

# Алкены

1. Гомологический ряд и физические свойства
2. Номенклатура по ИЮПАК
3. Строение молекул (сравнение с Алканами)
4. Способы получения
5. Изомерия
6. Химические свойства
7. Применение в производстве

# НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ РЯДА ЭТИЛЕНОВЫХ или АЛКЕНЫ или ОЛЕФИНЫ

Молекулы алкенов имеют одну двойную связь между углеродными атомами, а остальные связи одинарные, поэтому они не до предела насыщены водородными атомами. Молекулы их имеют прямую или разветвленную цепь углеродных атомов.

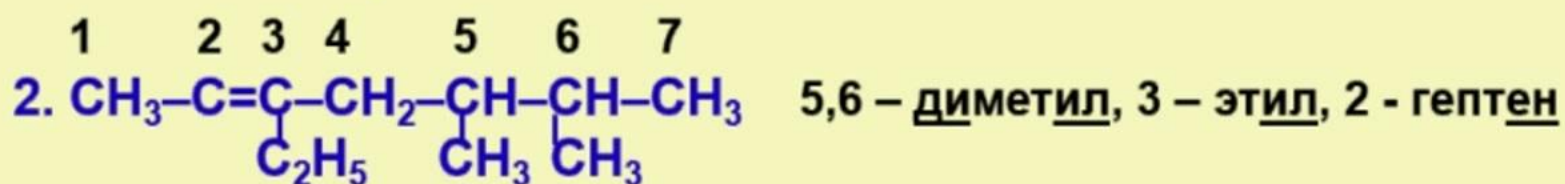
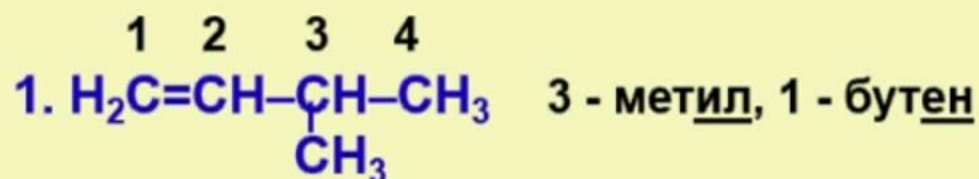
## ГОМОЛОГИЧЕСКИЙ РЯД

| $C_nH_{2n}$    | Рациональная номенклатура | ЮПАК – Женевская номенклатура | Физические свойства   |
|----------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| $C_2H_4$       | этилен                    | этен                          | Газы<br>с запахом     |
| $C_3H_6$       | пропилен                  | пропен                        |                       |
| $C_4H_8$       | бутилен                   | бутен                         |                       |
| $C_5H_{10}$    | амилен                    | пентен                        | Жидкости<br>с запахом |
| $C_6H_{12}$    | гексилен                  | гексен                        |                       |
| $C_7H_{14}$    | гептилен                  | гептен                        |                       |
| $C_8H_{16}$    | октилен                   | октен                         |                       |
| $C_9H_{18}$    | нонилен                   | нонен                         |                       |
| $C_{10}H_{20}$ | децилен                   | децен                         |                       |

# НОМЕНКЛАТУРА АЛКЕНОВ ПО ЮПАК

Название алкенов по ЮПАК составляется следующим путем:

1. Берется за основу длинная цепь углеродных атомов, содержащая двойную связь, и нумеруется с того конца, к которому ближе двойная связь.
2. Далее ставится цифра, указывающая углеродный атом, от которого отходит старший радикал, и пишется по старшинству радикалов.
3. Потом пишется цифра, указывающая углеродный атом, от которого отходит двойная связь.
4. Затем пишется название всей длинной цепи с заменой окончания **ан** на **ен**.

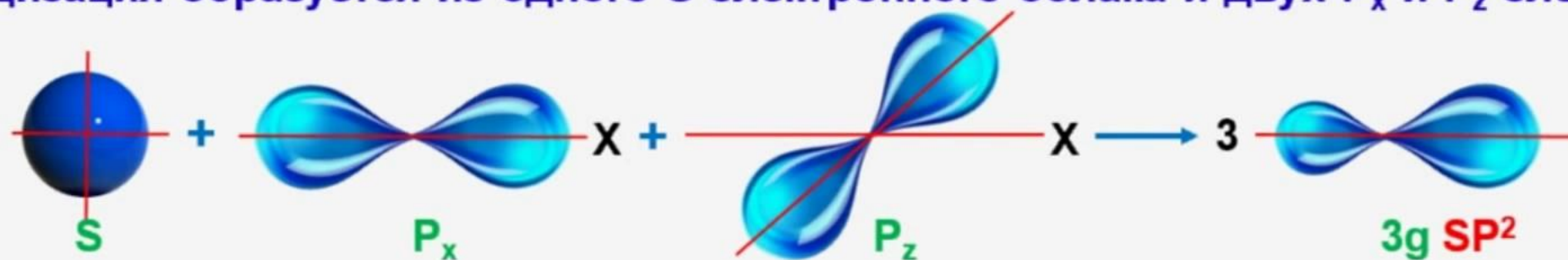




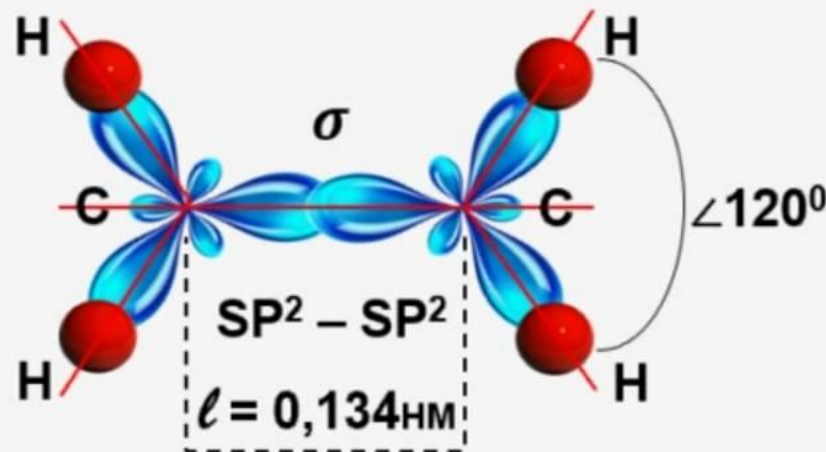
# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ АЛКЕНОВ

В этилене  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ , как и у предельных углеводородов – алканов  $\text{CH}_3-\text{CH}_3$ , связь осуществляется гибридными электронными облаками. В отличие от алканов не  $\text{SP}^3$ , а  $\text{SP}^2$  гибридизация, следовательно углерод с двойной связью находится во втором валентном состоянии.

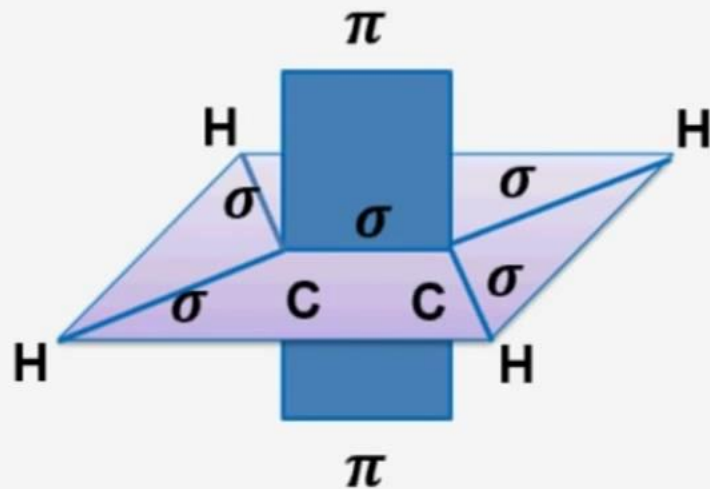
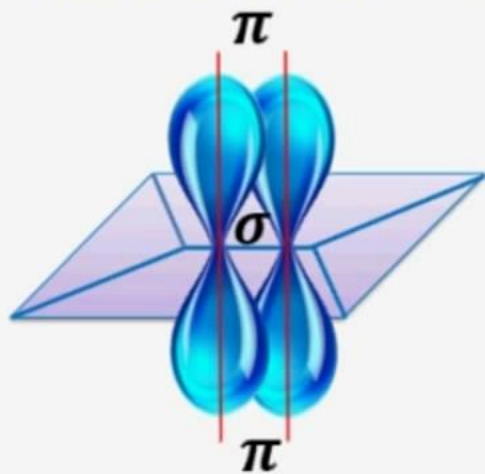
$\text{SP}^2$  - гибридизация образуется из одного S электронного облака и двух  $\text{P}_x$  и  $\text{P}_z$  электронных облаков.



Образуются ковалентные  $\sigma$  сигма связи. При этом образуется валентный угол  $120^\circ$ , другая направленность связи, что приводит к образованию новой формы молекулы – треугольник в одной плоскости.



$\pi$  – связь образована негибридными  $P_y$  электронными облаками.  $\pi$  связь перпендикулярна к плоскости  $\sigma$  связи. Перекрывание электронных облаков меньше, чем у  $\sigma$  связи и перекрывание прерывистое, то сверху, то снизу по отношению к плоскости  $\sigma$  связи. Поэтому  $\pi$  связь менее прочная, чем  $\sigma$  связь.





# СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗИ У АЛКАНОВ И АЛКЕНОВ

|   | Вид гибридизации                           | Форма гибридного облака   | Число связей  | Энергия связи                 | Длина связи             | Валентный угол | Форма молекулы  |
|---|--|---|---|-------------------------------|-------------------------|----------------|---|
| <b>ан</b>   | SP <sup>3</sup> первое валентное состояние |  |  | E <sub>σ</sub> = 350 кДж/моль | ℓ = 0,154 <sub>нм</sub> | ∠ = 109°28'    | тетраэдр  |
| <b>ен</b>   | SP <sup>2</sup> второе валентное состояние |  |  | E <sub>σ</sub> = 606 кДж/моль | ℓ = 0,134 <sub>нм</sub> | ∠ = 120°       |  |
| Следовательно σ-сигма связь рядом с π связью очень прочная! |  |   |   |                               |                         |                |   |

## СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ АЛКЕНОВ

1. В промышленности.

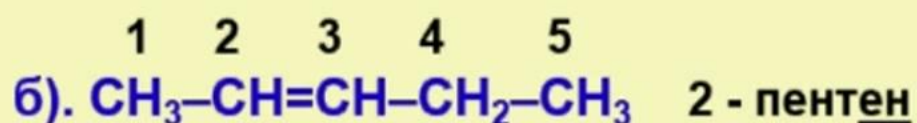
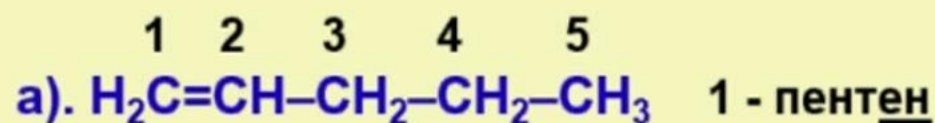
а). При крекинге нефти и нефтепродуктов.



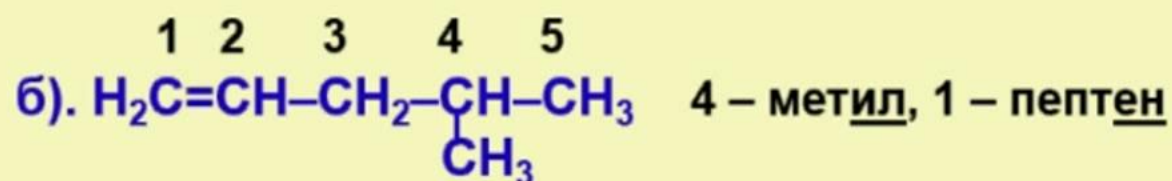
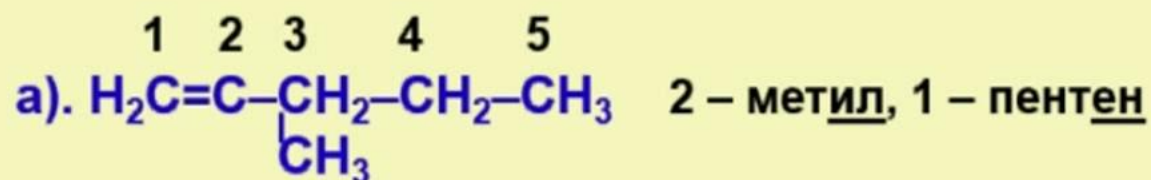


# ИЗОМЕРИЯ АЛКЕНОВ

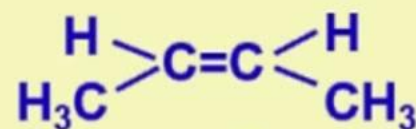
## 1. Изомерия двойной связи.



## 2. Изомерия цепи.

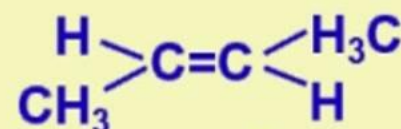


## 3. Пространственная изомерия алкенов.



цис - бутен

стереорегулярная система

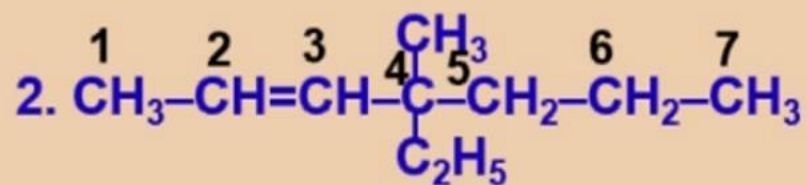
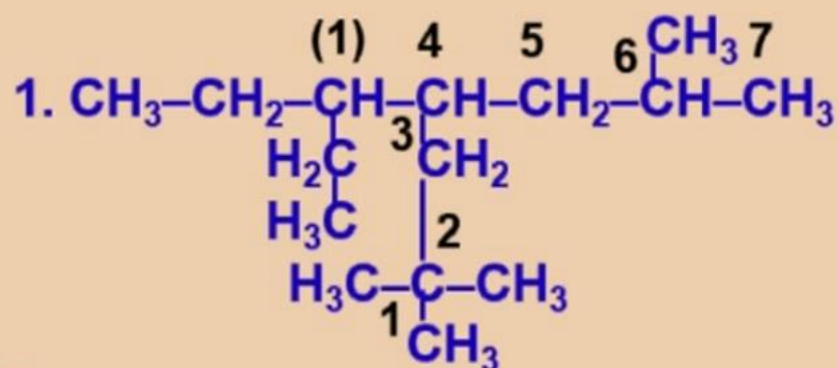


транс - бутен

нерегулярная система



**Задача.** Напишите название по формуле.



**Решение:**

1. Нумерацию длинной цепи углеродных атомов начинаем снизу, так как цепь здесь более разветвлена. Затем поворачиваем вправо, так как в цепи стоит старший радикал. В названии всей длинной цепи ставим окончание **ан**, так как это формула алкана.

**2,2,6 – триметил, 4 – пропил (1-этил)- гептан**

В скобках (*1-этил*) пишем потому, что в радикале *пропил* есть еще разветвление *этил*.

2. Нумерацию длинной цепи углеродных атомов начинаем слева, так как с левой стороны строит двойная связь. Сначала пишем старший радикал, а затем более младший. В названии длинной цепи пишем окончание **ен**, так как есть двойная связь, следовательно это формула алкена.

**4 – метил, 4 – этил, 2 - гептен**

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛКЕНОВ

Алкены не до конца насыщены водородными атомами потому, что у них есть двойная связь.  $\pi$ -связь слабее, чем  $\sigma$ -связь потому, что:

1.  $\pi$ -связь прерывиста.
2. У  $\pi$ -связи малое перекрытие электронных облаков.
3.  $\pi$ -связь скользящая, поэтому возникают  $\delta$  дипольные моменты у углеродных атомов.

Поэтому все реакции у алкенов идут через разрыв  $\pi$ -связи. Им характерны три вида реакций:

1. Реакции присоединения.
2. Реакции окисления.
3. Реакции полимеризации.

## РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ

1.  $+ \text{H}_2 \rightarrow$  гидрирование
2.  $+ \text{Br}_2 \rightarrow$  галогенирование
3.  $+ \text{HCl} \rightarrow$  гидрогалогенирование (правило Марковникова)
4.  $+ \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  гидратация (правило Марковникова)

## РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

1.  $+ \text{O}_2 \xrightarrow{t^0}$  горение светящимся пламенем
2.  $+ \text{O} + \text{H-OH} \xrightarrow{\text{KMnO}_4}$  обесцвечивание
3.  $+ \text{O} \xrightarrow{\text{Ag}} \text{H}_2\text{C} - \underset{\text{O}}{\text{CH}_2}$  окись этана

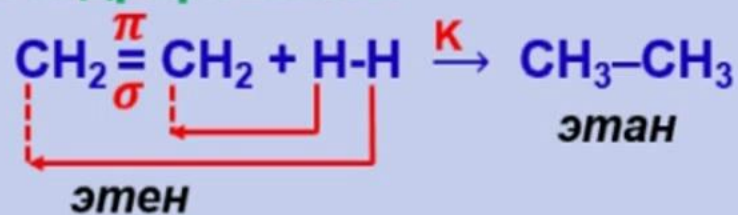
## РЕАКЦИЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

1. линейная



# РЕАКЦИИ ПРИСОЕДИНЕНИЯ АЛКЕНОВ

## 1. Присоединение водорода или гидрирование.

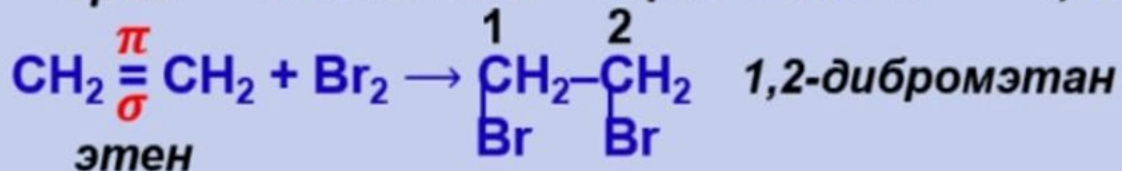


## 2. Присоединение галогенов или галогенирование.

Если этилен пропустить через бромную воду, то она обесцветится, так как бром присоединяется по месту разрыва двойной  $\pi$ -связи. Механизм реакции – электрофильный.

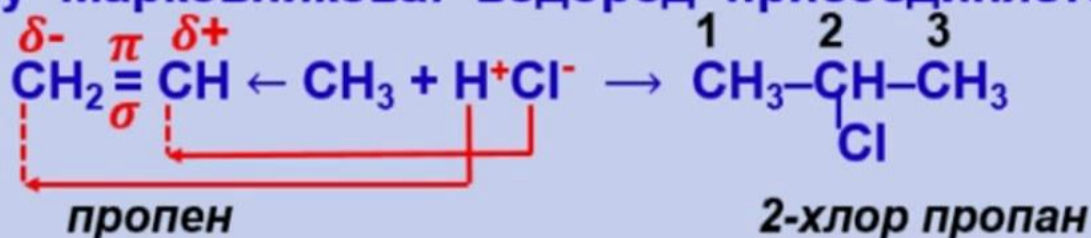


### Сокращенная реакция



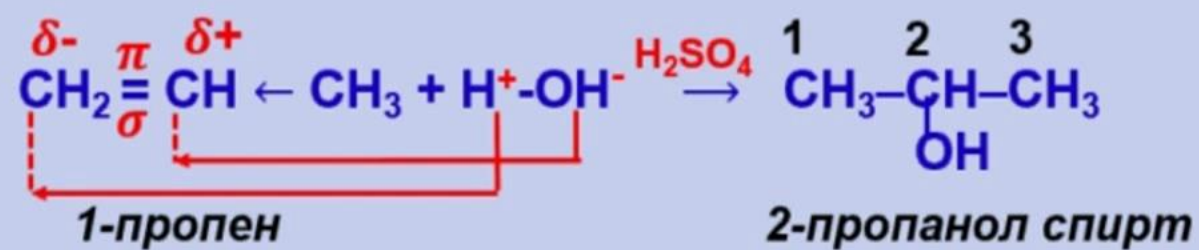
## 3. Присоединение галогенопроизводных или гидрогалогенирование.

Эта реакция идет по правилу Марковникова: водород присоединяется к углероду более насыщенному водородами.



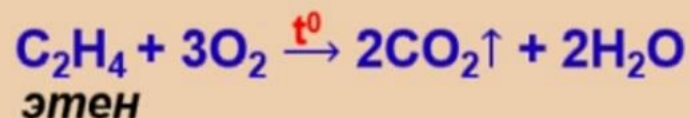


#### 4. Присоединение воды или гидратация (по правилу Марковникова).



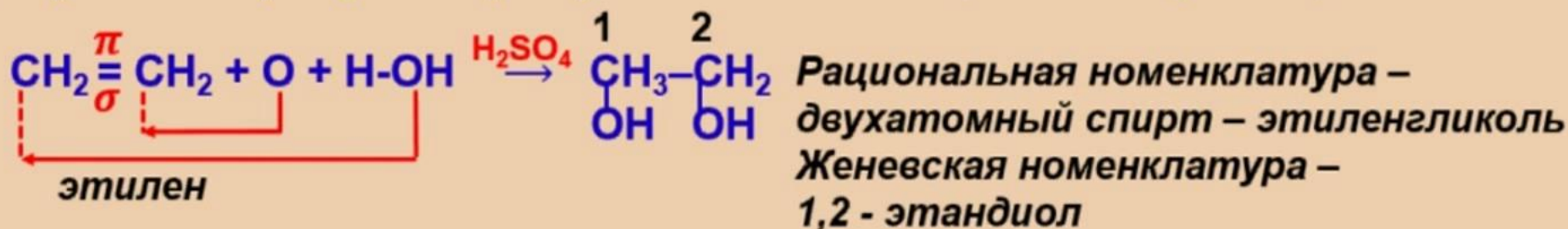
# РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ АЛКЕНОВ

**1. Горение.** Этилен горит светящимся пламенем, так как не все углеродные атомы успевают сгореть, из-за недостатка водородных атомов, поэтому углеродные атомы раскаляются и дают цвет пламени.

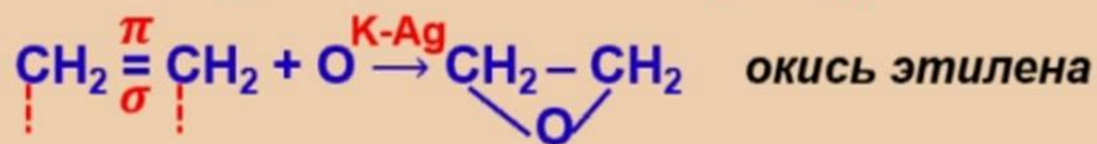


**2. Обесцвечивание раствора  $\text{KMnO}_4$ .**

Если этилен пропустить через раствор перманганата калия, то  $\text{KMnO}_4$  обесцветится.



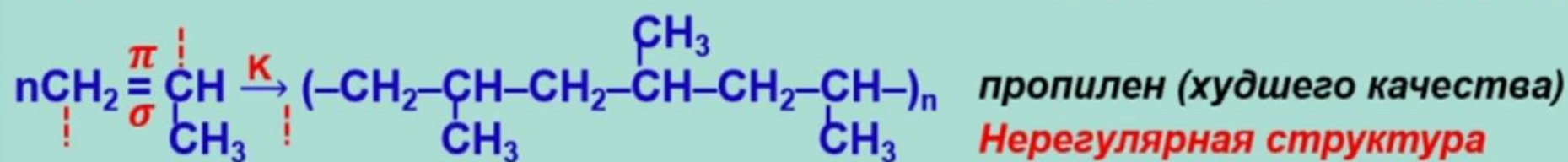
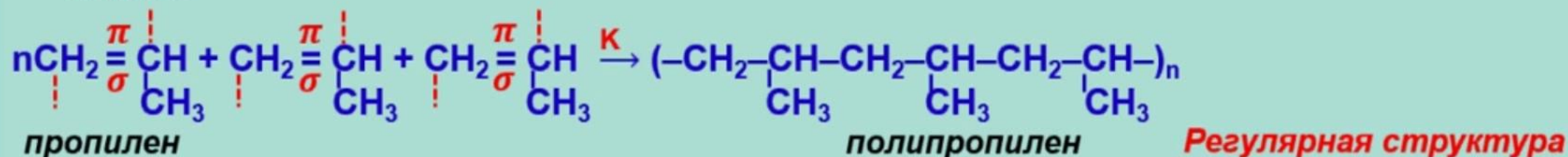
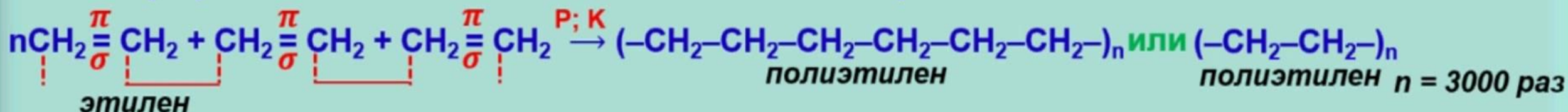
**3. Окисление атомарным кислородом при катализаторе  $\text{Ag}$ .**



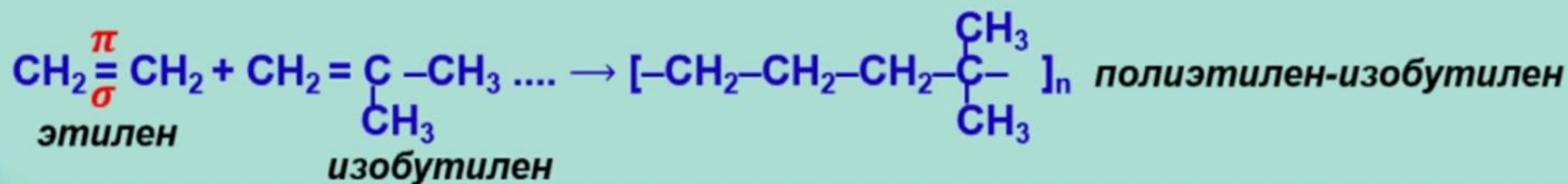
Окись этилена очень нужна, как катализатор при реакциях полимеризации.

# РЕАКЦИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ АЛКЕНОВ

1. Реакции полимеризации это реакции, при которых мелкие молекулы (мономеры) соединяются за счет разрыва двойных связей в крупные молекулы (макромолекулы – полимеры) с новыми свойствами и с тем же элементарным составом.



2. Если в полимеризации участвуют разные мономеры, то она называется сополимеризация.



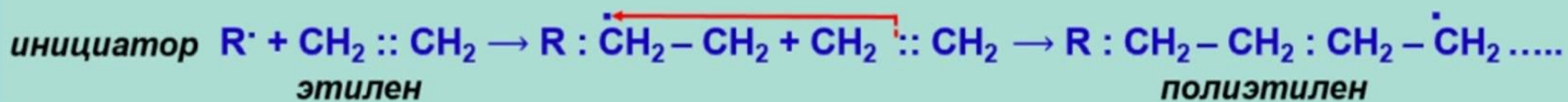


3. В промышленности получают полимеры:

а). **Ступенчатой полимеризацией**, когда реакцию можно прерывать на стадии образования димеров, тримеров и т.д. полимеров.

б). **Цепной полимеризацией**, когда нельзя прервать реакцию на низших стадиях полимеризации.

При **ступенчатой полимеризации** получают полимеры с небольшим молекулярным весом, а при **цепной полимеризации** получают полимеры с высоким молекулярным весом и лучшими свойствами.



# Применение алкенов

Алкены являются важнейшим химическим сырьем

## Промышленное использование этилена

Этилен используется для производства целого ряда химических соединений: винилхлорида, стирола, этиленгликоля, этиленоксида, этаноламинов, этанола, диоксана, дихлорэтана, уксусного альдегида и уксусной кислоты.

Полимеризацией этилена и его прямых производных получают полиэтилен, поливинилацетат, поливинилхлорид, каучуки и смазочные масла.

*Мировое производство этилена составляет порядка **100 млн тонн в год** (по данным на 2005 год: 107 млн тонн).*

# Применение алкенов

## Промышленное использование пропилена

Пропилен в промышленности применяется, в основном, для синтеза полипропилена (62 % процента всего выпускаемого объема). Также из него получают кумол, окись пропилена, акрилонитрил, изопропанол, глицерин, масляный альдегид.

*В настоящее время мировые мощности по выпуску пропилена составляют около **70 млн тонн** в год. По прогнозам специалистов, потребность в пропилене в ближайшем будущем будет существенно превышать объемы его производства, причем, ожидается, что к 2010 году объем его мирового выпуска достигнет **90 млн тонн**.*



# Применение алкенов

## Промышленное использование прочих алкенов

**Бутилены** применяют для производства бутадиена, изопрена, полиизобутилена, бутилкаучука, метилэтилкетона и пр.

**Изобутилен** — сырье для получения бутилкаучука, изопрена, трет-бутанола; используется для алкилирования фенолов при синтезе ПАВ. Его сополимеры с бутенами применяют как присадки к маслам и герметики.

**Высшие алкены**  $C_{10}-C_{18}$  применяют при синтезе ПАВ, а также для получения высших спиртов.