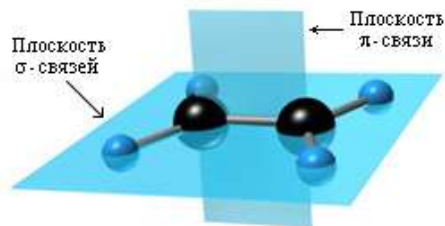


**Алкены** – это углеводороды, в молекулах которых есть **ОДНА** двойная C=C связь.

Общая формула алкенов:  $C_nH_{2n}$



Тип гибридизации атома углерода двойной связи –  $sp^2$ . Молекула имеет плоское строение, угол между  $\sigma$ -связями  $120^\circ$

**Физические свойства.** При обычных условиях  $C_2H_4 \dots C_4H_8$  – газы,  $C_5H_{10} \dots C_{16}H_{32}$  – жидкости, с  $C_{17}H_{34}$  – твердые вещества. Не растворяются в воде.

### Свойства алкенов

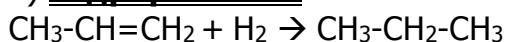
Для алкенов характерны:

- реакции присоединения к двойной связи,
- реакции окисления,
- реакции замещения в «боковой цепи».

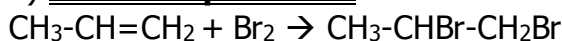
#### 1. Реакции присоединения по двойной связи:

менее прочная  $\pi$ -связь разрывается, образуется насыщенное соединение. Это реакции электрофильного присоединения -  $A_E$ .

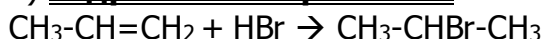
##### 1) Гидрирование:



##### 2) Галогенирование:

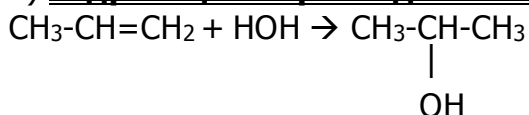


##### 3) Гидрогалогенирование:

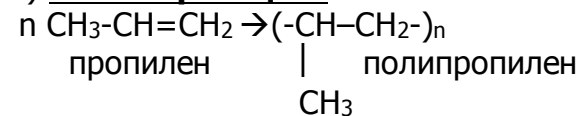


**(ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА: водород присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода).**

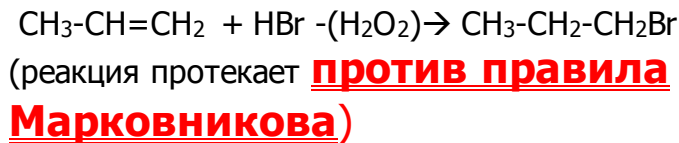
##### 4) Гидратация - присоединение воды:



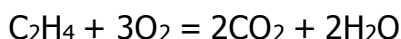
##### 5) Полимеризация:



2. Присоединение бромоводорода в **присутствии перекиси (эффект Хараша)** – это радикальное присоединение -  $A_R$

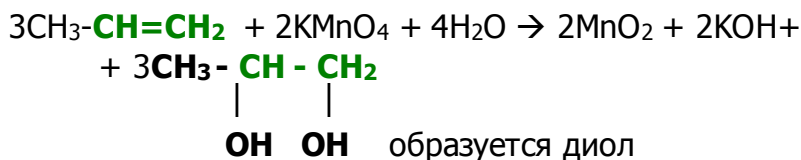


3. Окисление алкенов кислородом – **горение** до углекислого газа и воды.



#### 4. Мягкое окисление алкенов – реакция Вагнера:

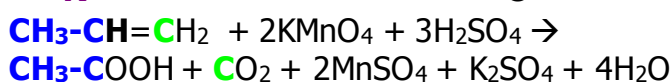
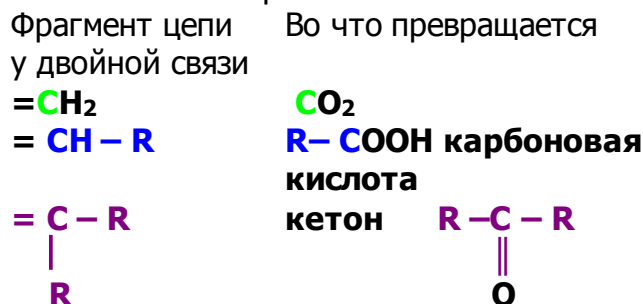
реакция с холодным раствором перманганата калия.



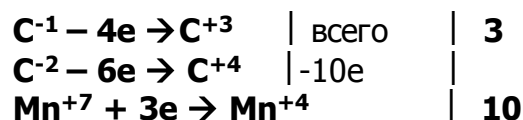
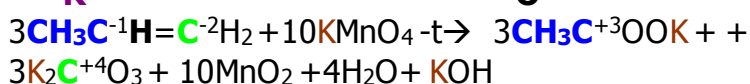
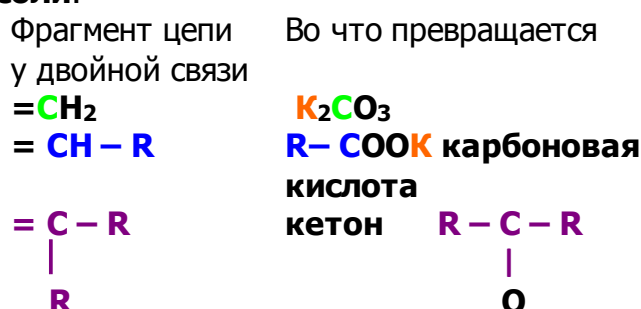
## 5. Жесткое окисление

**алкенов** – горячим нейтральным или кислым раствором перманганата калия. Идёт с разрывом двойной связи C=C.

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

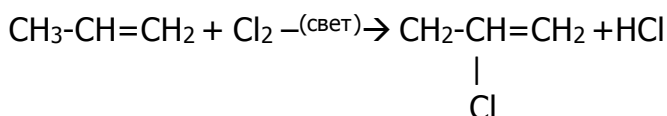


2. Если реакция протекает в нейтральной среде ПРИ нагревании, то соответственно получают **калиевые соли**:



## 6. Хлорирование в боковую

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

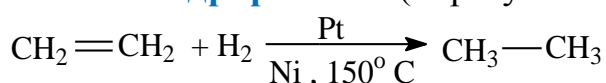


## ПОВТОРИМ! Химические свойства алкенов

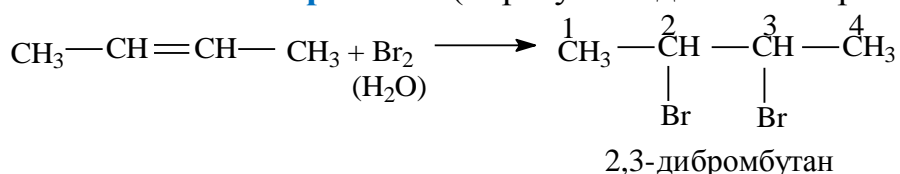
$\pi$ -Связь менее прочная, чем  $\sigma$ -связь. Она легко разрушается под воздействием различных реагентов, поэтому алкены обладают большей реакционной способностью, чем алканы. Освободившиеся в результате разрыва  $\pi$ -связи валентности углеродных атомов используются для присоединения атомов или групп атомов молекулы реагента.

### I. Реакции присоединения (A<sub>E</sub>).

1. **Гидрирование** (образуются алканы):



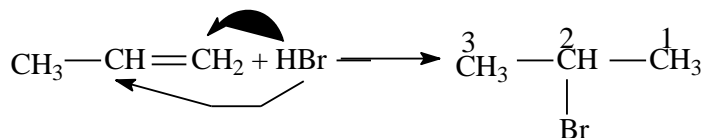
2. **Галогенирование** (образуются дигалогенпроизводные):



Под действием света и повышенной температуре или в присутствии пероксидов галогенирование может носить радикальный характер ( $A_R$ ).

**Реакция с бромной водой является качественной реакцией на все непредельные углеводороды, в том числе на алкены.**

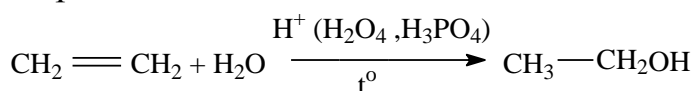
3. **Гидрогалогенирование** (образуются моногалогеналканы):



Присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам происходит по **правилу В. В. Марковникова**: при присоединении веществ типа  $\text{HX}$  ( $\text{X} = \text{HAl}, \text{HOH}$  и т. д.) к несимметричным алкенам атом водорода присоединяется к наиболее гидrogenизированному (связанному с большим числом атомов водорода) атому углерода при двойной связи.

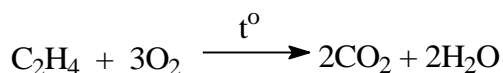
При наличии в молекулах непредельных углеводородов заместителей, проявляющих значительный электроноакцепторный эффект, и в присутствии пероксидов реакция идет против правила Марковникова.

4. **Гидратация** (образуются спирты). Протекает согласно правилу Марковникова:

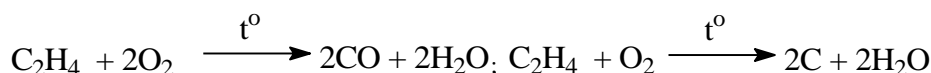


## II. Реакции окисления.

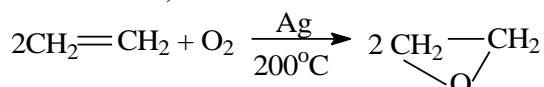
1. **Полное окисление** (избыток  $\text{O}_2$ ):



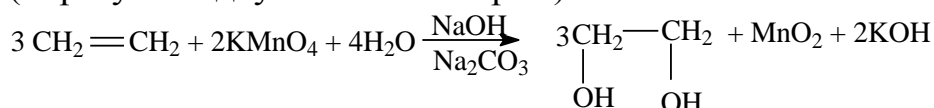
2. **Неполное окисление** (недостаток  $\text{O}_2$ ):



3. **Неполное каталитическое окисление** в присутствии  $\text{O}_2$  (образуются эпоксиды):



4. **Неполное окисление под действием окислителей** типа  $\text{KMnO}_4, \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (образуются двухатомные спирты).

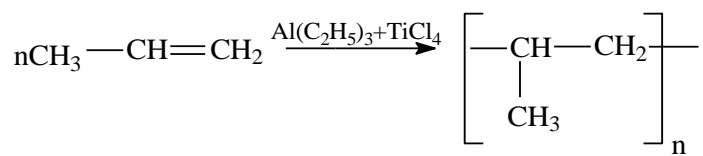


этандиол-1,2

Реакция с  $\text{KMnO}_4$  (реакция Е.Е. Вагнера) является качественной на непредельные УВ, в том числе на алкены.

## III. Реакции полимеризации

Полимеризацией называется процесс соединения одинаковых молекул (мономеров), протекающий за счет разрыва кратных связей, с образованием высокомолекулярного соединения (полимера).



где  $n$  – степень полимеризации (число молекул мономера).