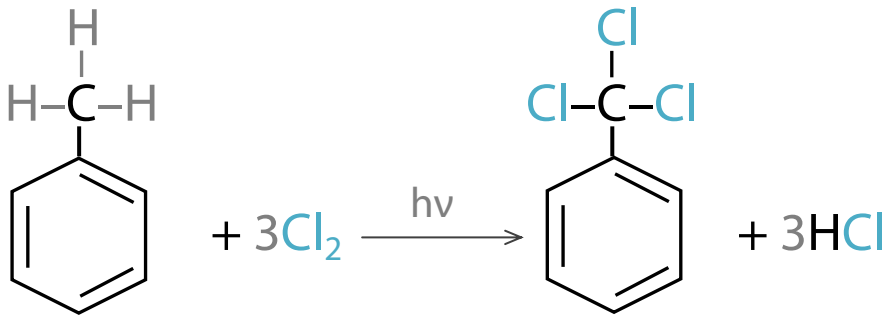
— ферментативные реакции (брожение глюкозы)

Последовательно **собираем** список

[4] По типу активирования

Фотохимические реакции

Процессы, инициирующиеся видимым светом или другим электромагнитным излучением (УФ, ИК и т.д.)

Галогенирование на свету

$$CH_3–CH_2–CH_3 + Br_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3–\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}}–CH_3 + HBr$$