



# Алкены (олефины)

10 профиль

Лекция №2

# План

## 1. Химические свойства

А) Реакции присоединения

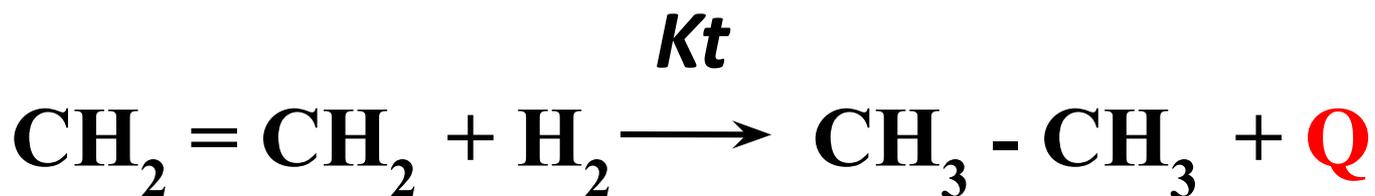
Б) Реакции окисления

В) Реакции замещения в «боковой цепи».

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

### 1. Гидрирование (р. восстановления)



- **Kt** (тонкоизмельченные Pt, Pd, Ni)
- Атомы **C** при двойной связи восстанавливаются, а атомы молекулярного водорода окисляются.

# Химические свойства

- **ВЫВОД:**
- Гидрирование алкенов является реакцией обратимой дегидрированию алканов  $C_nH_{2n} + H_2 \leftrightarrow C_nH_{2n+2}$
- Гидрирование процесс экзотермический ( $200\text{ }^{\circ}C$ ),
- Дегидрирование процесс эндотермический ( $400-600\text{ }^{\circ}C$ ).

# Химические свойства

- 1. Реакции присоединения
- 2. Галогенирование (бромирование)
- $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Br}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Br} - \text{CH}_2\text{Br}$
- При комнатной температуре
  - Реакция бромирования является КАЧЕСТВЕННОЙ РЕКЦИЕЙ НА ДВОЙНУЮ СВЯЗЬ

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

- 3. Гидрогалогенирование
- $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \longrightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3$
- **По правилу Марковникова:**

*При присоединении полярных молекул типа **NH** к алкену водород преимущественно присоединяется к более гидрогенизированному (гидрированному) атому углерода при двойной связи*

# Химические свойства

- I. Реакции присоединения

- 4.а) Гидратация



- **первичный спирт**

- **По правилу Марковникова**

- **Кт (сильные минеральные кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ )**

# Химические свойства

- I. Реакции присоединения      **ОН**
- 4.б) Гидратация      |
- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$
- **вторичный спирт**
- **По правилу Марковникова**
- **Кт (сильные минеральные кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ )**

# Химические свойства

## 1. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация

- **УФ, R .**



Степень

- полимеризации **мономер**

Элементарное звено  
**полимер**

- **n** показывает число элементарных звеньев в макромолекуле

- *Условие: УФ-излучение, наличие инициаторов полимеризации  $\text{H}_2\text{O}_2$  которые являются источниками свободных радикалов;  $100^\circ\text{C}$ ,  $100\text{ МПа}$*

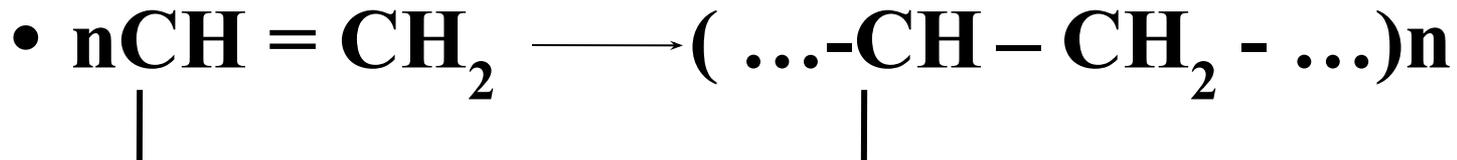
- **(по свободнорадикальному механизму)**

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация (ПРИМЕРЫ)

- **УФ, R .**

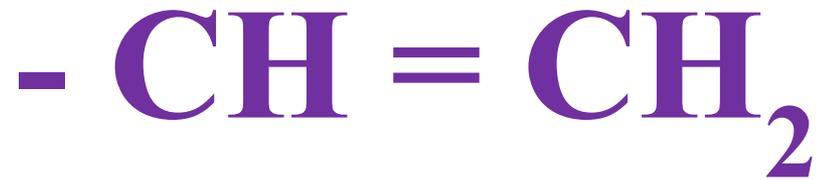


- **пропилен**

**полипропилен**

- **(по свободнорадикальному механизму)**

# Группа **ВИНИЛ**

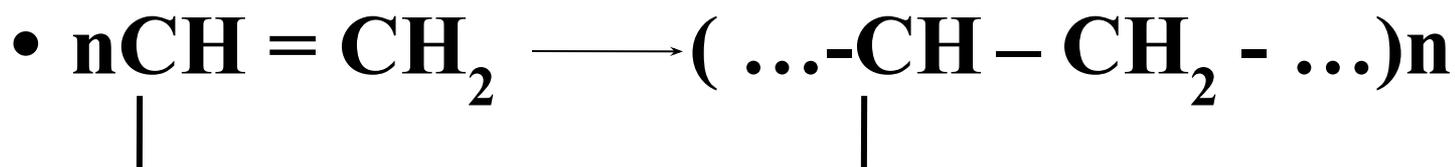


# Химические свойства

## 1. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация **(ПРИМЕРЫ)**

- **УФ, R .**



- **Винилбензол**

- **полистрол**

- **(стирол)**

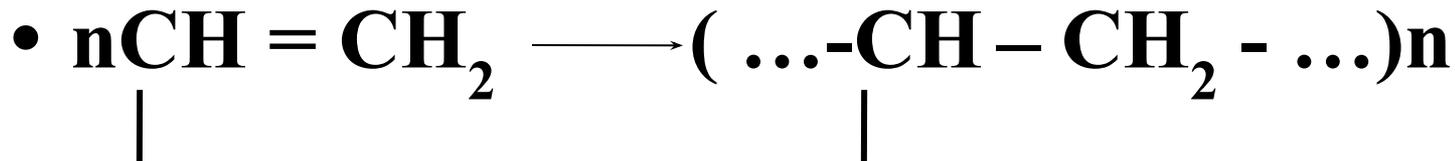
- **(по свободнорадикальному механизму)**

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация **(ПРИМЕРЫ)**

- **УФ, R .**



- **Cl**

- **Cl**

- **хлорэтен**

- **поливинилхлорид**

- **(винилхлорид)**

- **(ПВХ)**

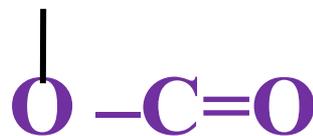
- **(по свободнорадикальному механизму)**

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация **(ПРИМЕРЫ)**

- **УФ, R.**



- **винилацетат**

- **поливинилацетат**

- **(винилхлорид)**

- **(ПВА)**

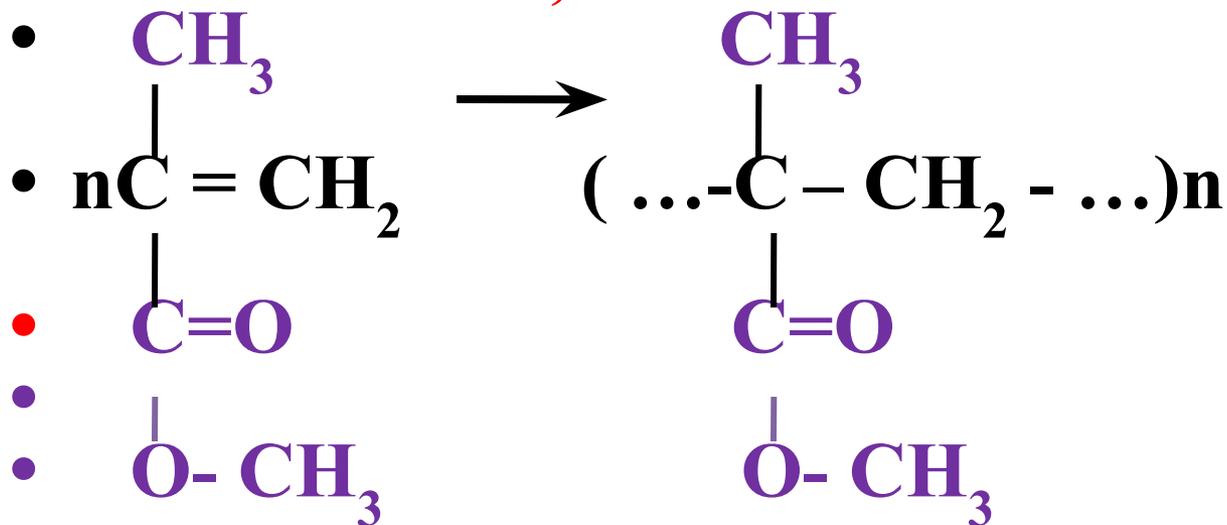
- **(по свободнорадикальному механизму)**

# Химические свойства

## I. Реакции присоединения

- 5. Полимеризация (ПРИМЕРЫ)

УФ, R.



- Метилвый эфир
- 2-метилпропеновой
- (метакриловой) кислоты
- (метилметакрилат)

Полиметилметакрилат  
(плексиглас)-органическое стекло

# Химические свойства

- II. Реакции окисления

- Горение

(полное разрушение углеродной цепи)



**ЭТИЛЕН**

# Химические свойства

- II. Реакции окисления

- Мягкое окисление

- (с сохранением углеродной цепи)



**ЭТИЛЕН**

Фиолетовый раствор  $\text{KMnO}_4$   
обесцвечивается

Качественная реакция  
на двойную связь

Разрыв  
 $\pi$ -связи



**ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ (этанediол-1,2)**

Реакция протекает в нейтральных или слабощелочных водных растворах  $\text{KMnO}_4$

# Главные схемы окислительно-восстановительных переходов

$\text{KMnO}_4$  окислитель  
(малиновый раствор)  
+ восстановитель

кислая  
среда:

$\text{Mn}^{+2}$

( $\text{MnCl}_2$ ,  
 $\text{MnSO}_4$ )

обесцвечива  
ние

нейтральная  
среда:

$\text{Mn}^{+4}$

( $\text{MnO}_2 \downarrow$   
бурый  
осадок)

щелочная среда:

$\text{Mn}^{+6}$

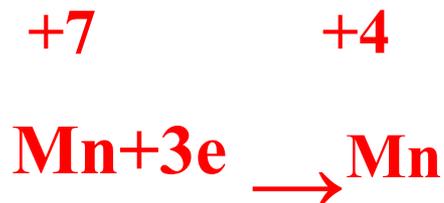
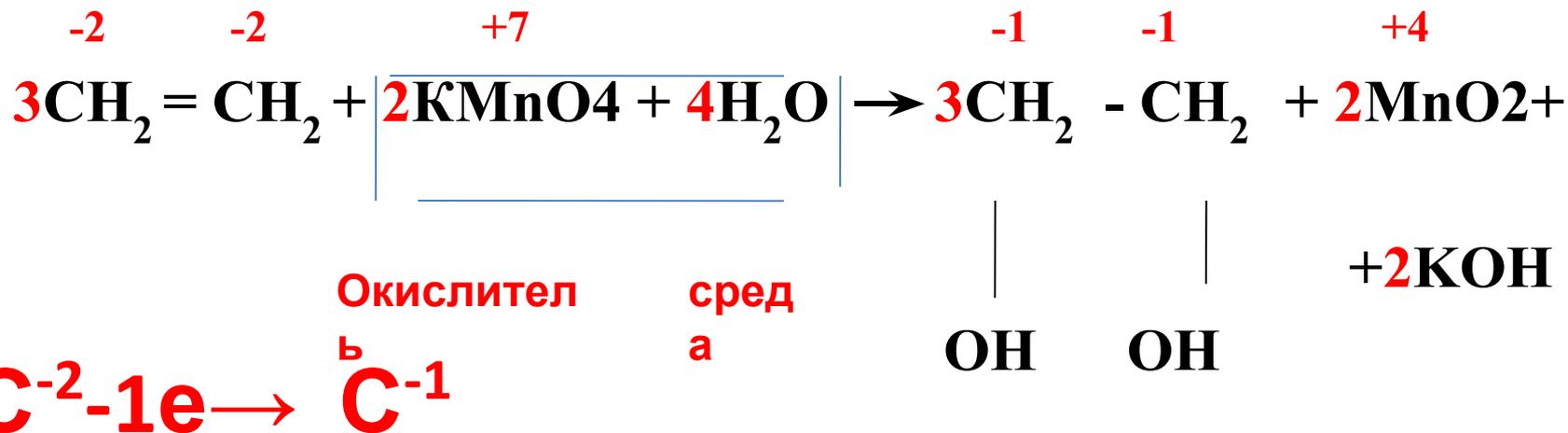
( $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  
зеленый  
раствор)

# Химические свойства

Мягкое окисление  
(с сохранением углеродной цепи)

Разрыв  
π-связи

## • II. Реакции окисления



# Химические свойства

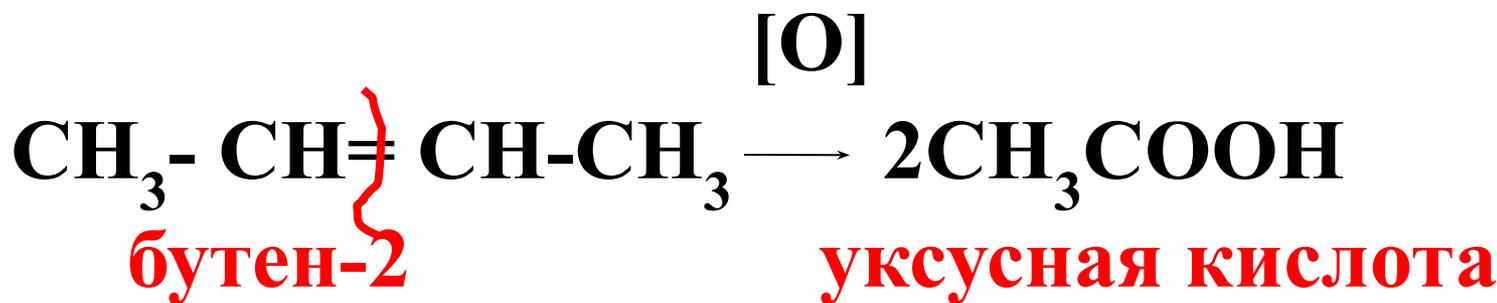
Разрыв

$\sigma$  и  $\pi$  -связи

- II. Реакции окисления

- Глубокое окисление

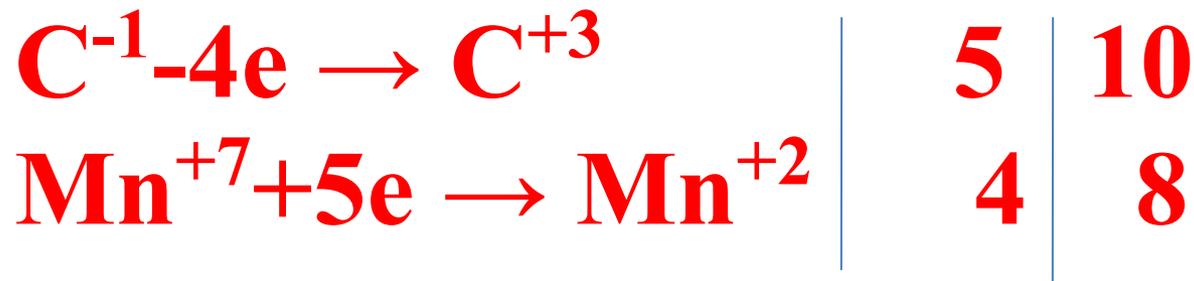
(с расщеплением углеродной цепи)



Протекает в кислых растворах  $\text{KMnO}_4$ ,

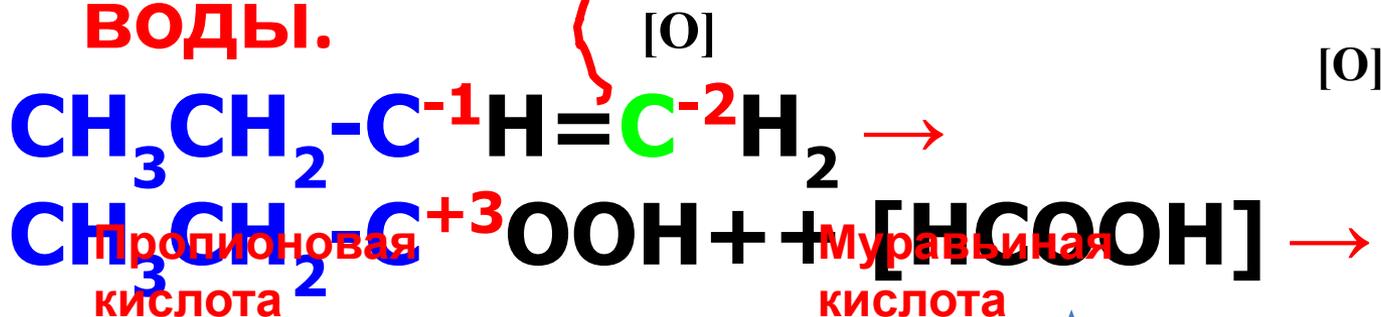
Окислители  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_6$

# Например

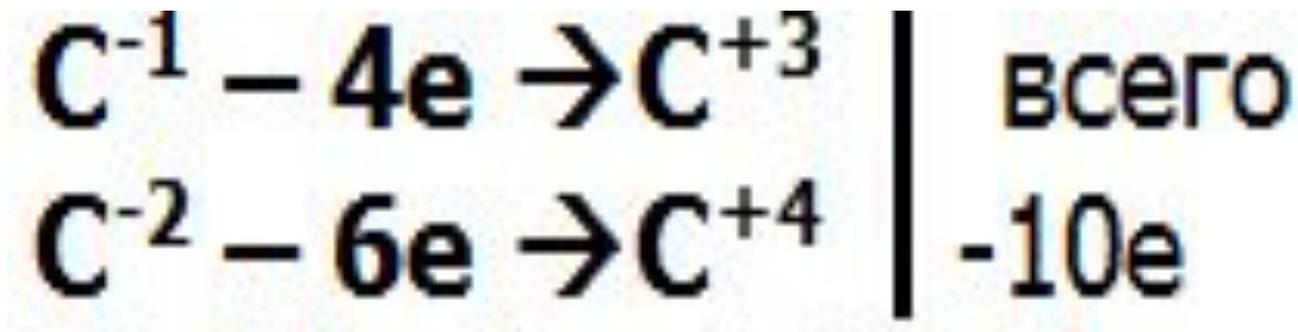
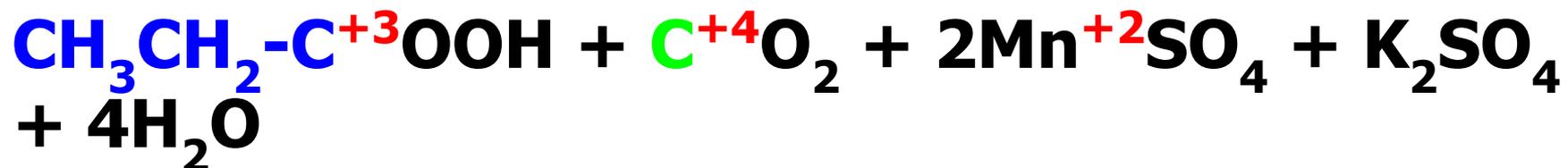


# Если двойная связь находится у конца молекулы

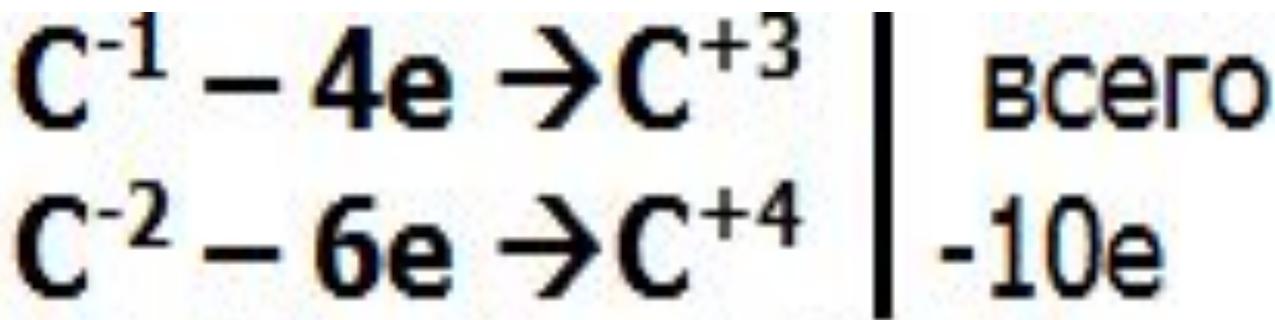
- То одним из продуктов окисления должна оказаться **муравьиная кислота**- вещество, которое легко окисляется **до углекислого газа и воды**.



# Например

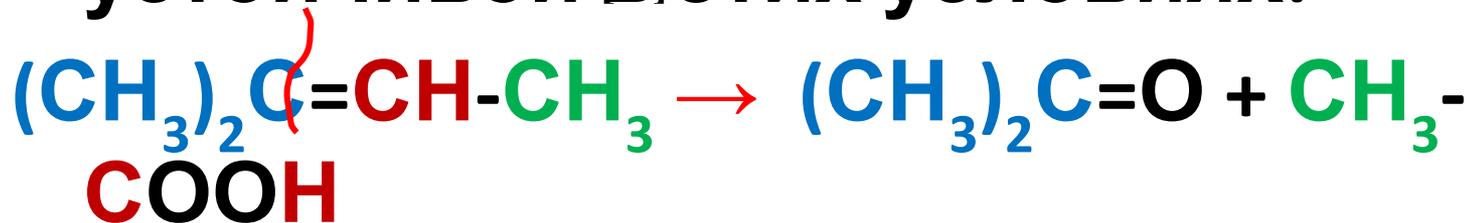


# Например



Если в молекуле алкена атом углерода при двойной связи **содержит два углеродных заместителя** (например: 2-метилбутен-2)

то при его окислении происходит **образование кетона**, так как превращение такого атома в атом карбоксильной группы невозможно без разрыва С-С связи, относительно устойчивой в этих условиях:

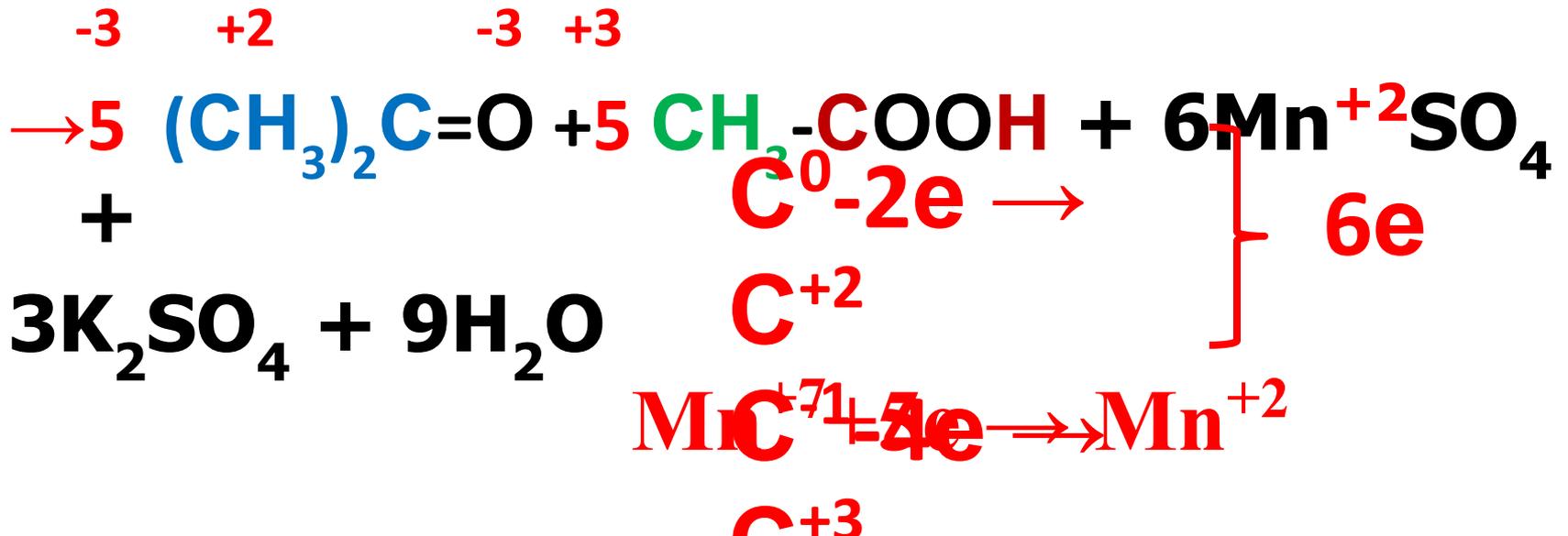
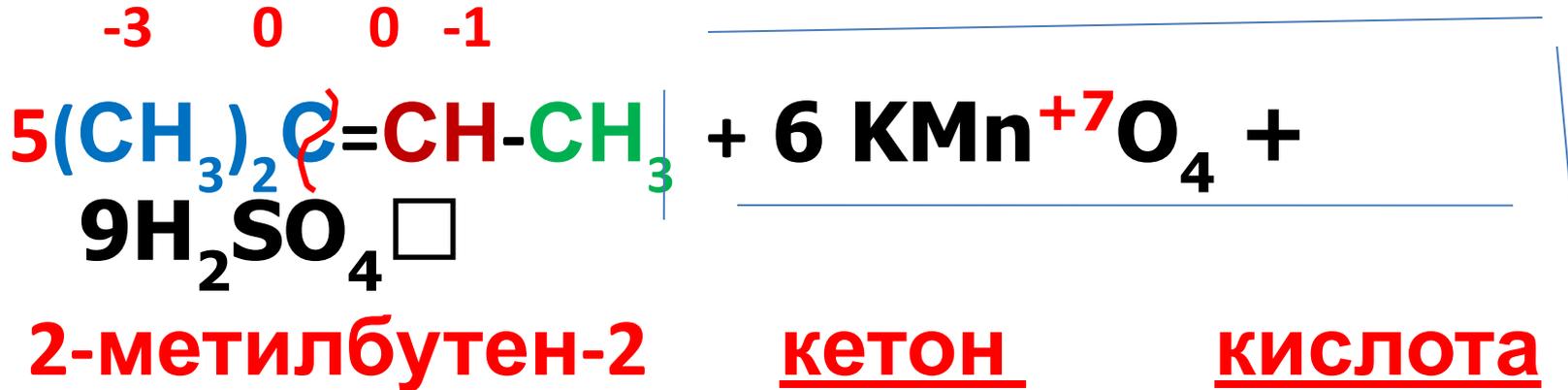


**2-метилбутен-2**

**кетон**

**кислота**

# Например



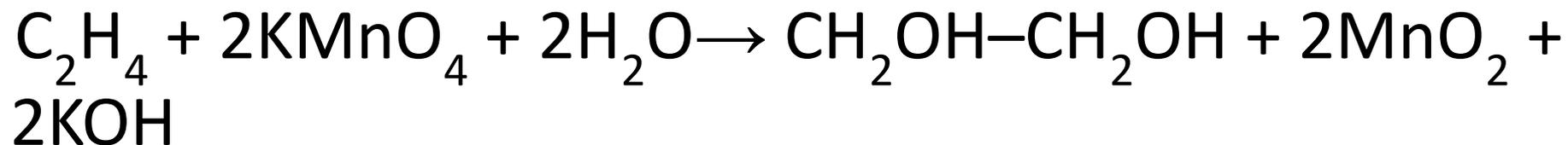
## Жесткое окисление алкенов

1. При действии **перманганата калия в кислой среде** в зависимости от строения скелета алкена образуется:

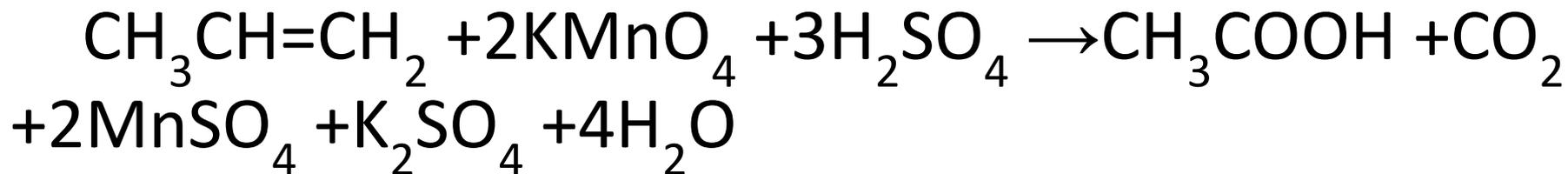
| <i>Фрагмент углеродной цепи у двойной связи</i>                    | <i>Во что превращается</i>  |
|--|---|
| $=\text{CH}_2$   | $\text{CO}_2$   |
| $=\text{CH}-\text{R}$  | $\text{R}-\text{COOH}$ карбоновая кислота   |
| $\begin{array}{c} =\text{C}-\text{R} \\   \\ \text{R} \end{array}$ | кетон $\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}-\text{R} \\    \\ \text{O} \end{array}$ |

# ОВР с участием органических соединений

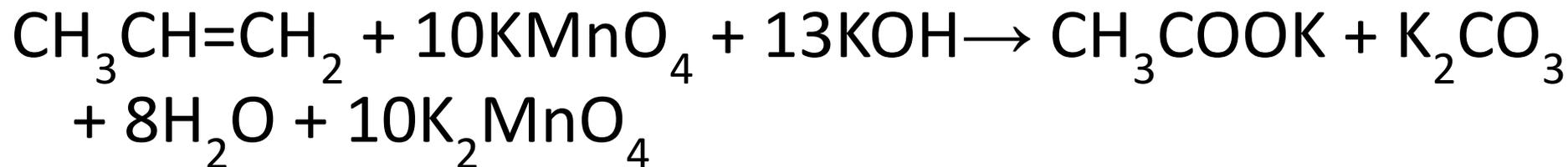
Окисление алкенов в нейтральной среде:



Окисление алкенов в кислой среде:



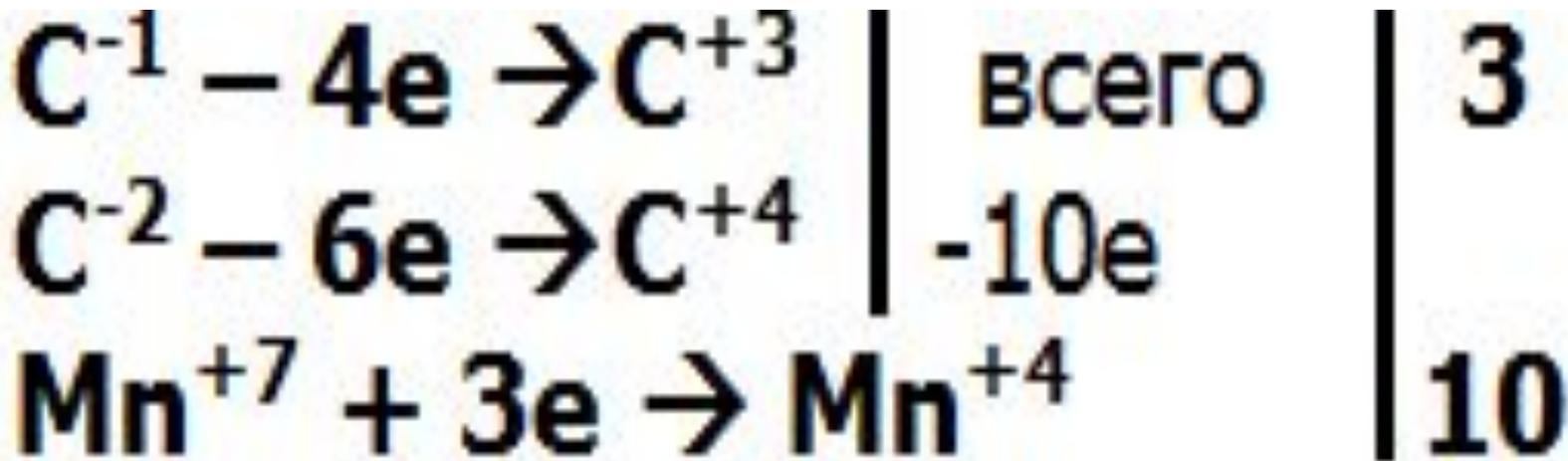
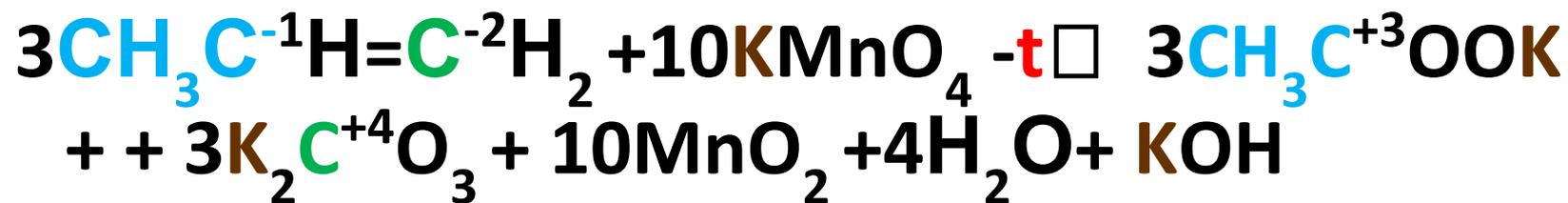
Окисление алкенов в щелочной среде:



2. Если реакция протекает в нейтральной среде **ПРИ нагревании**, то соответственно получаются

|   |  |
|---|--|
| <p><b>кальциевые соли:</b><br/>Фрагмент цепи у <b>Во</b> что превращается<br/>ДВОЙНОЙ СВЯЗИ</p> |  |
| <p>= <b>CH<sub>2</sub></b></p>  | <p><b>K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b></p>  |
| <p>= <b>CH – R</b></p>  | <p><b>R – COOK</b> - соль карбоновой<br/>КИСЛОТЫ</p>                                       |
| <p>= <b>C – R</b><br/> <br/><b>R</b></p>  | <p>кетон      <b>R – C – R</b><br/>                    <br/>                  <b>O</b></p> |

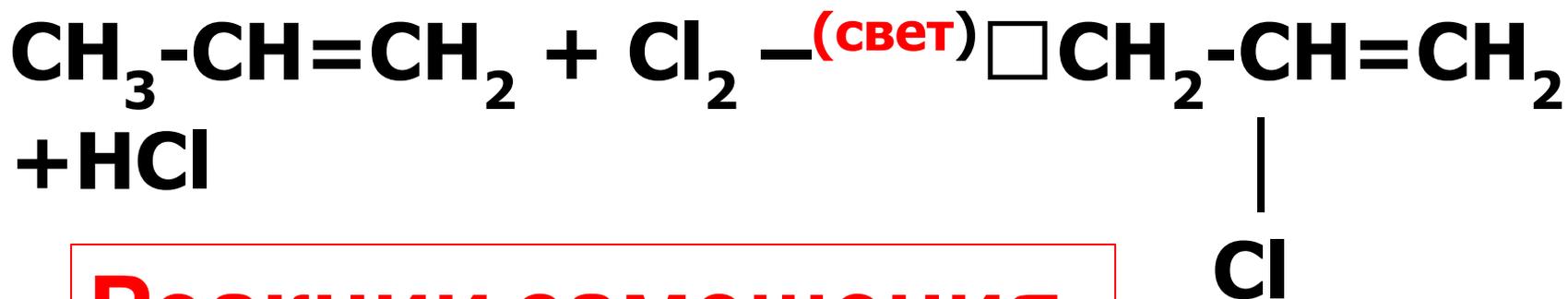
# Например



# **Окисление** кислородом этилена в присутствии солей палладия.



**Хлорирование и бромирование в боковую цепь: если реакция с хлором проводится на свету или при высокой температуре – идёт замещение водорода в боковой цепи.**



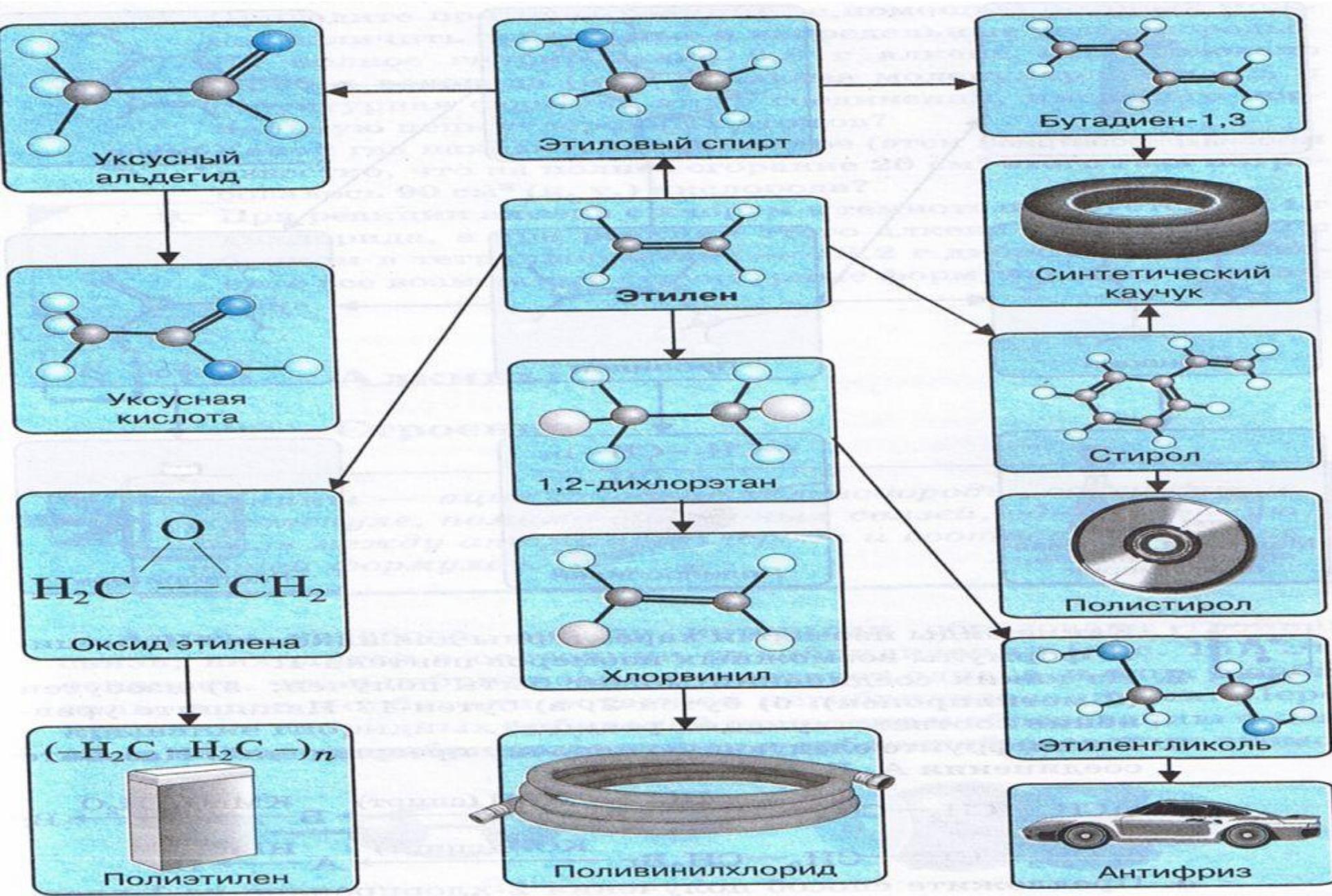
**Реакции замещения  
в «боковой цепи».**

# Химические свойства алкенов

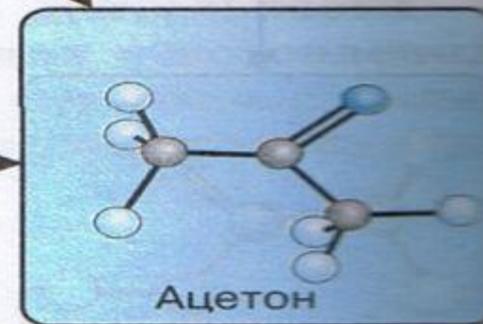
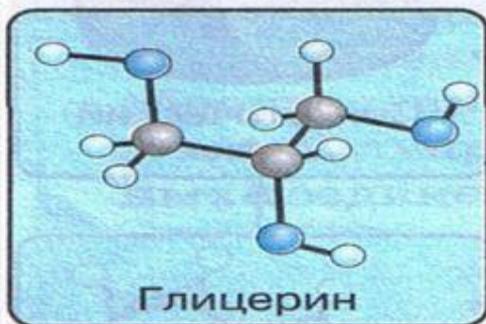
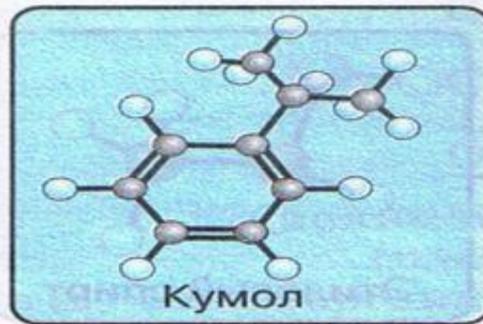
*Для алкенов характерны:*

- 1. реакции присоединения к двойной связи,*
- 2. реакции окисления,*
- 3. реакции замещения в «боковой цепи».*

# Применение этилена



# Применение пропилена





- **Автор:** Калитина Тамара Михайловна
- **Место работы:** МБОУ СОШ №2 с. Александров-Гай Саратовской области
- **Должность:** учитель химии
- **Мини-сайт**  
<http://www.nsportal.ru/kalitina-tamara-mikhailovna>
- **Дополнительные сведения:** сайт  
<http://kalitina.okis.ru/>