

# Непредельные углеводороды ряда этиленовых

УГЛЕВОДОРОДЫ, В МОЛЕКУЛАХ  
КОТОРЫХ СОДЕРЖИТСЯ ОДНА  
ДВОЙНАЯ СВЯЗЬ, НАЗЫВАЮТ  
ЭТИЛЕНОВЫМИ  
УГЛЕВОДОРОДАМИ, ИЛИ  
АЛКЕНАМИ

---

## ➤ Гомологический ряд этена

11/2/18

Формула	Название	Структурная формула
$C_2H_4$	Этен (этилен)	$CH_2=CH_2$
$C_3H_6$	Пропен-1	$CH_2=CH-CH_3$
$C_4H_8$	Бутен-1	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$
$C_5H_{10}$	Пентен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_2-CH_3$
$C_6H_{12}$	Гексен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_3-CH_3$
$C_7H_{14}$	Гептен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_4-CH_3$
$C_8H_{16}$	Октен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_5-CH_3$
$C_9H_{18}$	Нонен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_6-CH_3$
$C_{10}H_{20}$	Декен-1	$CH_2=CH-(CH_2)_7-CH_3$

**Радикалы, содержащие двойную  
связь, также носят тривиальные**

**названия:**

<b>Формула радикала</b>	<b>Тривиальное название</b>
-------------------------	---------------------------------

**CH<sub>2</sub>=CH-**

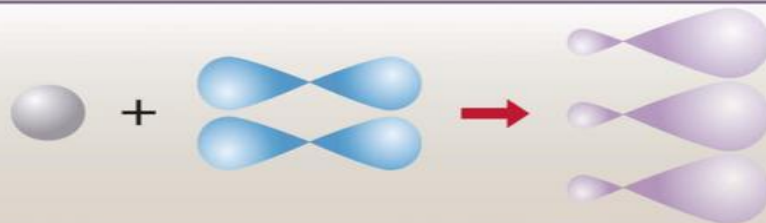
**ВИНИЛ**

**CH<sub>2</sub>=CH-CH<sub>2</sub>—**

**аллил**

# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ЭТИЛЕНА

$sp^2$ -Гибридизация электронных облаков атома углерода



Атом углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации

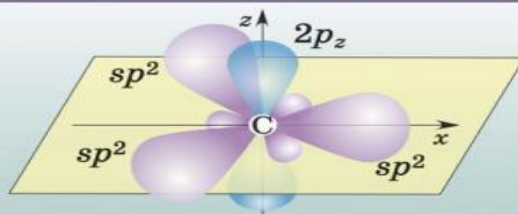
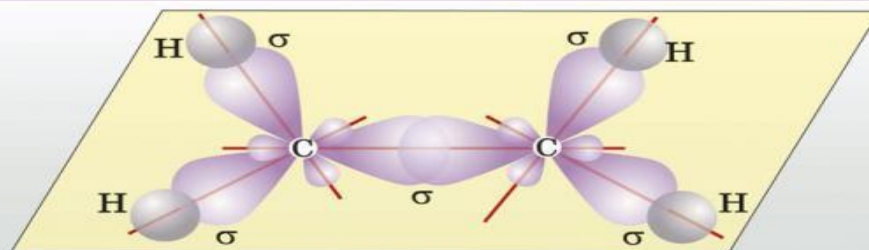
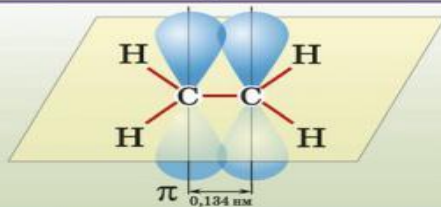


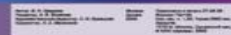
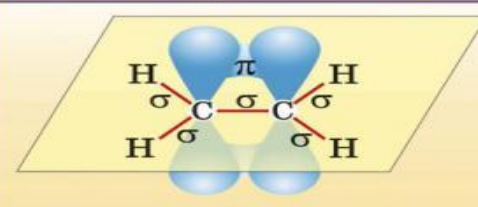
Схема образования  $\sigma$ -связей в молекуле этилена



Образование  $\pi$ -связи в молекуле этилена



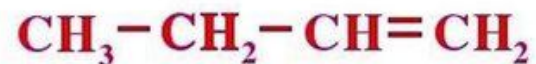
Электронное строение молекулы этилена



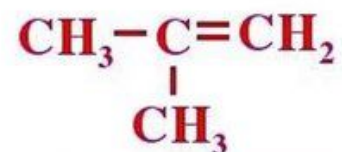
## Структурная изомерия

Изомерия  
алкенов

### 1. Изомерия углеродного скелета

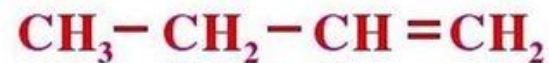


бутен - 1



метилпропен

### 2. Изомерия положения кратной связи



бутен - 1



бутен - 2

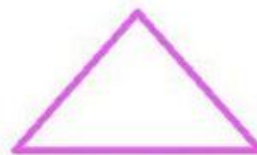
### Геометрическая изомерия



### Межклассовая изомерия



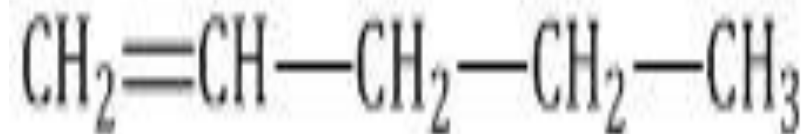
пропен



циклопропан

# Запомните!

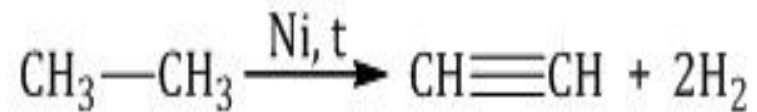
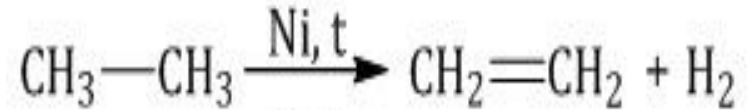
*Цис-транс-изомерия не характерна для тех алкенов, у которых хотя бы один из атомов углерода при двойной связи имеет **два одинаковых** соседних атома.*



# Способы получения алкенов

## Дегидрирование алканов

При дегидрировании алканов, содержащих от 2 до 4 атомов углерода в молекуле, образуются двойные и тройные связи.



При дегидрировании бутана под действием металлических катализаторов образуется смесь продуктов.

Преимущественно образуется бутан-2. Если бутан нагревать в присутствии оксида хрома (III), преимущественно образуется бутадиен-1,3.

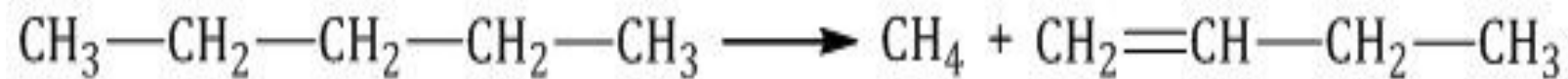
**Крекинг** – это реакция разложения алкана с длинной углеродной цепью на алканы и алкены с более короткой углеродной цепью.

Крекинг бывает **термический и каталитический**.

**Термический крекинг** протекает при сильном нагревании без доступа воздуха.

При этом получается смесь алканов и алкенов с различной длиной

углеродной цепи и различной молекулярной массой. При крекинге n-пентана образуется смесь, в состав которой входят этилен, пропан, метан, бутилен, пропилен, этан и другие углеводороды.



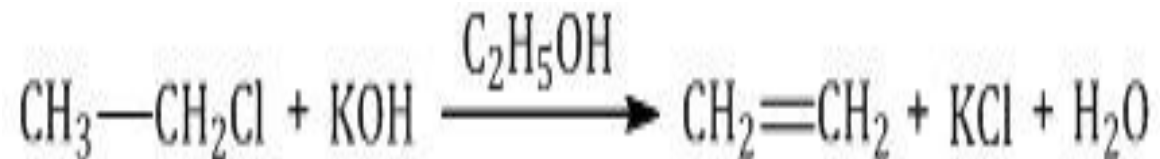
Каталитический крекинг проводят при более низкой температуре в присутствии катализаторов. Процесс сопровождается реакциями изомеризации и дегидрирования. Катализаторы каталитического крекинга – цеолиты (алюмосиликаты кальция, натрия).



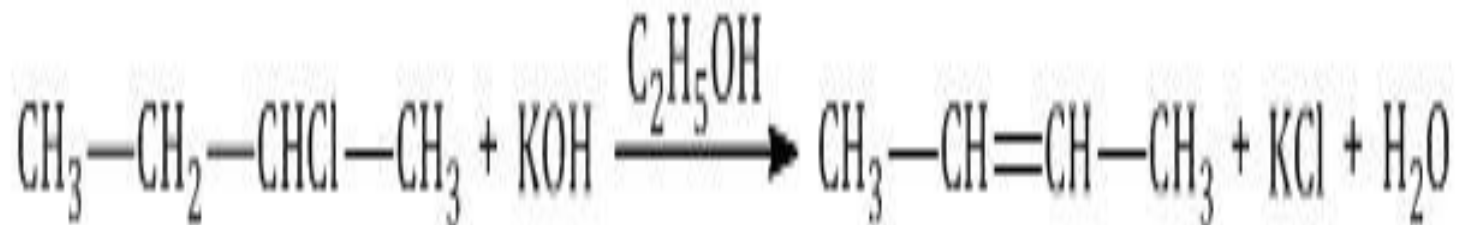
## Дегидрогалогенирование галогеналканов

Галогеналканы взаимодействуют с щелочами в спиртовом растворе. При этом происходит дегидрогалогенирование – отщепление (элиминирование) атомов водорода и галогена от галогеналкана.

Например, при взаимодействии хлорэтана с спиртовым раствором гидроксида натрия образуется этилен.



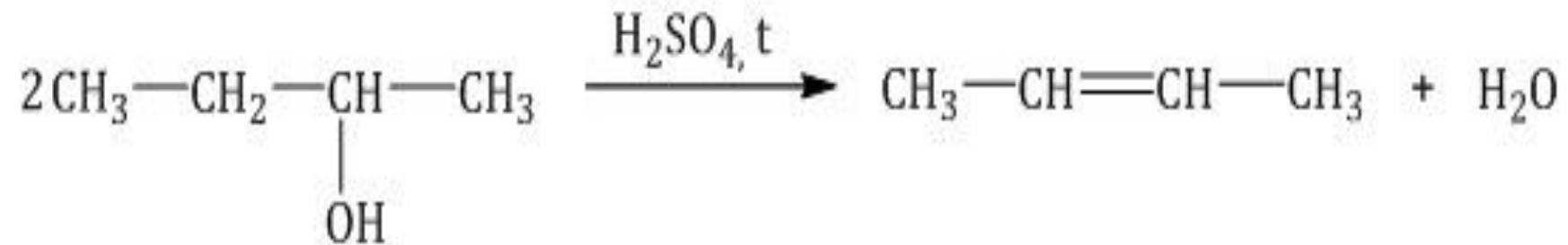
Например, при взаимодействии 2-хлорбутана со спиртовым раствором гидроксида натрия преимущественно образуется бутен-2. Бутен-1 образуется в небольшом количестве (примерно 20%). В реакции мы указываем основной продукт.



# Дегидратация спиртов

---

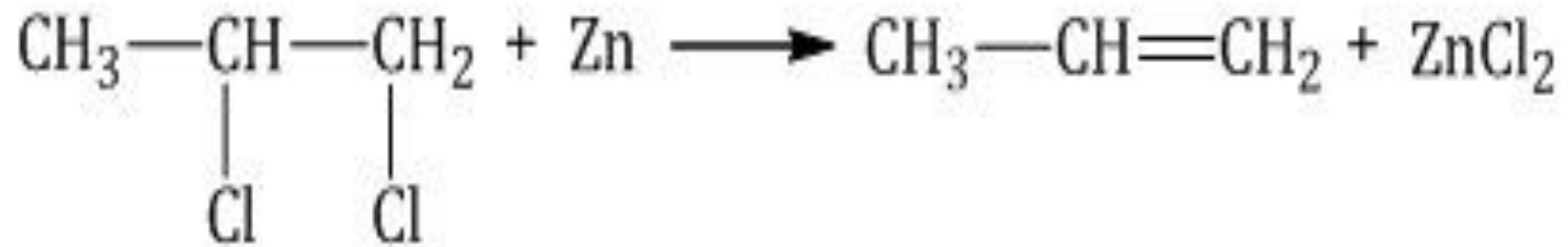
При нагревании спиртов (выше 140°C) в присутствии водоотнимающих веществ (концентрированная серная кислота, фосфорная кислота) или катализаторов (оксид алюминия) протекает дегидратация. Дегидратация — это отщепление молекул воды. При дегидратации спиртов образуются алкены.



# Дегалогенирование дигалогеналканов

---

Дигалогеналканы, в молекулах которых два атома галогена расположены у соседних атомов углерода, реагируют с активными металлами с образованием алкенов. Как правило, для отщепления используют двухвалентные активные металлы — цинк или магний.

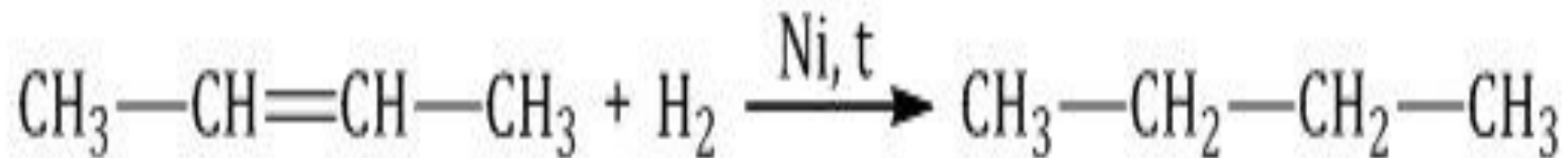


# Химические свойства

---

Для алкенов характерны реакции присоединения по двойной связи C=C, при которых протекает разрыв пи-связи в молекуле алкена.

**1. Гидрирование.** Алкены реагируют с водородом при нагревании и под давлением в присутствии металлических катализаторов (Ni, Pt, Pd и др.) Реакция гидрирования бутена -2 протекает обратимо. Для смещения равновесия в сторону образования бутана можно использовать следующие параметры:



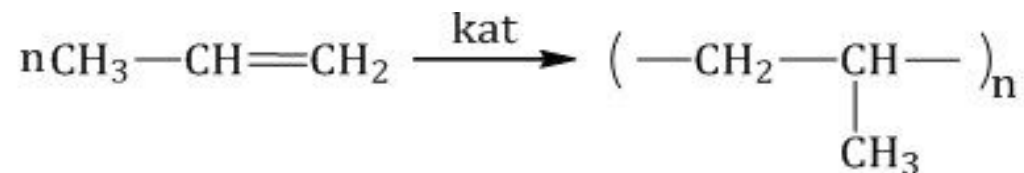
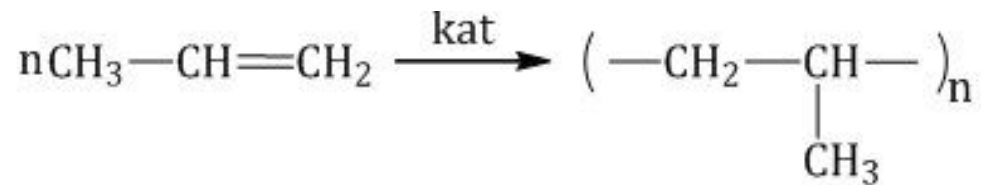
## 2. Галогенирование алкенов

Присоединение галогенов к алкенам происходит даже при комнатной температуре в растворе (растворители — вода,  $\text{CCl}_4$ )

При взаимодействии с алкенами красно-бурый раствор брома в воде (бромная вода) обесцвечивается. Это качественная реакция на двойную связь.

## 3. Полимеризация

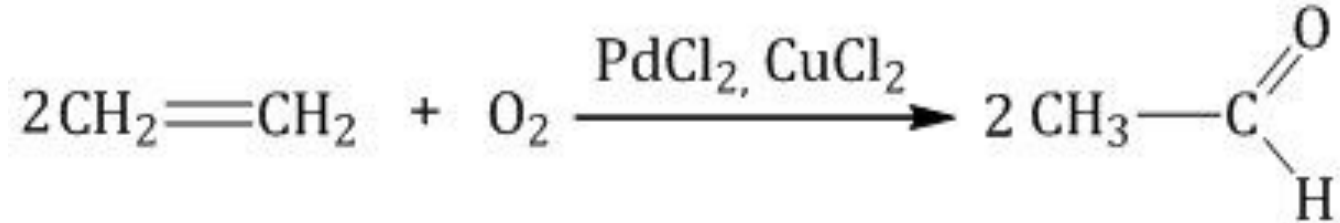
Полимеризация — это процесс многократного соединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) друг с другом с образованием высокомолекулярного вещества (полимера).



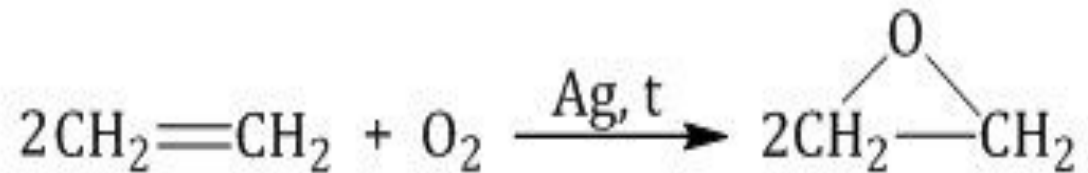
# Окисление алкенов

---

**1. Каталитическое окисление.** Каталитическое окисление протекает под действием катализатора.



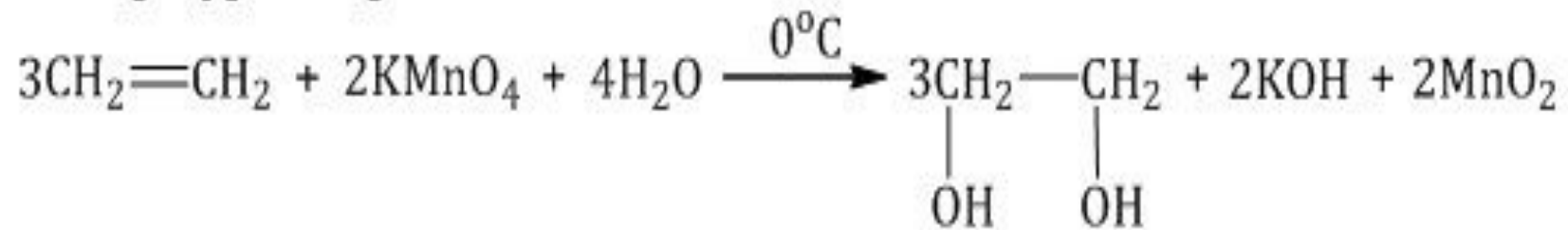
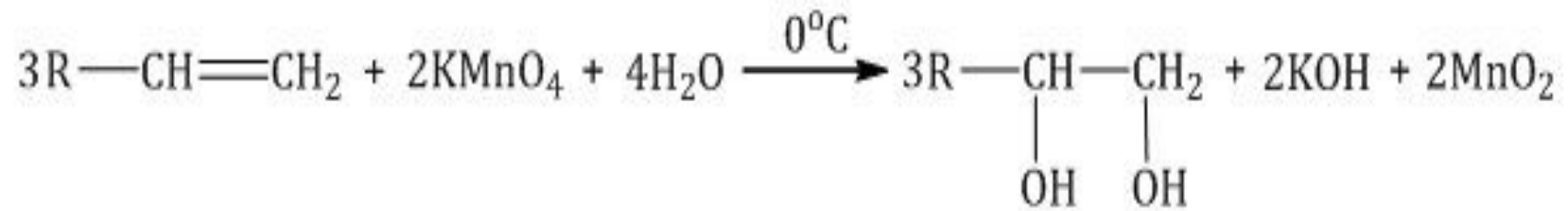
Взаимодействие этилена с кислородом в присутствии серебра протекает с образованием эпоксида



## 2. Мягкое окисление

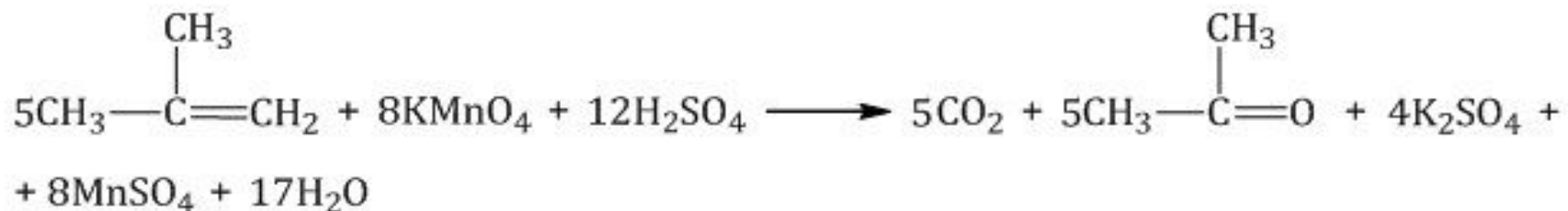
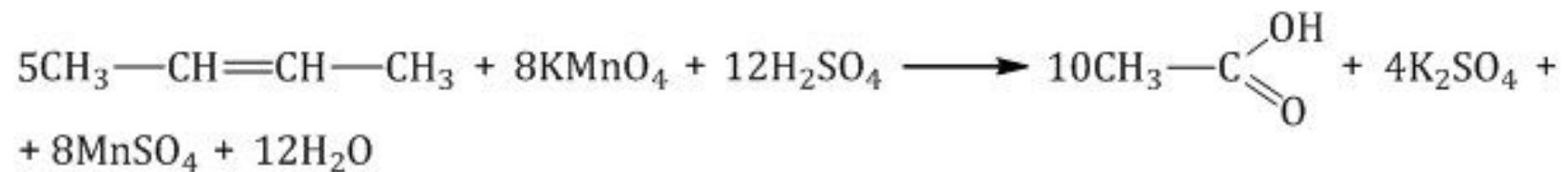
Мягкое окисление протекает при низкой температуре в присутствии перманганата калия. При этом раствор перманганата обесцвечивается. В молекуле алкена разрывается только  $\pi$ -связь и окисляется каждый атом углерода при двойной связи.

При этом образуются двухатомные спирты (диолы)

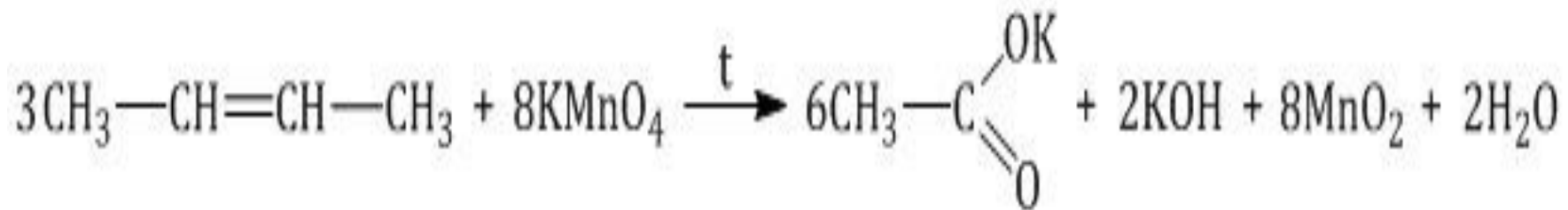


### 3. Жесткое окисление

При жестком окислении под действием перманганатов или соединений хрома (VI) происходит полный разрыв двойной связи C=C и связей C-H у атомов углерода при двойной связи. При этом вместо разрывающихся связей образуются связи с кислородом



При жестком окислении алкенов в нейтральной среде образующаяся щелочь реагирует с продуктами реакции окисления алкена, поэтому образуются соли (кроме реакций, где получается кетон — кетон со щелочью не реагирует)





**Окисляемый  
фрагмент**

**KMnO<sub>4</sub>, кислая  
среда**

**KMnO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, t**

**>C=**

**>C=O**

**>C=O**

**-CH=**

**-COOH**

**-COOK**

**CH<sub>2</sub>=**

**CO<sub>2</sub>**

**K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

