

# Классификация ОС

а) по строению углеродного скелета:



# Номенклатура

Наиболее распространенные функциональные группы и соответствующие классы органических соединений

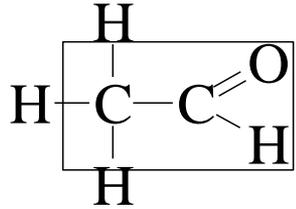
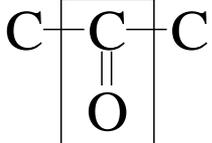
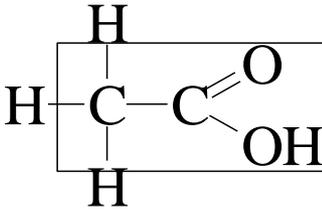
Функциональная группа		Название класса органических соединений	Общая структурная формула	Примеры соединений
Структурная формула группы	Название			
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	карбоксильная (карбокси)	Карбоновые кислоты	R-COON	CH <sub>3</sub> COON уксусная кислота
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{OR} \end{array}$	сложноэфирная (алкоксикарбонильная)	Сложные эфиры	R-COOR'	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> этиловый эфир уксусной кислоты
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$	амидная (карбомоил)	амиды	$\text{R—C} \begin{array}{l} \parallel \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \parallel \\ \text{O} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$ амид уксусной кислоты

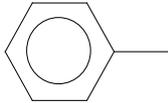
$\text{—C}\equiv\text{N}$	циано	нитрилы	$\text{R-CN}$	$\text{CH}_3\text{CN}$ ацетонитрил (нитрил уксусной кислоты)
$\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—H} \end{array}$	формил (альдегидная)	альдегиды	$\text{R-COH}$	$\text{CH}_3\text{COH}$ уксусный альдегид
$\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{—R} \end{array}$	оксо (кетонная)	кетоны	$\text{R-CO-R}'$	$\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ацетон
$\text{—OH}$	гидроксигруппа	спирты	$\text{ROH}$ (первичный спирт)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ этанол
		фенолы	$\text{ArOH}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ фенол

$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagup \\ -\text{N} \\ \diagdown \\ \text{R} \end{array}$	амино	амины	$\text{RNH}_2$ (первичный амин, $\text{R}=\text{H}$ )	$\text{CH}_3\text{NH}_2$ метиламин
$-\text{NO}_2$	нитро	нитросоединения	$\text{RNO}_2$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ нитроэтан
$-\text{OR}$	алклокси (простая эфирная)	простые эфиры	$\text{R-O-R}'$	$\text{CH}_3\text{OCH}_3$ диметиловый эфир
Галогены (F, Cl, Br, I)	галогено	галогенопроизводные углеводородов	$\text{R-X}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ хлорэтан

# Основы рациональных названий некоторых классов ациклических соединений

Класс соединений	Общая формула гомологического ряда	Основа рационального названия
Предельные углеводороды	$C_nH_{2n+2}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \boxed{\text{C}} - \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$ метан
Непредельные углеводороды этиленового ряда	$C_nH_{2n}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \boxed{\text{C} = \text{C}} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ этилен
Непредельные углеводороды ацетиленового ряда	$C_nH_{2n-2}$	$\text{H} - \boxed{\text{C} \equiv \text{C}} - \text{H}$ ацетилен
Спирты	$C_nH_{2n+2}O$	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H} - \boxed{\text{C} - \text{OH}} \\   \\ \text{H} \end{array}$ карбинол

Альдегиды	$C_nH_{2n}O$	 <p>уксусный альдегид</p>
Кетоны	$C_nH_{2n}O$	 <p>кетон</p>
Карбоновые кислоты	$C_nH_{2n}O_2$	 <p>уксусная кислота</p>

Структурная формула алкильного заместителя	Название (краткое обозначение)	Структурная формула алкильного заместителя	Название (краткое обозначение)
$\text{CH}_3-$	метил (Me)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-$	этил (Et)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пропил (Pr)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	бутил (Bu)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \diagdown \\ \text{CH}- \\ \diagup \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопропил ( <i>i</i> -Pr)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>втор</i> -бутил ( <i>s</i> -Bu)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>трет</i> -бутил ( <i>t</i> -Bu)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	<i>изо</i> -бутил ( <i>i</i> -Bu)
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	пентил или амил (Am)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	изопентил или <i>изо</i> -амил ( <i>i</i> -Am)
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	неопентил	 $(\text{C}_6\text{H}_5-)$	Фенил (Ph)
$\text{CH}_2=\text{CH}-$	винил	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	аллил
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-$	пропаргил		бензил (Bn)
$\text{HC}\equiv\text{C}-$	этинил	$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-$	толил ( <i>о</i> -, <i>м</i> -, <i>п</i> -)

- **Номенклатура ИЮПАК (IUPAC),**

**НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ**



<i>префиксы</i>	<i>родоначальное название</i>	<i>суффикс</i>
-----------------	-----------------------------------	----------------



углеводородные радикалы и <i>нестаршие</i> функциональные группы	главная углеродная цепь или основная циклическая структура	<i>старшая</i> функциональная группа
---	--	---

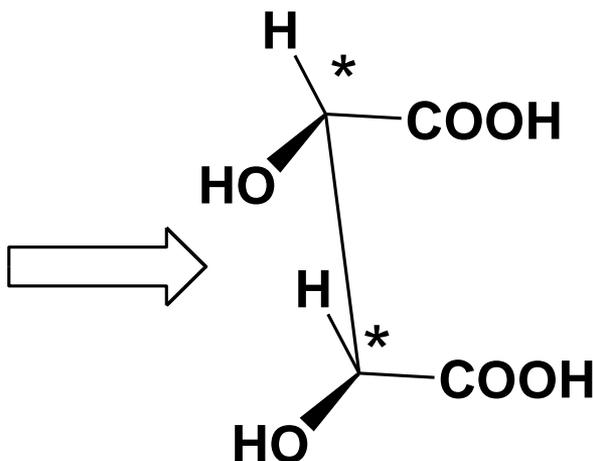
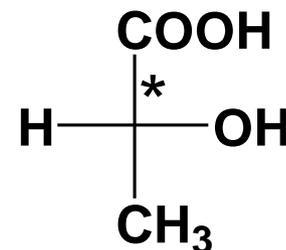
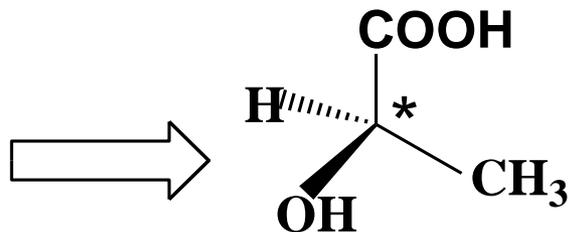
## Обозначение функциональных групп

Функциональная группа		Обозначение	
Структурная формула группы	Название	префикс	суффикс
$\begin{array}{l} \text{—C=O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{OH} \end{array}$	карбоксильная	Карбокси-	-овая кислота
$\begin{array}{l} \text{—C=O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{OR} \end{array}$	сложно-эфирная	алкоксикарбонил-	алкил.....алканоат
$\begin{array}{l} \text{—C=O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{NH}_2 \end{array}$	амидная	Карбомоил -	-амид
$\text{—C}\equiv\text{N}$	циано	Циано-	-нитрил
$\begin{array}{l} \text{—C=O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{H} \end{array}$	альдегидная	Формил-	-аль
$\begin{array}{l} \text{—C=O} \\ \quad \diagdown \\ \quad \text{R} \end{array}$	кетонная	Оксо-	-он

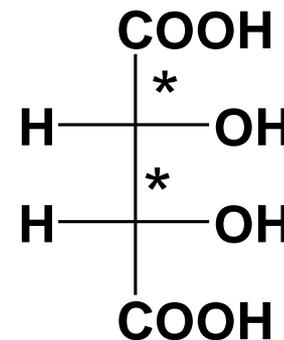
-OH	спирт	гидрокси	ол
	фенол		
$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{-N} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$	аминная	амино	амин
-NO <sub>2</sub>	нитрогруппа	нитро	-
-OR	простая эфирная	алкокси	-
Галогены (F, Cl, Br, I)	галогены	галогено	-

# Оптическая и геометрическая (цис, транс-) изомерии. По каким свойствам отличаются стереоизомеры?

С помощью формул Фишера изображают молекулы, имеющие в своем составе асимметрический атом углерода, т.е. тетраэдрические атомы, с 4 различными лигандами. В структурных формулах такие атомы С обозначают \*

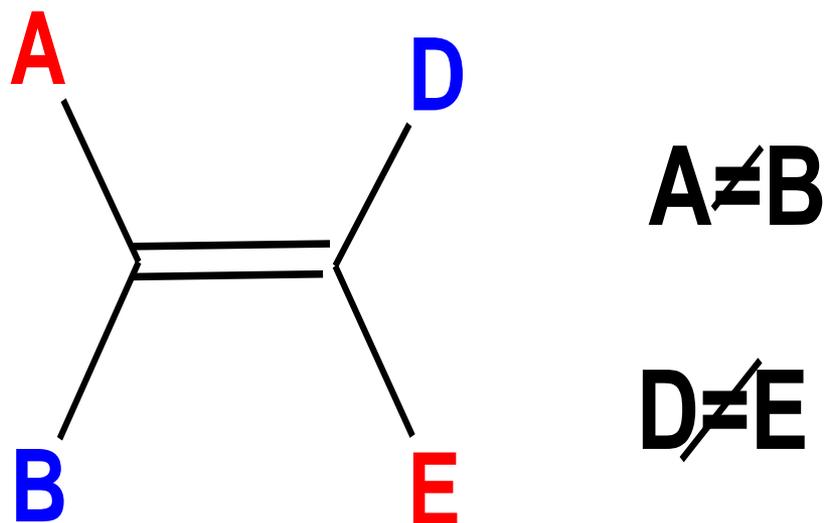


заслоненная  
конформация



# $\pi$ -диастереомеры

Алкены и их производные с общей формулой

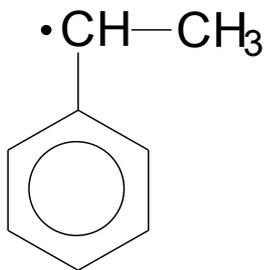


Для этих соединений характерна цис-, транс-изомерия, так как свободное вращение вокруг  $\pi$ -связи не происходит

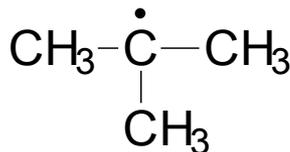
**Представьте механизм реакции радикального замещения алканов, предскажите ее стереохимический результат.**

1. Реакции радикального замещения ( $S_R$ ), протекающие с разрывом связи C-H и замещением атома водорода (галогенирование, нитрование по Коновалову, сульфохлорирование и сульфоокисление).
2. Реакции деструкции и крекинга, протекающие с разрывом связей C-C и последующим превращением образующихся радикалов (термический и каталитический крекинги, пиролиз, окисление).

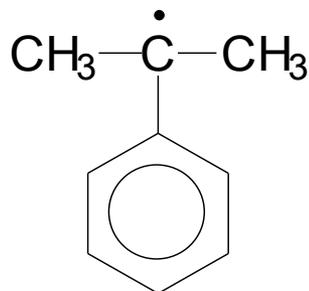
Опишите свойства свободных радикалов. Сравните стабильность радикалов



а)



б)



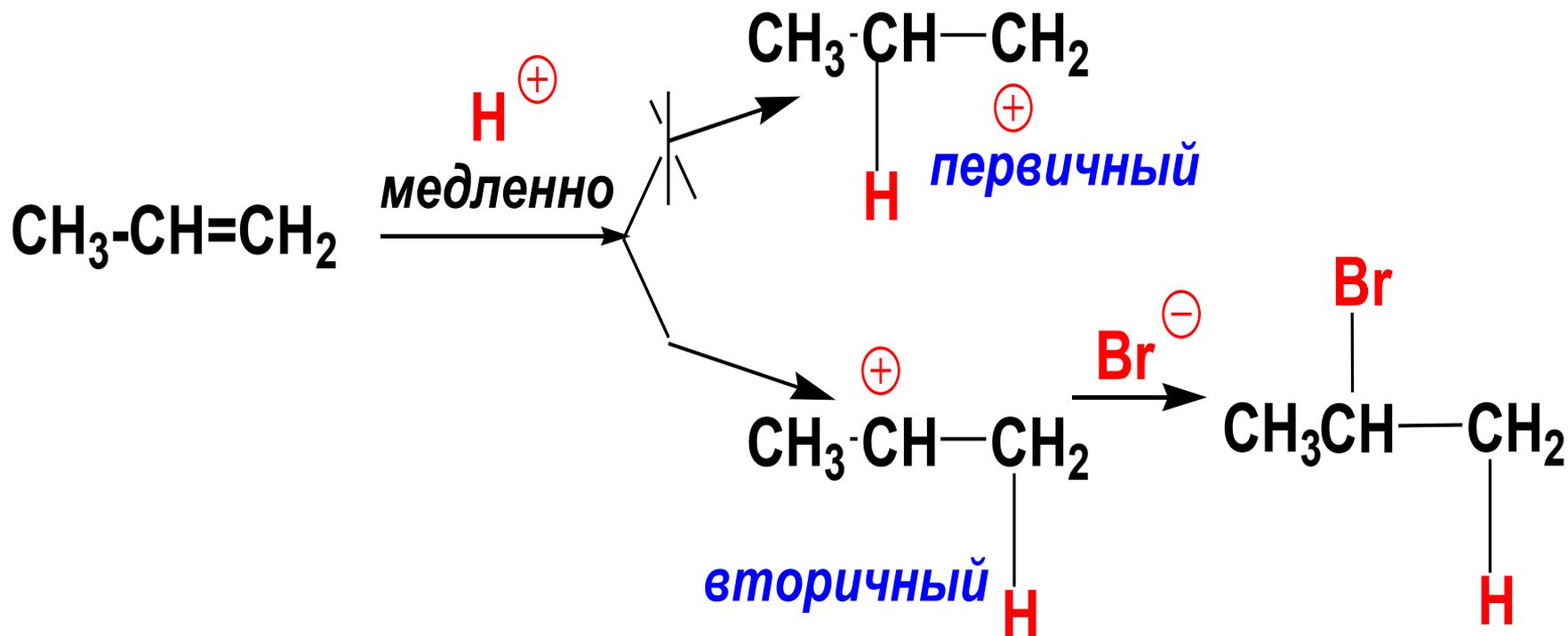
в)



г)

Механизм и стереохимия электрофильного присоединения к алкенам, диенам, алкинам.

## Правило Марковникова

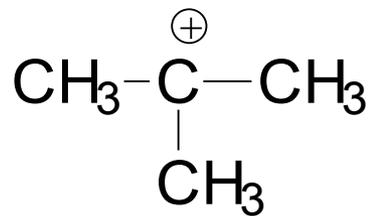


**Карбокатионы:  
строение, свойства, факторы,  
влияющие на стабильность  
карбокатионов.**

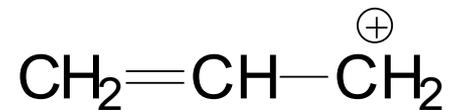
**Сравните стабильность карбокатионов.**



а)

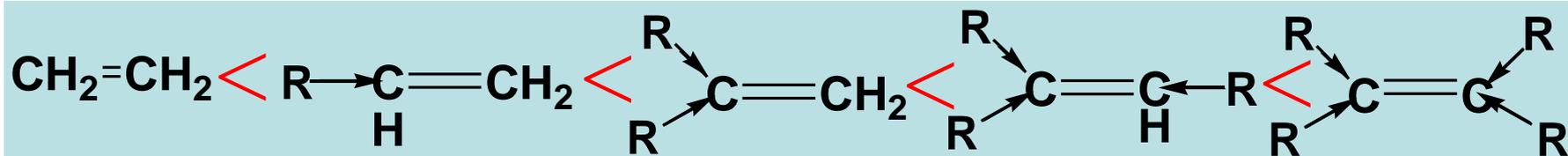


б)



в)

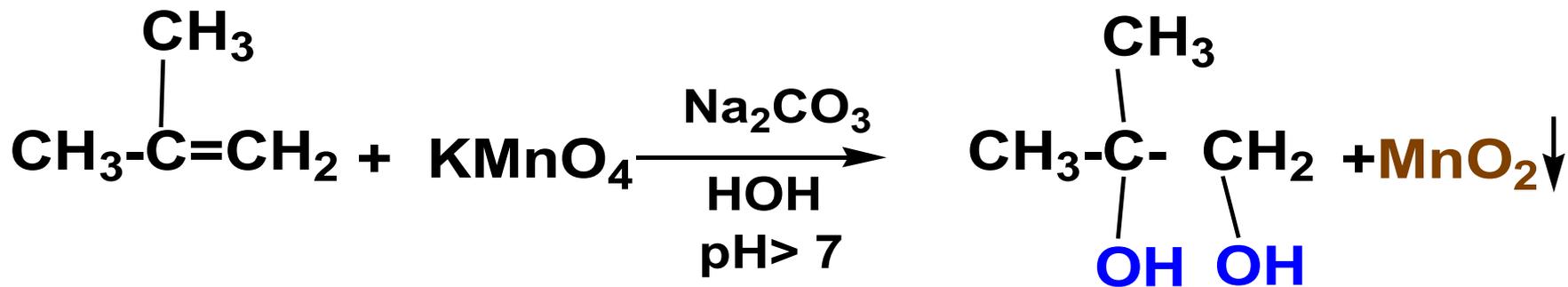
# Изменение активности алкенов в $A_E$ :



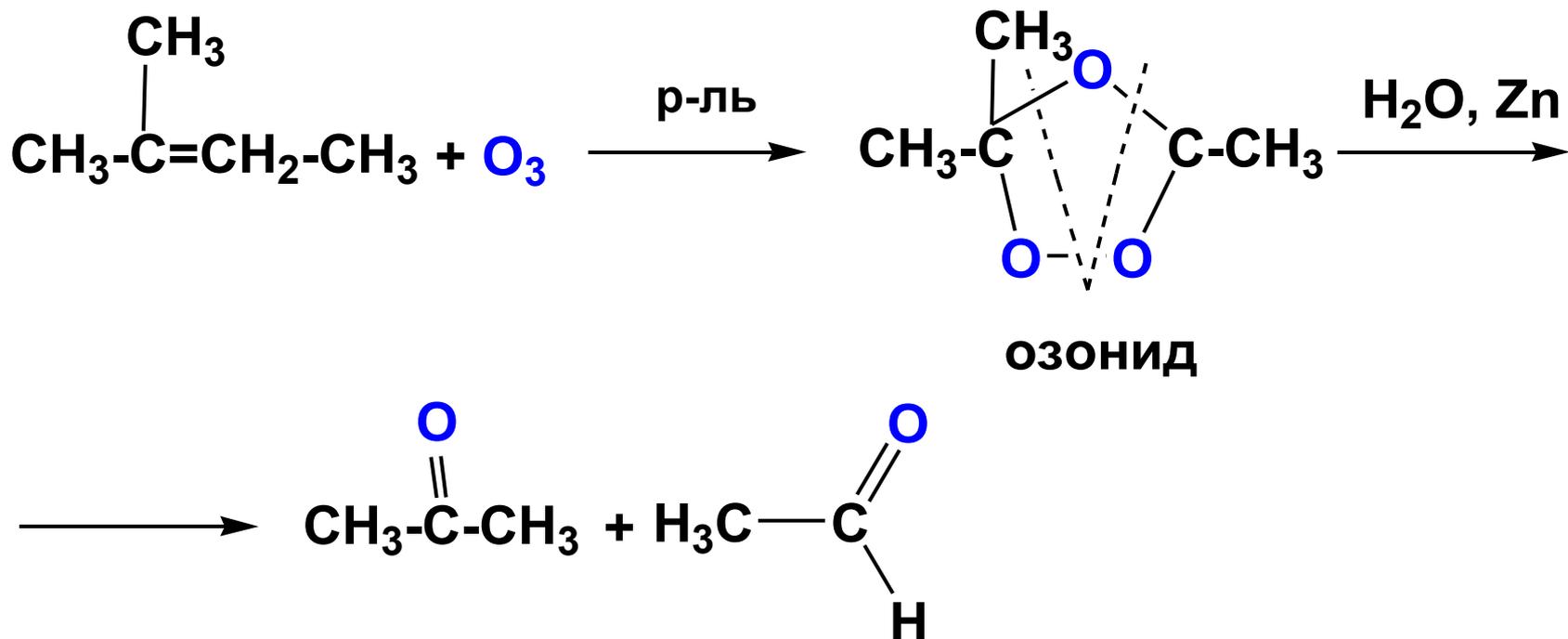
Рост реакционной способности в  $A_E$  реакциях

# Реакции окисления алкенов.

- **Мягкое окисление алкенов** – качественная реакция на кратную связь – изменение окраски раствора перманганата калия (реакция Вагнера)

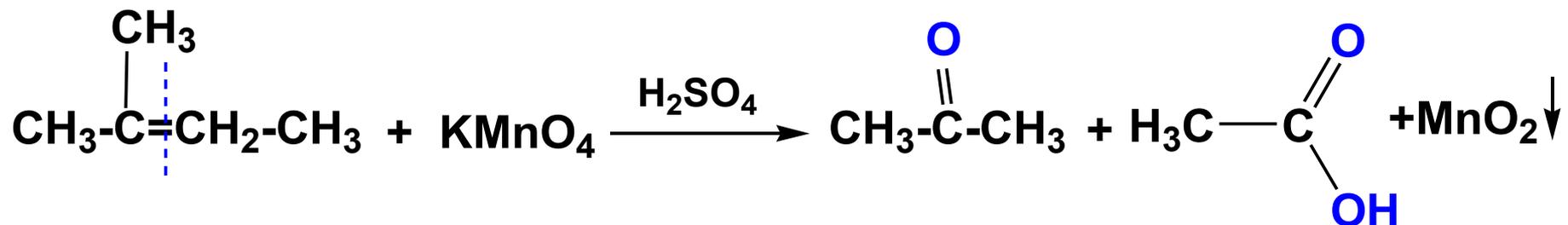


# Озонолиз (разрыв $\sigma$ - и $\pi$ -связей).



**Озонид** неустойчивое вещество, поэтому его не выделяют, а сразу обрабатывают водой в присутствии цинковой пыли, которая связывает перекись водорода,.

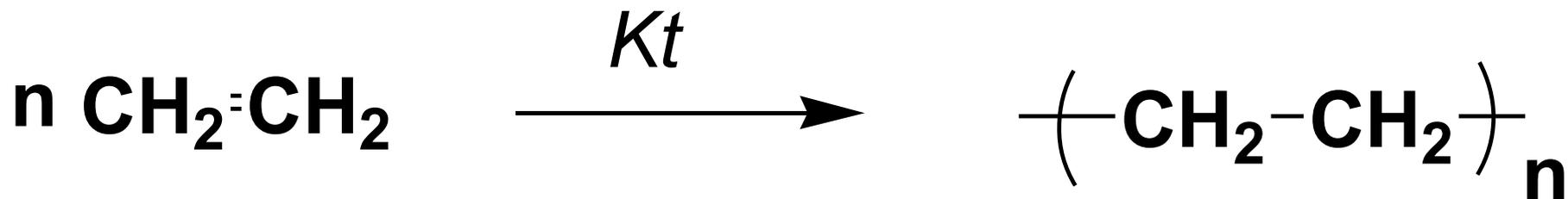
# Жесткое окисление алкенов



Характер образующихся веществ зависит от  
**строения алкенов**  
( См. Учебник. Стр. 163-167.)

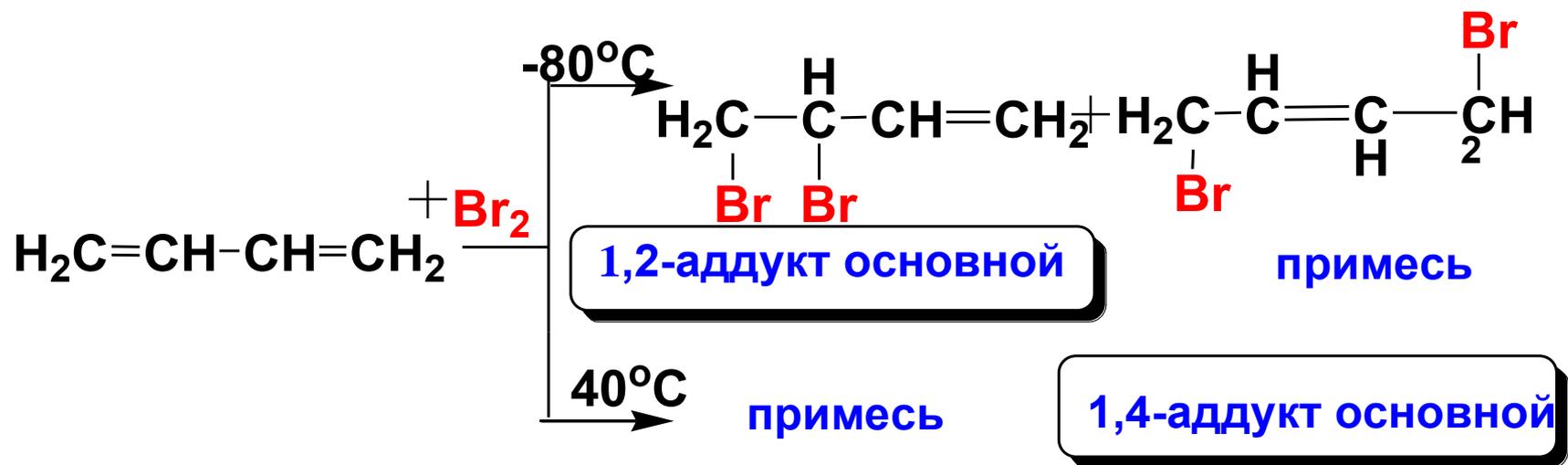
# Реакции полимеризации

**Полимеризация** – химический процесс, в котором молекулы ненасыщенного углеводорода присоединяются одна к другой за счет разрыва  $\pi$ -связей и образования новых  $\sigma$ -связей.

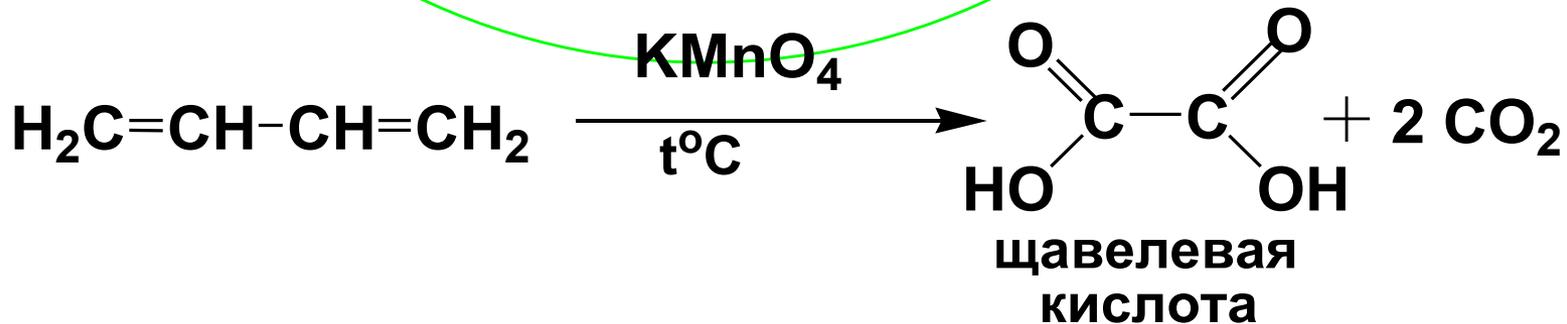
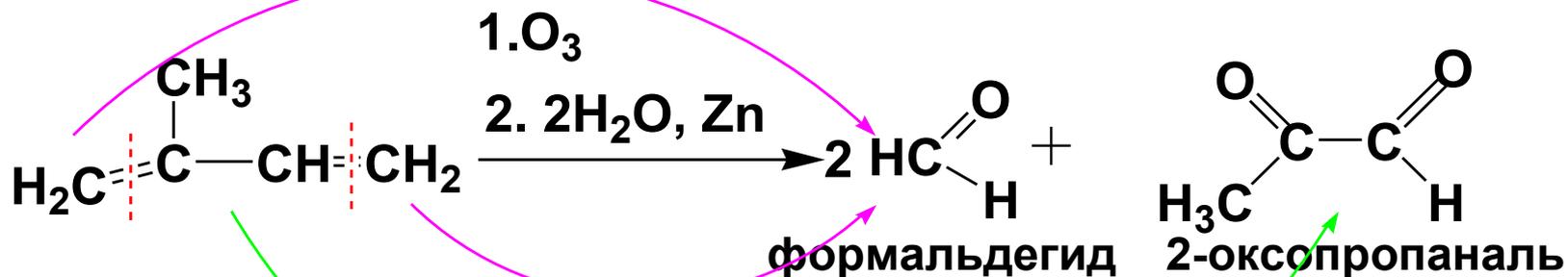


Полимер, получаемый из одинаковых молекул называют гомополимером, из различных молекул – гетерополимером или сополимером.

# Галогенирование диенов



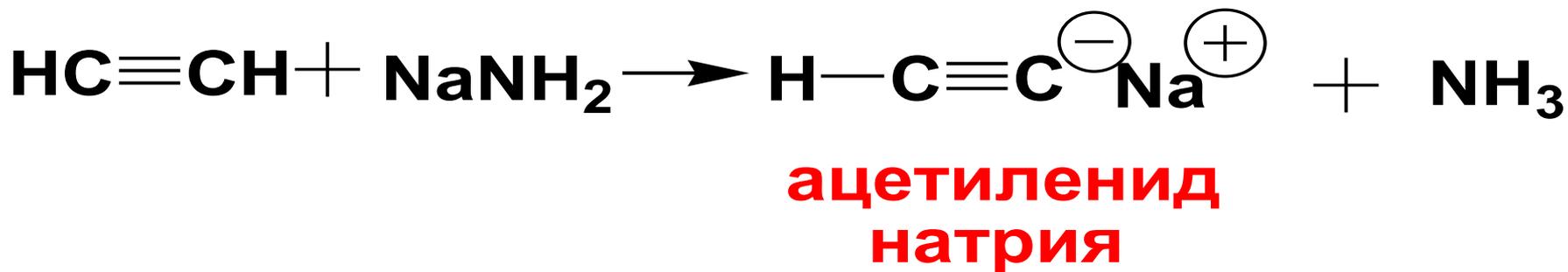
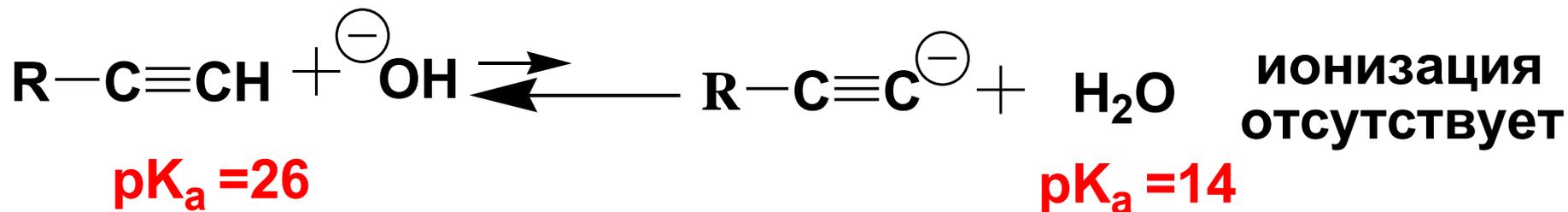
# Окисление сопряженных диенов



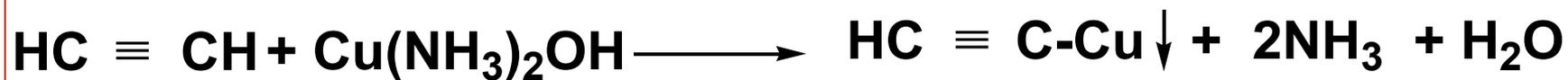
# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКИНОВ

1. Кислотные свойства (замещение H при концевой тройной связи на металл).
2. Электрофильное присоединение ( $A_E$ ).
3. Нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ).
4. Окисление.
5. Карбонилирование.
6. Димеризация, циклоолигомеризация, полимеризация.

**Кислотные свойства:** это реакции алкинов по концевой (терминальной) тройной связи

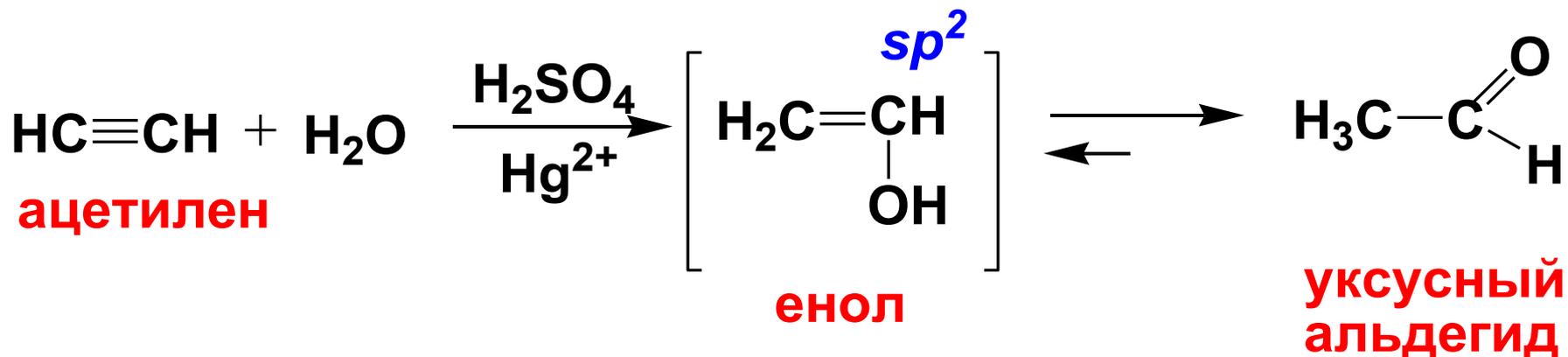


# Качественные реакции на терминальную тройную связь

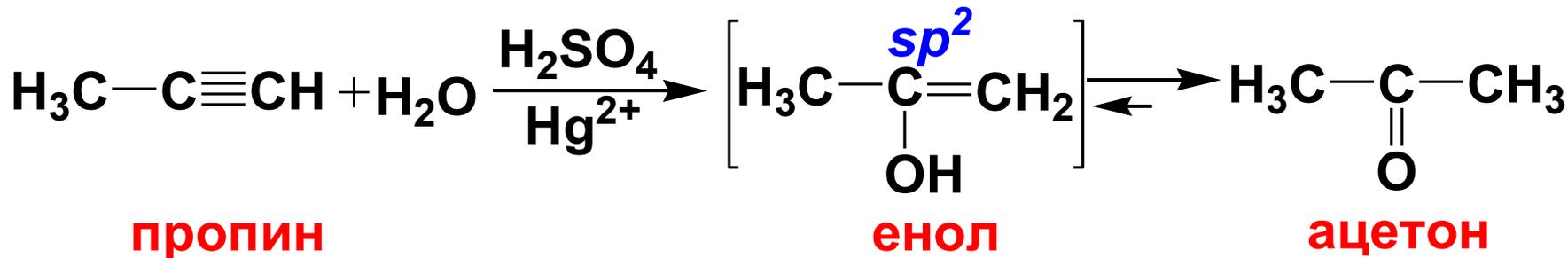


**осадок  
красно-бурого цвета**

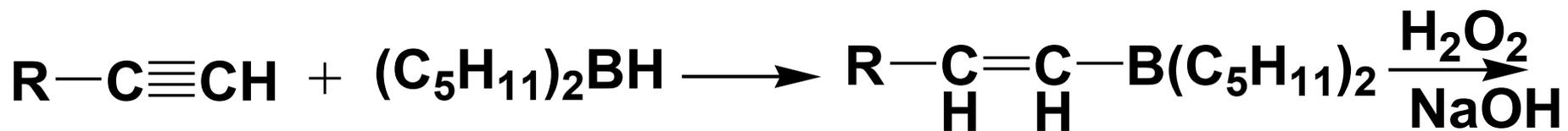
# Гидратация (реакция Кучерова, 1881 г.



Продуктами гидратации гомологов ацетилена являются кетоны:

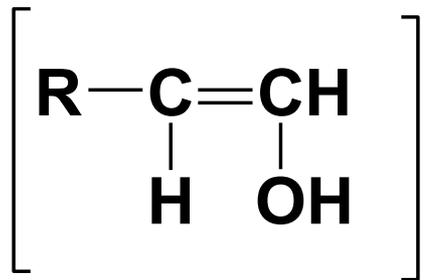


# Гидроборирование

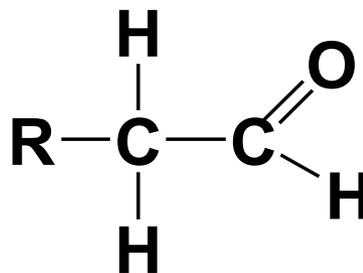


**алкин**

**алкенилдиамилборан**



**енол**



**альдегид**

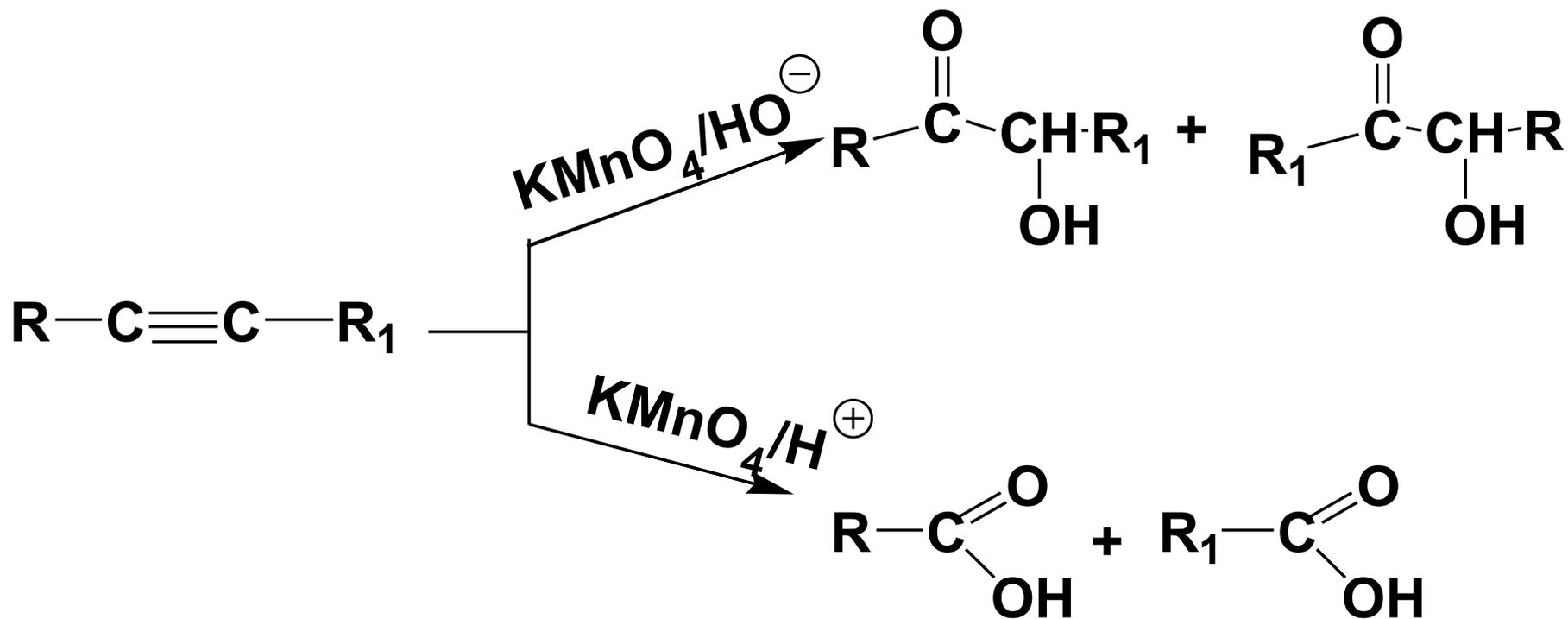
# Нуклеофильное присоединение ( $A_N$ ).

## Присоединение спиртов:



# Реакции окисления алкинов

(Учебник: стр. 163-167).



# Ароматические соединения должны:

- иметь **плоский цикл**; все атомы в цикле – в  $sp^2$ -гибридном состоянии;
- иметь **замкнутую**  $\pi, \pi$ - или  $n, \pi$ - сопряженную систему, т. е. каждый атом цикла участвует в сопряженной системе 1 электроном, неподеленной электронной парой, или вакантной орбиталью;
- **число электронов  $N$** , участвующих в циклической сопряженной системе, должно отвечать правилу Хюккеля:

$$N = 4n + 2, \text{ где } n = 0, 1, 2, 3 \dots$$

Для бензола  $N=6$  ( $n=1$ ); для нафталина  $N=10$  ( $n=2$ ) и т.д.

# Для аренов характерны:

- Реакции электрофильного замещения ( $S_E$ ).
- Реакции по боковым цепям аренов.
- Реакции с разрушением ароматической системы и др.
- Для некоторых производных –  $S_N$ -реакции

# ВАЖНЕЙШИЕ РЕАКЦИИ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ ( $S_E$ )

**1.1. Галогенирование.** Бензол реагирует с  $Cl_2$  и  $Br_2$  в присутствии *Kt*: безводных галогенидов Al ( $AlCl_3$ ,  $AlBr_3$ ), Fe ( $FeCl_3$ ,  $FeBr_3$ ), Sn ( $SnCl_4$ ) и Ti( $TiCl_4$ ).

**1.2. Нитрование.** Бензол нитруется нитрующей смесью –  $HNO_3/H_2SO_4$ .

**1.3. Сульфирование.** Сульфорирующие агенты – конц. серная кислота и олеум.

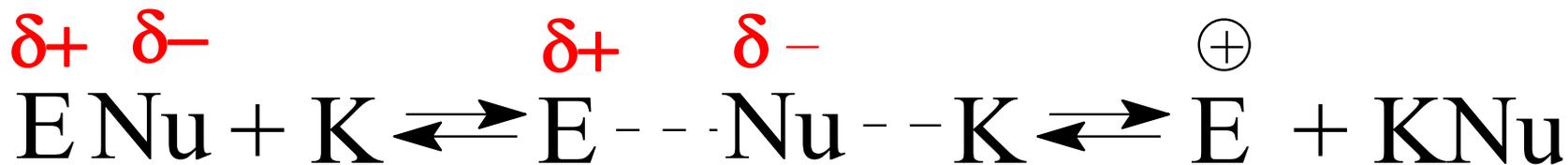
**1.4. Алкилирование.** В качестве реагентов используют галоидные алкилы, алкены; катализатора - кислоты Льюиса.

Реакция обратима и наряду с алкилированием идет дезалкилирование;

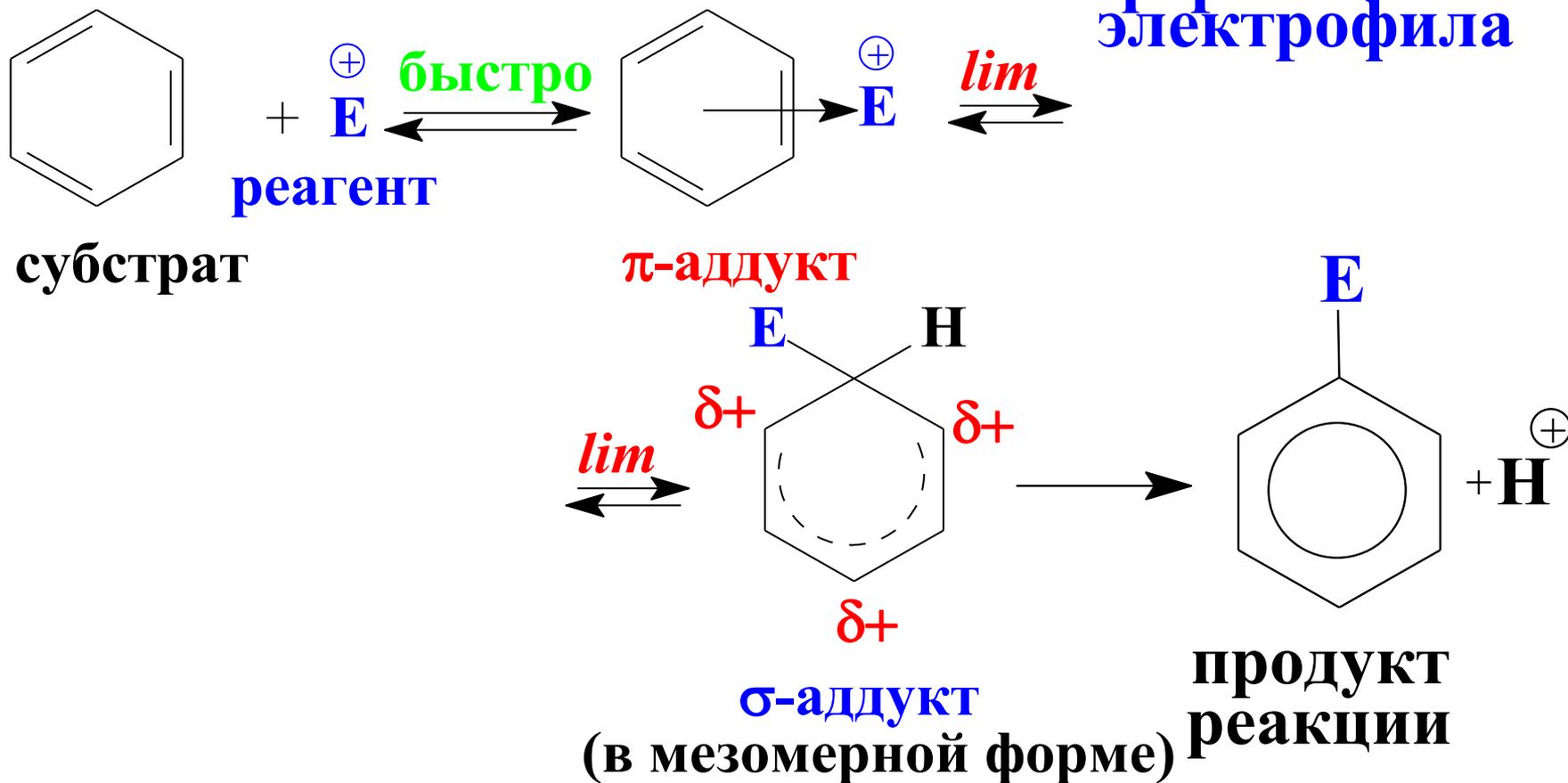
Соединения с электроноакцепторными заместителями, дезактивирующими кольцо, в эту реакцию не вступают;

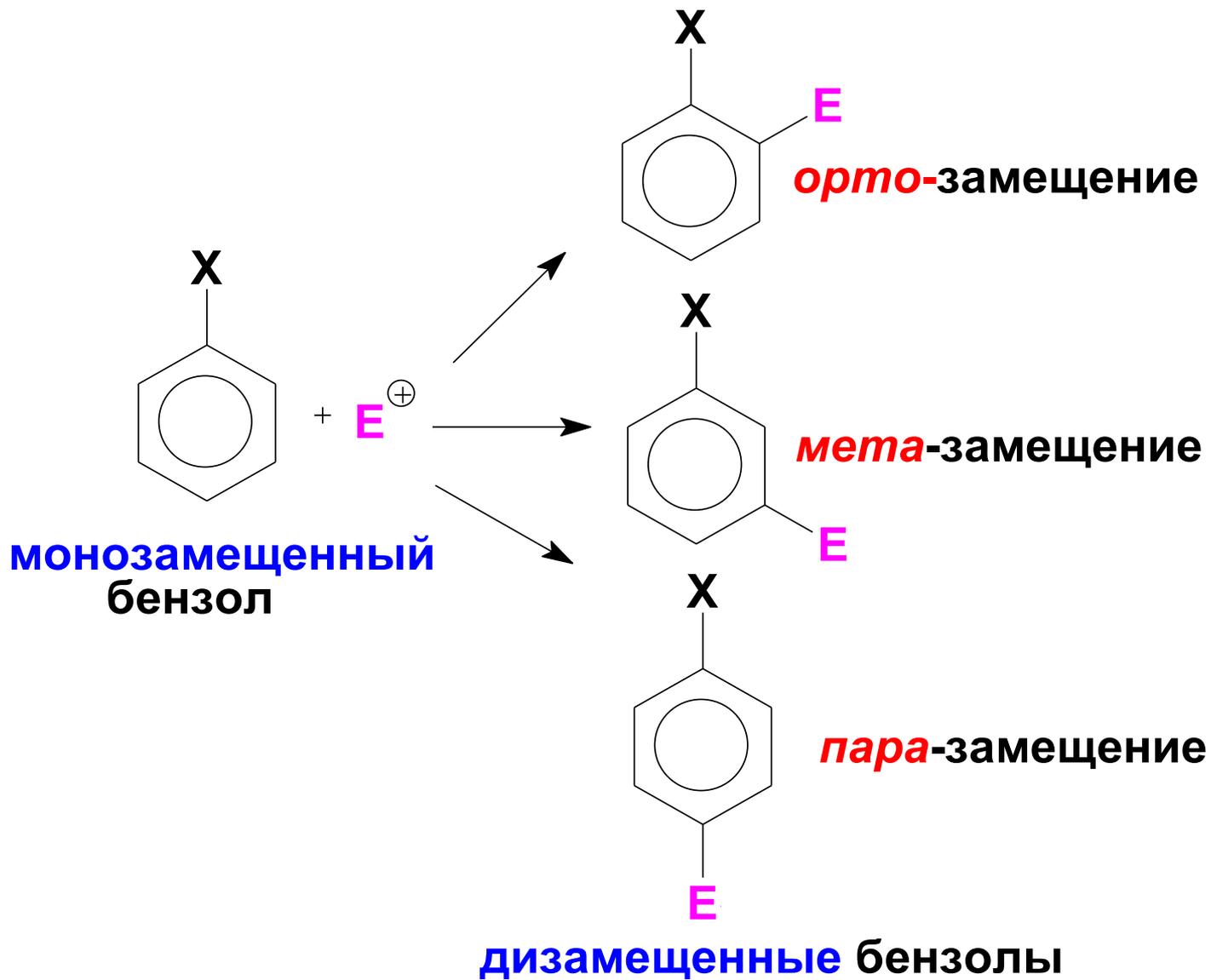
**1.5. Ацилирование.** Ацилирование – метод синтеза ароматических кетонов. В качестве ацилирующих агентов используют хлорангидриды  $RCOCl$  или ангидриды кислот  $(RCO)_2O$ , катализатора - кислоты Льюиса

# Механизм S<sub>E</sub>-реакции



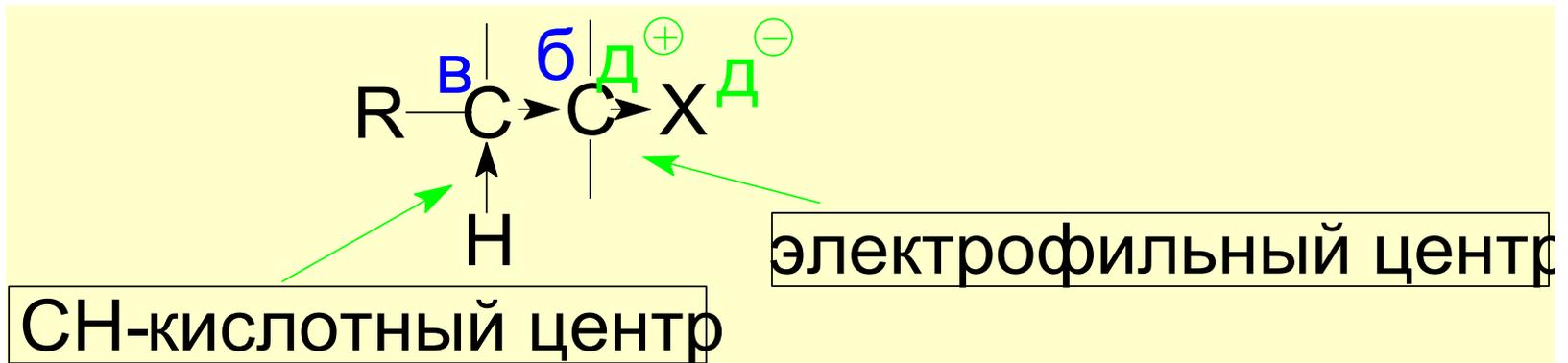
активная  
форма  
электрофила





# Галогенопроизводные

Галогенопроизводные (алкилгалогениды) обладают высокой реакционной способностью вследствие полярности связи C–X



## *Галогенопроизводные углеводородов бывают*

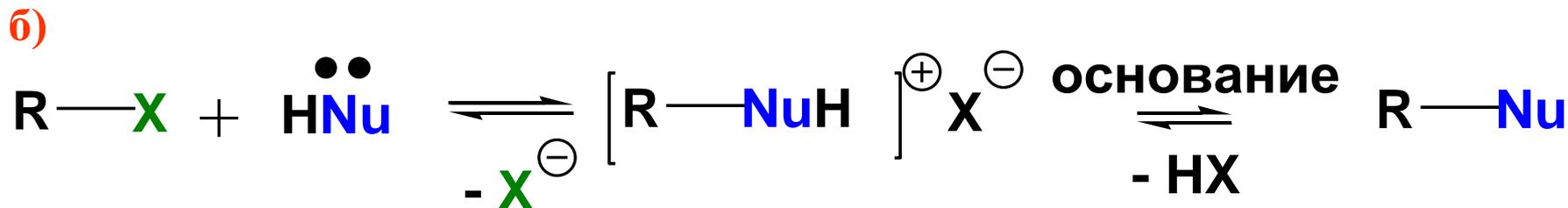
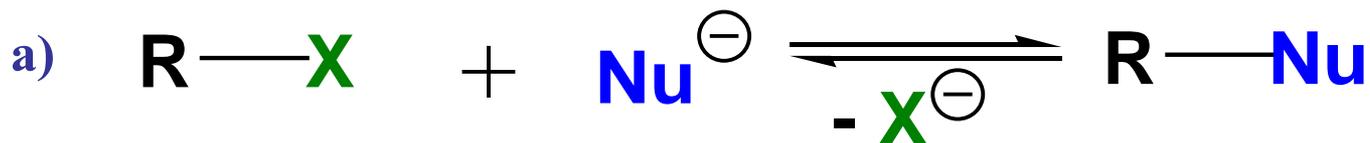
- А) с нормальной подвижностью галогена  
(алкилгалогениды);*
- Б) с повышенной подвижностью галогена  
(аллил- и бензилгалогениды);*
- В) с пониженной подвижностью галогена  
(винил- и аригалогениды)*

# Реакции нуклеофилов – наиболее распространенные превращения галогеналканов.

Именно эти реакции позволяют вводить в органические соединения самые разнообразные функциональные группы.

## $S_N$ -реакции

В общем виде уравнения реакций галогенопроизводного а) с нуклеофилом-анионом ( $\text{Nu}^-$ ) и б) нейтральной молекулой, содержащей атом с неподделенной парой электронов ( $\text{HNu}$ ), следует представить так:



Реакции нуклеофильного замещения идут по одной из следующих схем:

- *мономолекулярное нуклеофильное замещение ( $S_N1$ ).*
- *бимолекулярное нуклеофильное замещение ( $S_N2$ );*

## Сtereoхимический результат реакций –

- $S_N1$  реакции – рацемизация (исчезновение оптической активности за счет образования эквимольных количеств обоих энантиомеров)
- $S_N2$  реакция – обращение конфигурации;

# • Амбидентность нуклеофильных реагентов

- Амбидентные нуклеофилы обладают двумя реакционными центрами и поэтому обладают двойкой реакционной способностью.

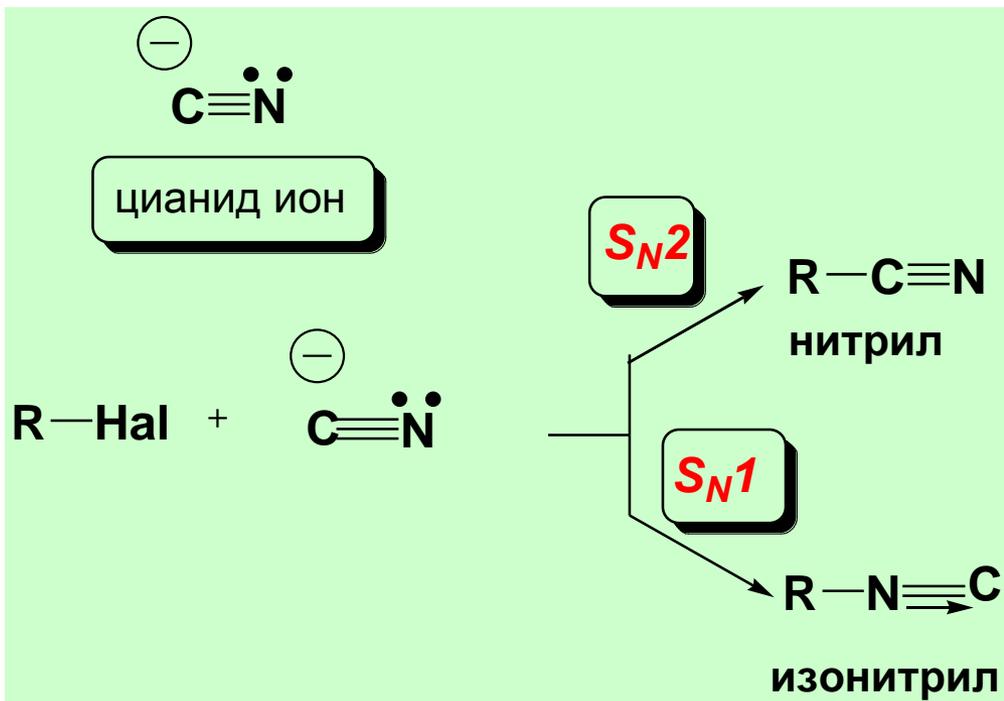
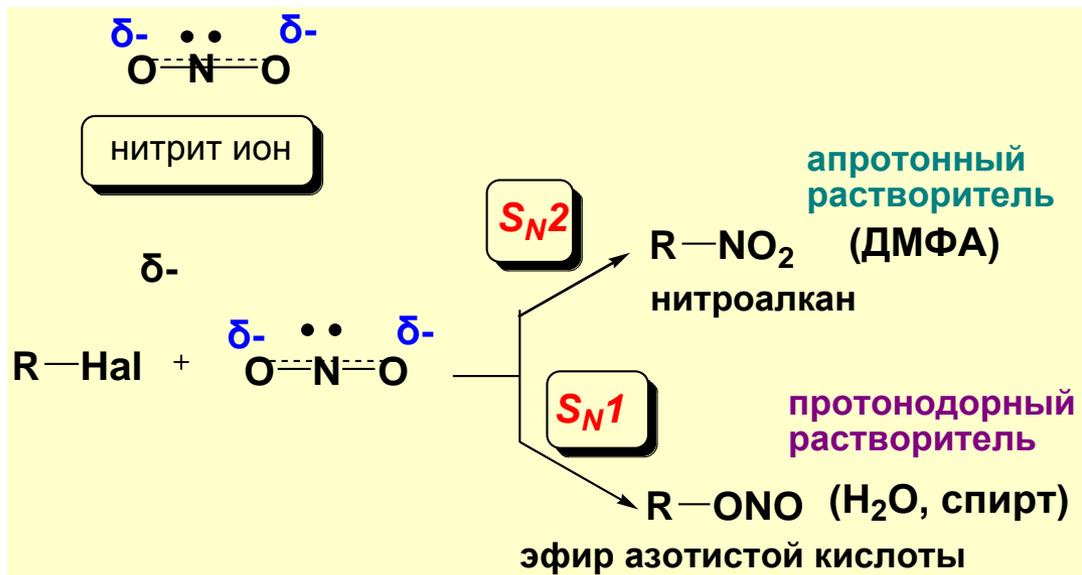
- К таким реагентам относятся анионы



- В зависимости от условий проведения реакции эти анионы могут взаимодействовать с атомом **С** субстрата с участием разных реакционных центров.

- Например нитрит анион  $\overset{\ominus}{\text{NO}}_2$

Обладает двумя реакционными центрами – атом **N** и атом **O**  
Атом **O** более электроотрицательный атом (более основный),  
а атом **N** более нуклеофильный.



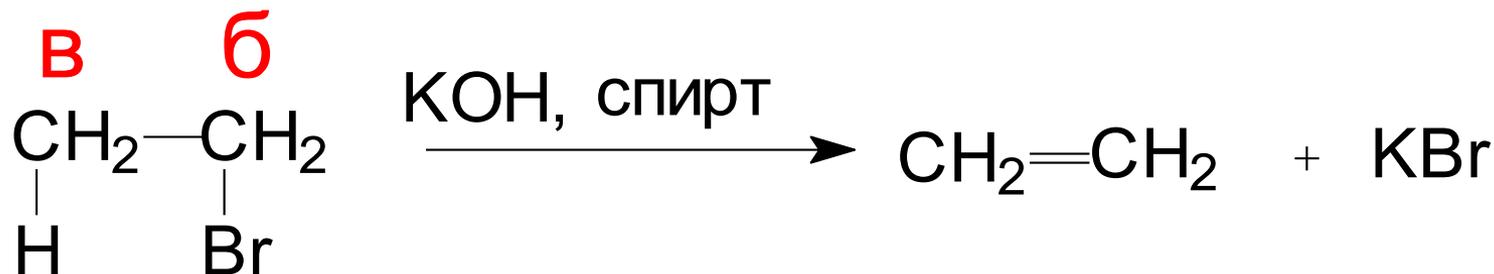
# Правило Корнблюма:

- В  $S_N2$ -реакциях атакующим атомом амбидентного нуклеофила будет более нуклеофильный атом, в  $S_N1$ -реакциях – более основный (более электроотрицательный).

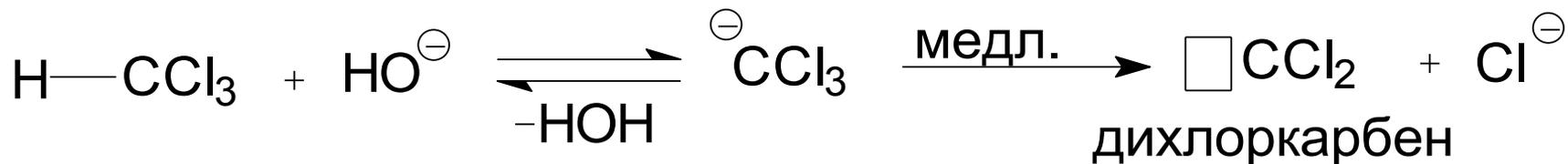
# Реакции элиминирования (отщепления)

Нуклеофильные реагенты являются также основаниями, способными отщеплять протон, поэтому  $S_N$  сопровождается дегидрогалогенированием (элиминированием  $HX$ ).

1,2- или  $\beta$ -элиминирование:

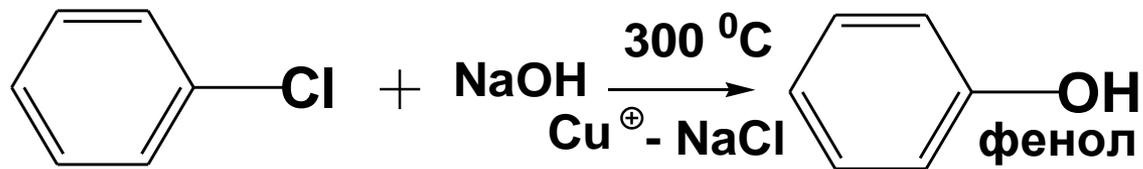


$\alpha$ -элиминирование:



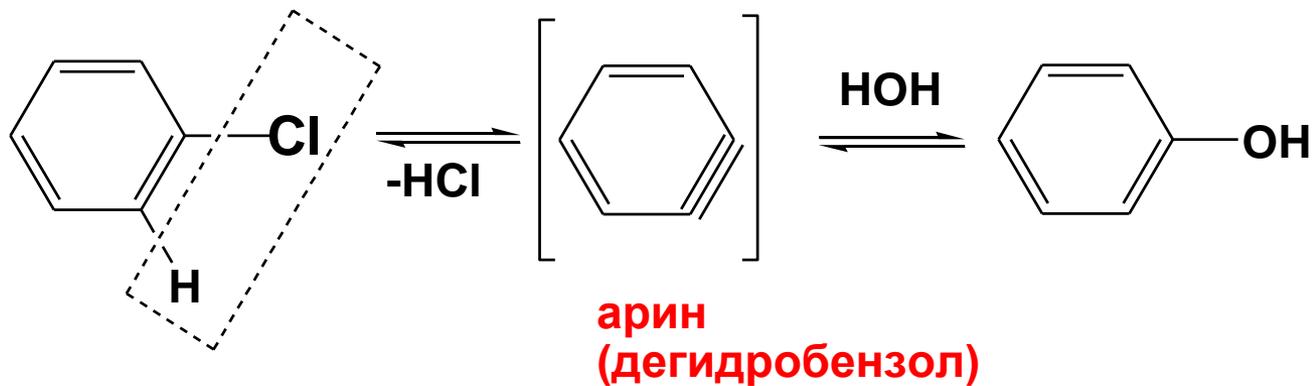
# Особенности $S_N$ реакций галогенаренов

- Галогенарены с нуклеофилами реагируют только при температуре выше  $200\text{ }^\circ\text{C}$ . Таким путем получают фенол, анилин, другие галогенарены



Механизм данной реакции представляет собой

- отщепление  $\text{HCl}$  и образование **аринового** переходного состояния
- присоединение нуклеофила



Это ариновый механизм реакций ароматического нуклеофильного замещения

# Механизм реакций нуклеофильного замещения у активированных арилгалогенидов.

На примере гидролиза п-нитрохлорбензола.

