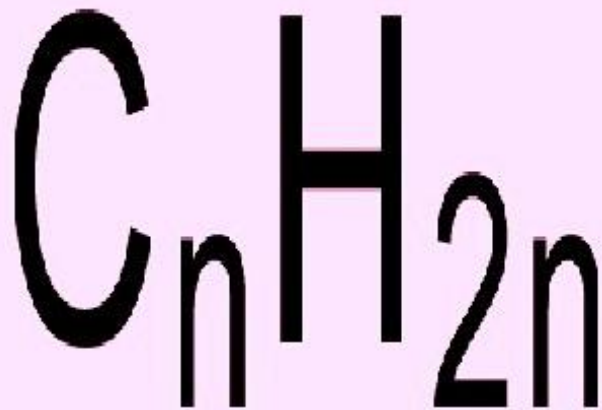


**АЛКЕН**

**Ы**

# А л к е н ы

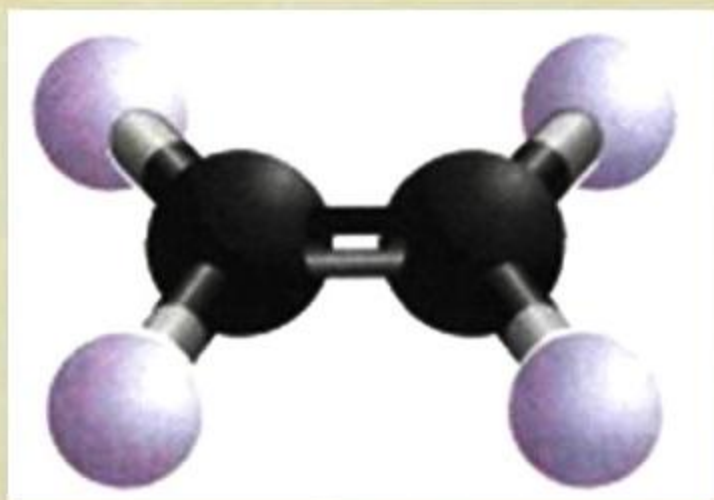
*(этиленовые углеводороды, олефины) –*

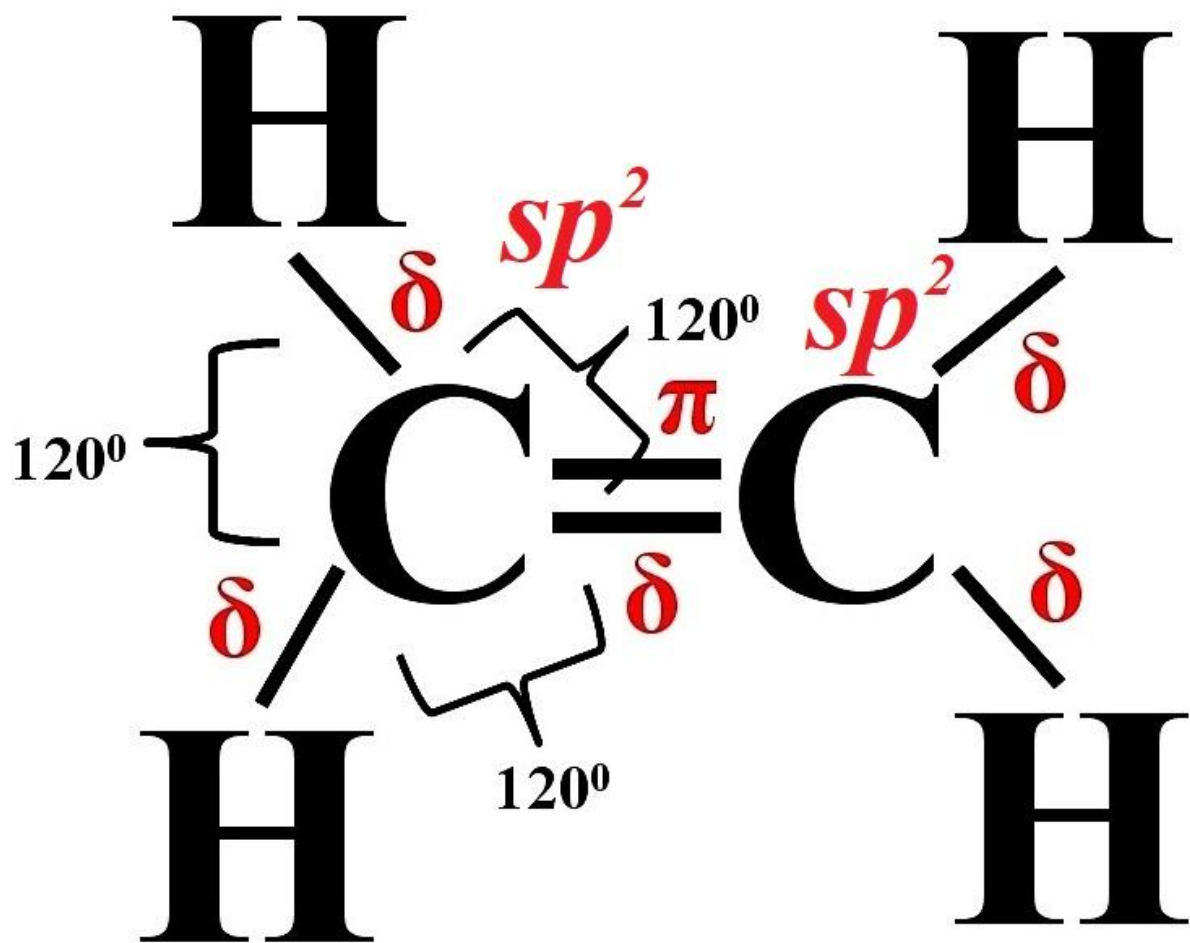


углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь между атомами углерода и соответствующие общей формуле  $C_nH_{2n}$

# Строение алкенов

Атомы углерода с двойной связью в молекуле алкенов находятся в состоянии  **$sp^2$ -гибридизации**. Три гибридных облака, имеющие форму неправильной восьмерки, располагаются под углом  $120^\circ$  и образуют  $\sigma$ -связи с атомами С и Н






*этен (этилен)*

# Гомологический ряд алкенов

Название	Формула	
Этен (этилен)	$CH_2=CH_2$	$C_2H_4$
Пропен (пропилен)	$CH_3-CH=CH_2$	$C_3H_6$
Бутен (бутилен)	$CH_3-CH=CH-CH_3$	$C_4H_8$
Пентен (амилен)	$CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$	$C_5H_{10}$
Гексен (гексилен)	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_6H_{12}$
Гептен (гептилен)	$CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_7H_{14}$
Октен (октилен)	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_8H_{16}$
Нонен (нонилен)	$CH_3-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_9H_{18}$
Децен (децилен)	$CH_3-CH=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	$C_{10}H_{20}$

# Непредельные углеводородные радикалы:



Название	Углеводородный радикал
Винил	$-\text{CH}=\text{CH}_2$
Аллил	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$

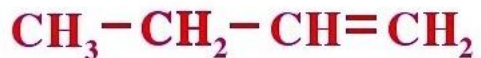
# Физические свойства алкенов

- Алкены плохо растворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях.
- $C_2 - C_4$  - газы
- $C_5 - C_{16}$  - жидкости
- $C_{17} \dots$  - твёрдые вещества
- С увеличением молекулярной массы алкенов повышаются температуры кипения и плавления

## Структурная изомерия

Изомерия  
алкенов

### 1. Изомерия углеродного скелета



бутен - 1



метилпропен

### 2. Изомерия положения кратной связи



бутен - 1



бутен - 2

### 3. Межклассовая изомерия



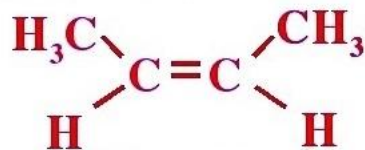
пропен



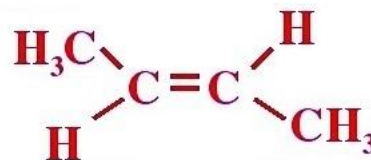
циклопропан

## Пространственная изомерия

### 1. Геометрическая изомерия



цис-бутен - 2

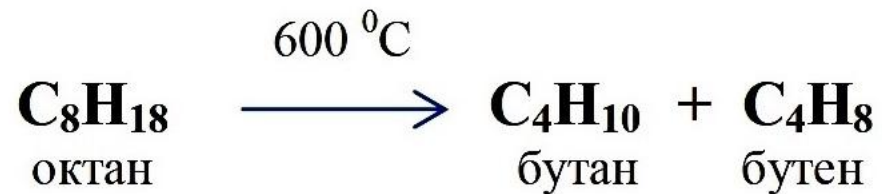


транс-бутен - 2

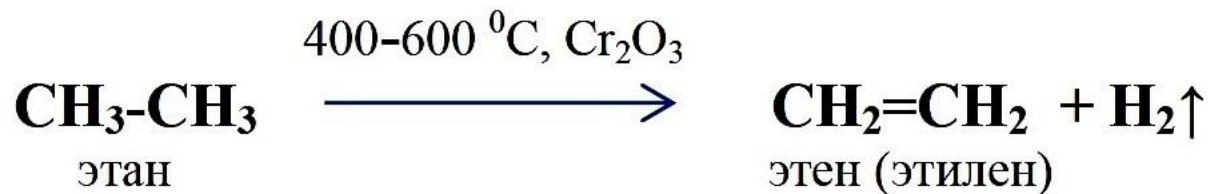


# ПОЛУЧЕНИЕ АЛКЕНОВ

## 1. Крекинг алканов.



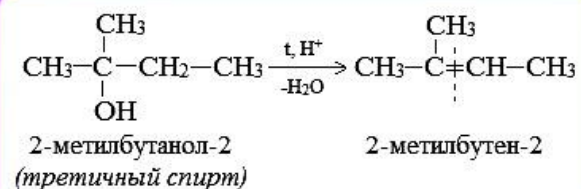
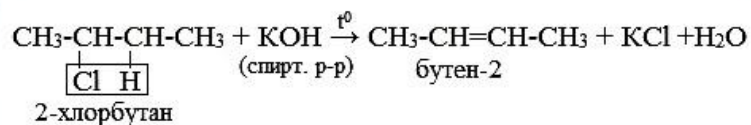
## 2. Дегидрирование алканов.



# ПРАВИЛО ЗАЙЦЕВА

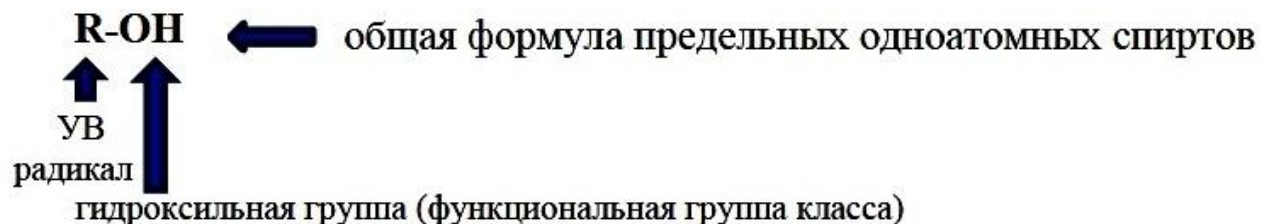
– отщепление атома водорода в реакциях дегидрогалогенирования и дегидратации происходит преимущественно от наименее гидрированного атома углерода.

Эта закономерность была открыта в 1875 г. русским химиком А.М. Зайцевым.



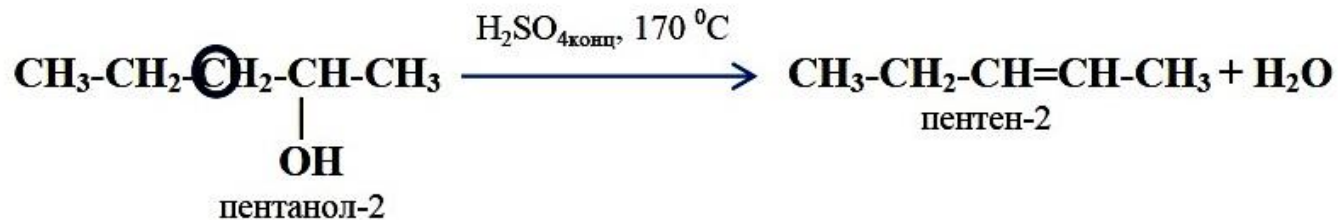
### 3. Внутримолекулярная дегидратация спиртов ( $t > 140\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

**Дегидратация/гидратация** - отщепление/присоединение молекул  $\text{H}_2\text{O}$ .

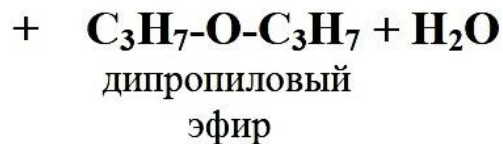
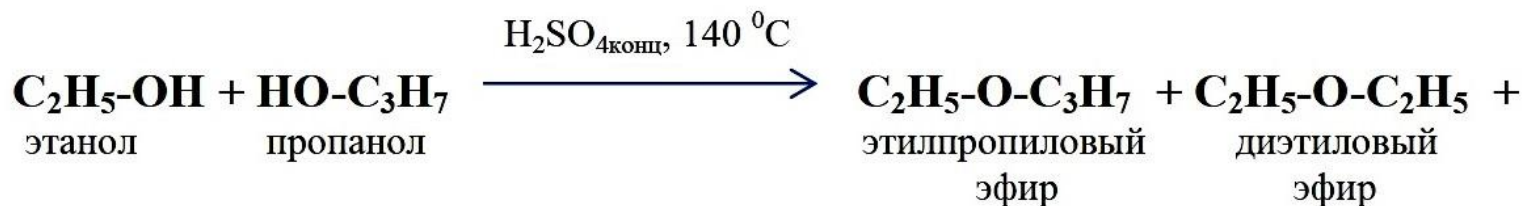


Дегидратация происходит в присутствии водоотнимающих агентов ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) и при нагревании.

При отщеплении воды от вторичных и третичных спиртов, атом  $\text{H}$  отщепляется, согласно **правилу Зайцева**, от менее гидрированного атома  $\text{C}$ :



При межмолекулярной дегидратации спиртов ( $t \leq 140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ) образуются простые эфиры:

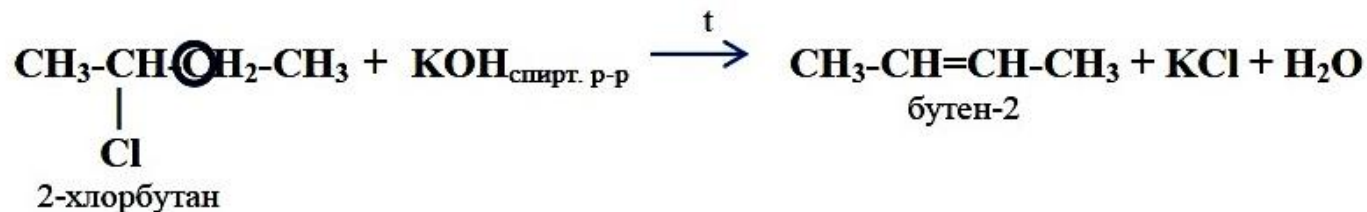


#### 4. Дегидрогалогенирование моногалогеналканов.

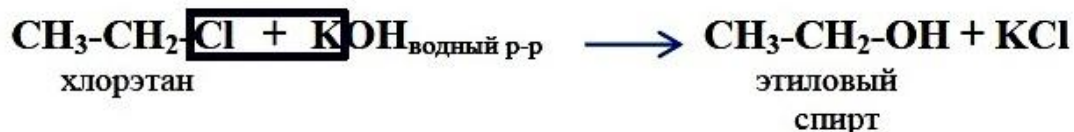
**Дегидрогалогенирование/гидрогалогенирование** - отщепление/присоединение молекул HCl или HBr.

На моногалогеналкан действуют **спиртовым** р-ром щёлочи, к-рый **всегда** отщепляет галогеноводород.

По **правилу Зайцева**, при отщеплении галогеноводородов от вторичных и третичных галогенидов, атом H отщепляется от менее гидрированного атома C:



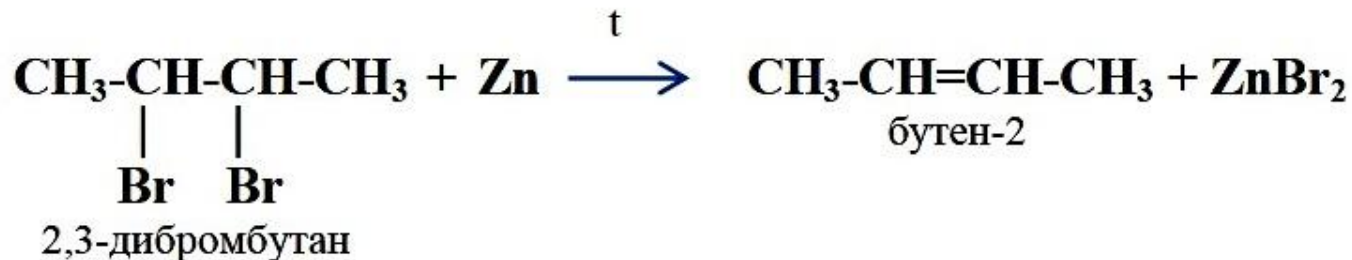
Вз-е моногалогеналкана с **водным** р-ром щелочи протекает по-другому:



## 5. Дегалогенирование дигалогеналканов.

**Дегалогенирование/галогенирование** - отщепление/присоединение молекул  $\text{Cl}_2$  или  $\text{Br}_2$ .

На дигалогеналканы, у к-рых атомы галогена связаны с соседними атомами С, действуют металлическим  $\text{Zn}$  или  $\text{Mg}$ :



**СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКЕНОВ**



**КРЕКИНГ АЛКАНОВ**



**ДЕГИДРИРОВАНИЕ АЛКАНОВ**



**ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ  
ДЕГИДРАТАЦИЯ СПИРТОВ**



**ДЕГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ  
МОНОГАЛОГЕНАЛКАНОВ**

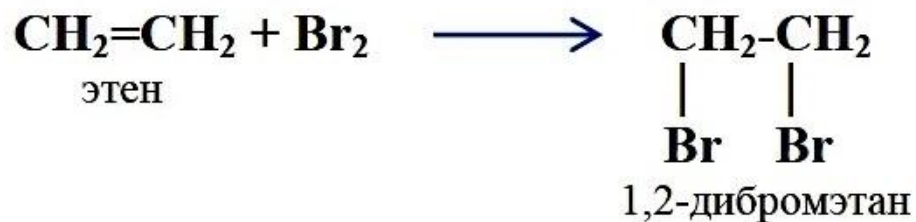
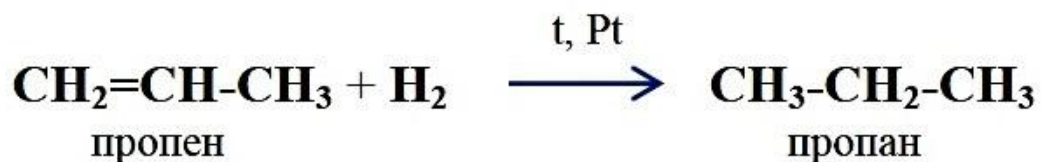


**ДЕГАЛОГЕНИРОВАНИЕ  
ДИГАЛОГЕНАЛКАНОВ**

# ХИМ. СВ-ВА АЛКЕНОВ

## Р-ЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

1. Гидрирование и галогенирование.



**Обесцвечивание бромной воды - качественная р-ция на кратные связи!**



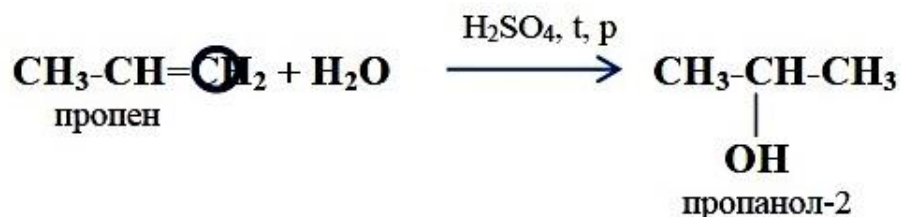
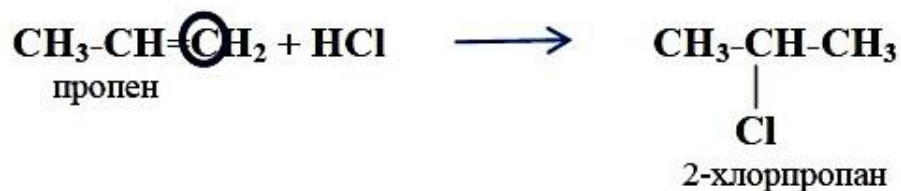
## ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА

При присоединении галогеноводородов и воды к непредельным углеводородам атом водорода присоединяется к более гидрированному, а галоген или гидроксогруппа (-ОН) к менее гидрированному атому углерода.



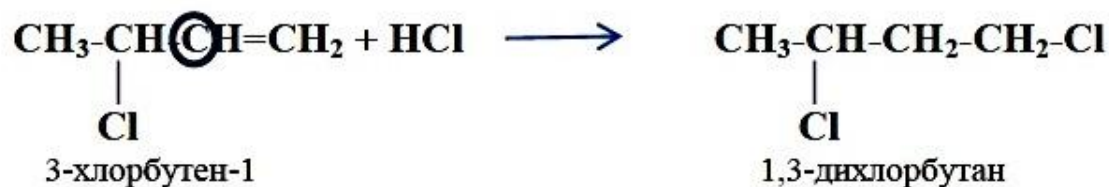
## 2. Гидрогалогенирование и гидратация.

По **правилу Марковникова**, при присоединении воды и галогеноводородов к несимметричным молекулам алкенов и алкинов, атом Н присоединяется к более гидрированному атому С:



**Присоединение атомов Н идёт против правила Марковникова, если:**

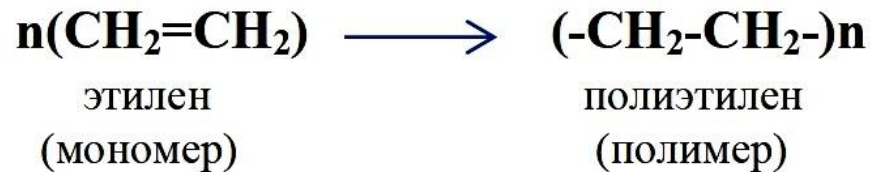
- р-ция гидрогалогенирования или гидратации протекает в присутствии в качестве кат  $\text{H}_2\text{O}_2$
- в молекуле алкена есть сильно электроотрицательный элемент (например, F)



### 3. Полимеризация.

**Полимеризация** - р-ция образования полимеров.

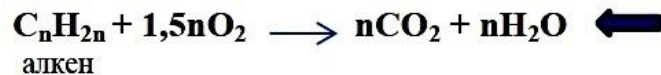
**Полимеры** - высокомолекулярные органические соединения, образующиеся из мономеров.



ур-е р-ции полимеризации на примере этилена

## Р-ЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

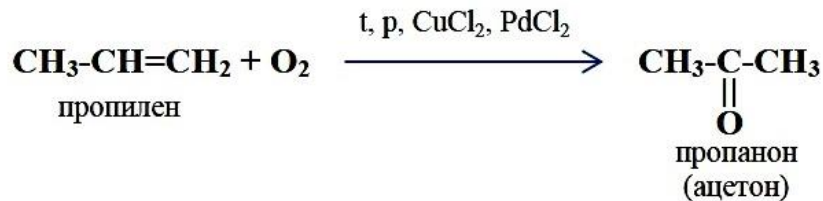
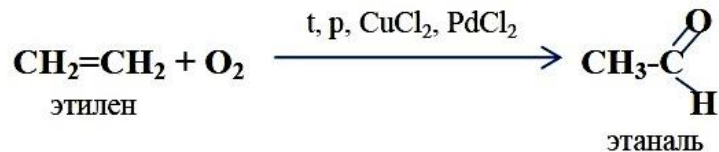
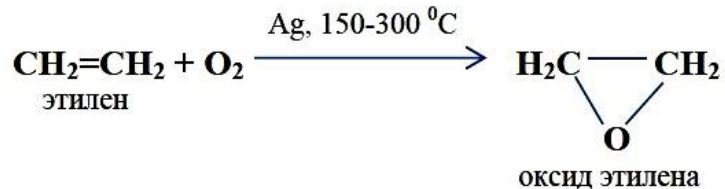
1. Полное окисление (горение).



уравнение р-ции полного сгорания  
алкенов в общем виде

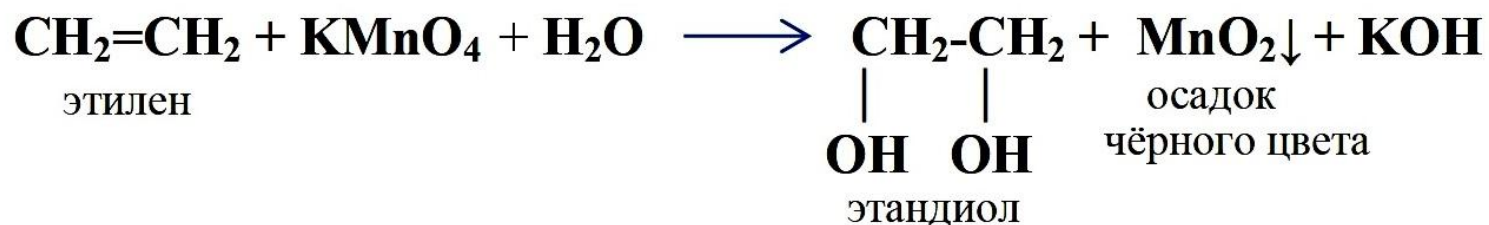


2. Неполное каталитическое окисление.



### 3. Окисление $\text{KMnO}_4$ .

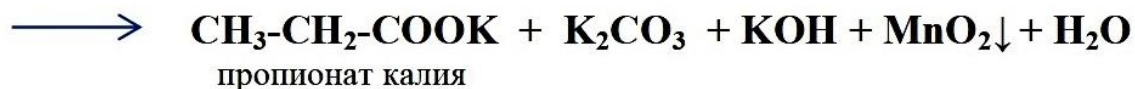
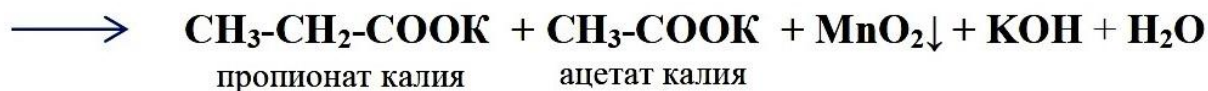
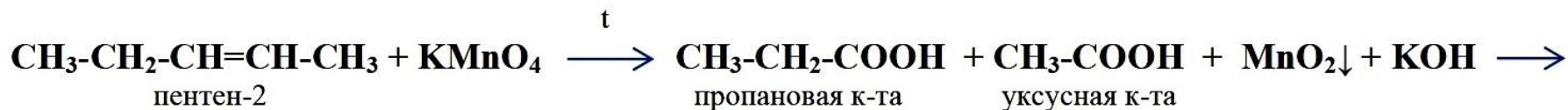
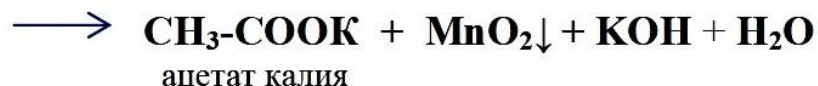
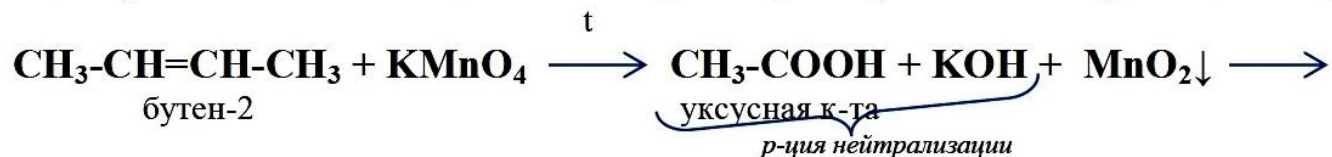
а) мягкое окисление (**р-ция Вагнера**) - в нейтральной или слабощелочной среде без нагревания происходит образование двухатомных спиртов - диолов:



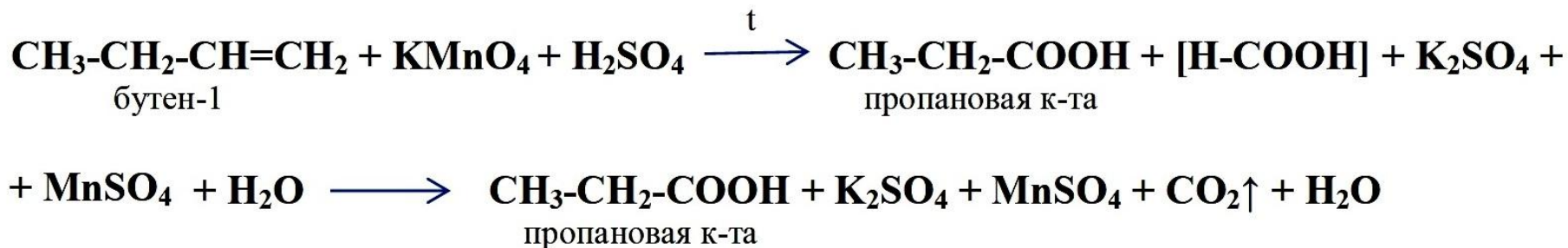
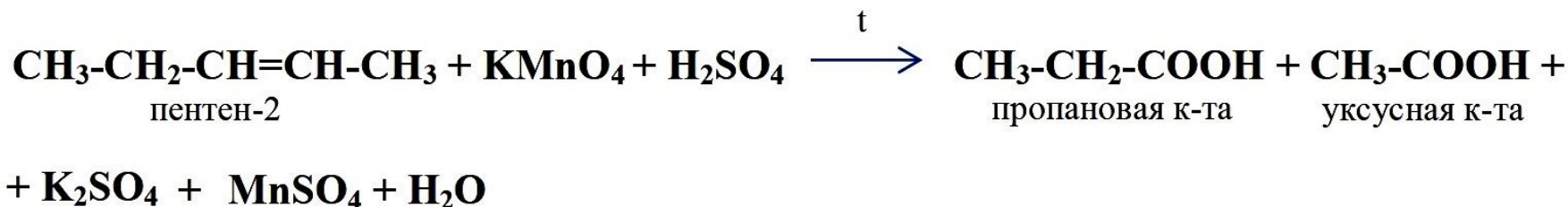
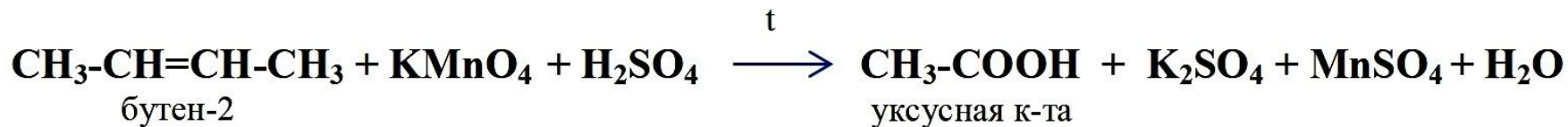
**Обесцвечивание р-ра  $\text{KMnO}_4$  - качественная р-ция на кратные связи!**

б) жесткое окисление:

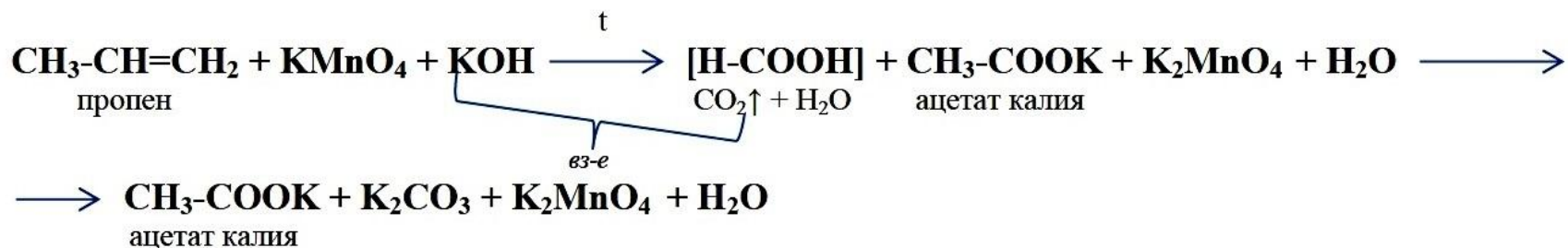
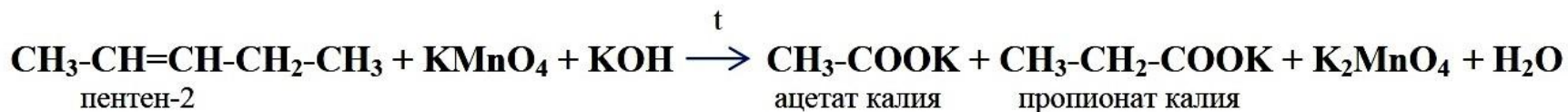
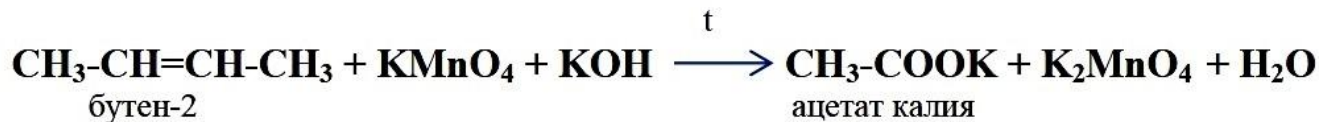
в нейтральной или слабощелочной среде при  $t$  происходит образование карбоновых к-т:



в кислой среде при t также происходит образование карбоновых к-т:



в щелочной среде при t происходит образование солей карбоновых к-т:



При окислении алкенов, содержащих третичный атом С, образуются карбоновые к-ты и кетоны:





# ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛКЕНОВ

## РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

- ГИДРИРОВАНИЕ
- ГАЛОГЕНИРОВАНИЕ
- ГИДРОГАЛОГЕНИРОВАНИЕ
- ГИДРАТАЦИЯ
- ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

## РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

ПОЛНОЕ ОКИСЛЕНИЕ  
(ГОРЕНИЕ)

НЕПОЛНОЕ  
КАТАЛИТИЧЕСКОЕ  
ОКИСЛЕНИЕ

ОКИСЛЕНИЕ  $\text{KMnO}_4$

МЯГКОЕ ОКИСЛЕНИЕ БЕЗ НАГРЕВАНИЯ  
(РЕАКЦИЯ ВАГНЕРА) - ОБРАЗУЮТСЯ ДИОЛЫ

ЖЁСТКОЕ ОКИСЛЕНИЕ  
(ПРИ НАГРЕВАНИИ)

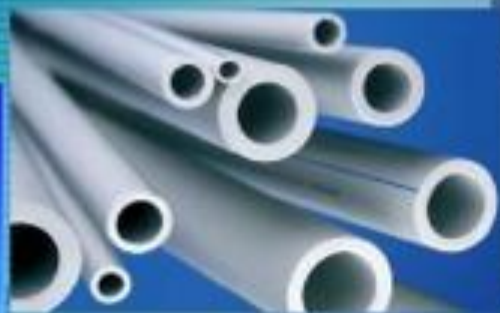
→ В НЕЙТРАЛЬНОЙ ИЛИ СЛАБОЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ ПРИ  $t$  -  
ОБРАЗУЮТСЯ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ,  $\text{MnO}_2 \downarrow$ ,  $\text{KOH}$  И  $\text{H}_2\text{O}$

→ В КИСЛОЙ СРЕДЕ ПРИ  $t$  -  
ОБРАЗУЮТСЯ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$  И  $\text{H}_2\text{O}$

→ В ЩЕЛОЧНОЙ СРЕДЕ ПРИ  $t$  -  
ОБРАЗУЮТСЯ СОЛИ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  И  $\text{H}_2\text{O}$

# Применение алкенов

- В овощехранилищах для ускорения созревания плодов.
- Производство органических соединений:
  - полиэтилена, полипропилена, поливинилхлорида (ПВХ);
  - растворителей;
  - уксусной кислоты;
  - спиртов.



## *Вопросы для самоконтроля:*

1. Что такое алкены?
2. Общая формула алкенов?
3. Строение алкенов (тип гибридизации атомов углерода, величина валентных углов, вид, тип по перекрыванию электронных облаков углерод-углеродных и углерод-водородных связей).
4. Назовите первых 9 представителей гомологического ряда алкенов?
5. Приведите примеры одновалентных непредельных углеводородных радикалов?
6. Физические свойства алкенов?
7. Изомерия и номенклатура алкенов?
8. Что такое дегалогенирование?
9. Что такое гидратация? Что такое дегидратация? Назовите водоотнимающие агенты?
10. Правило Зайцева?
11. Что такое дегидрогалогенирование? Что такое гидрогалогенирование?
12. Правило Марковникова? Когда присоединение атомов водорода идёт против правила Марковникова?
13. Что такое полимеризация? Что такое полимеры?
14. Чем мягкое окисление отличается от жёсткого?
15. Назовите качественные реакции на кратную связь?