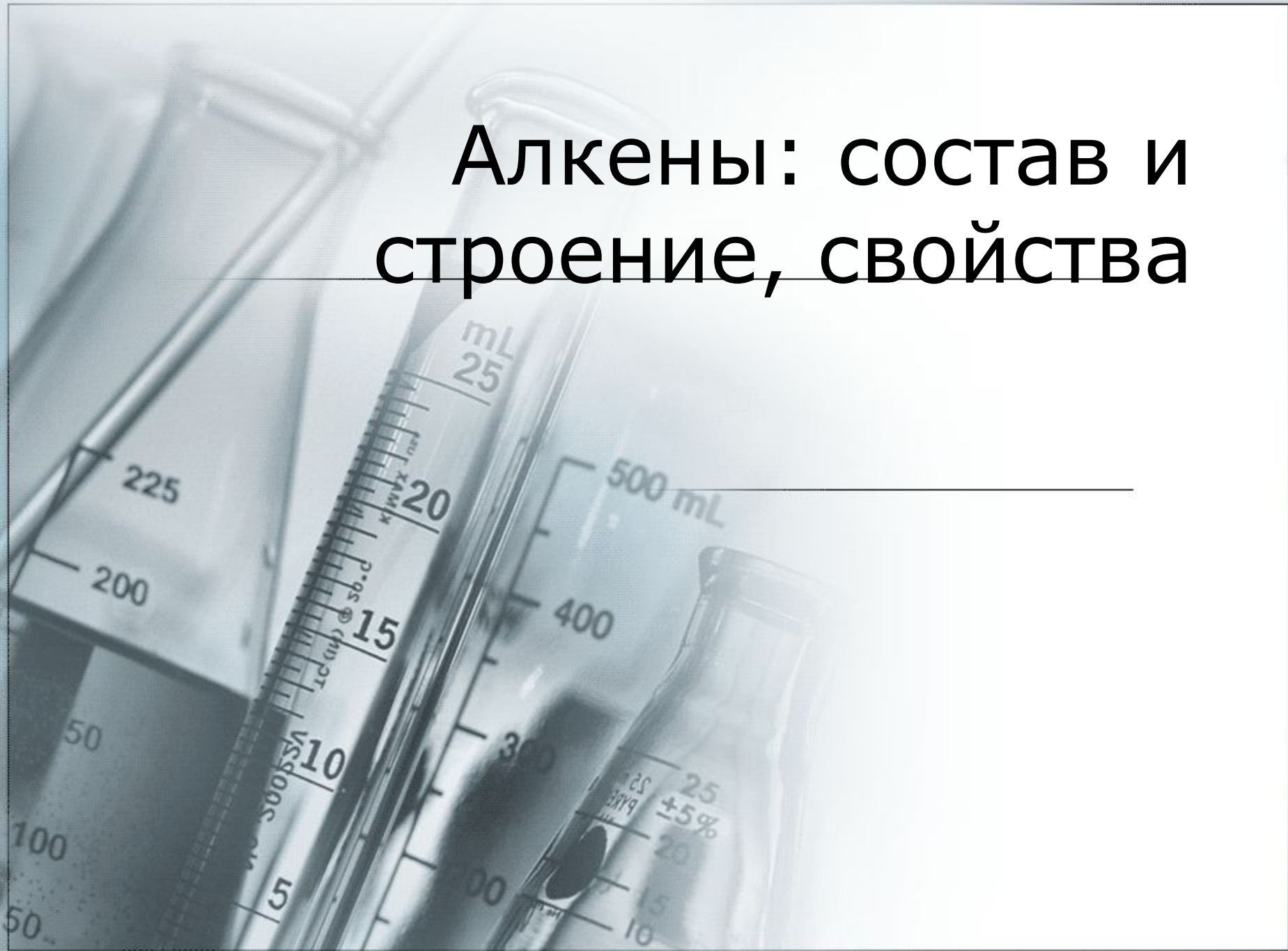


Алкены: состав и строение, свойства

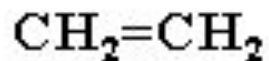


Алкены

- (этиленовые углеводороды, олефины) - непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат двойную связь.
- Общая формула ряда алкенов:



Простейшие представители



этилен
(этен)

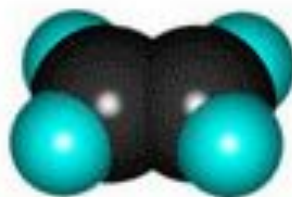


пропилен
(пропен)

Этилен



Шаростержневая
модель



Масштабная модель
(полусферическая)

Пропилен

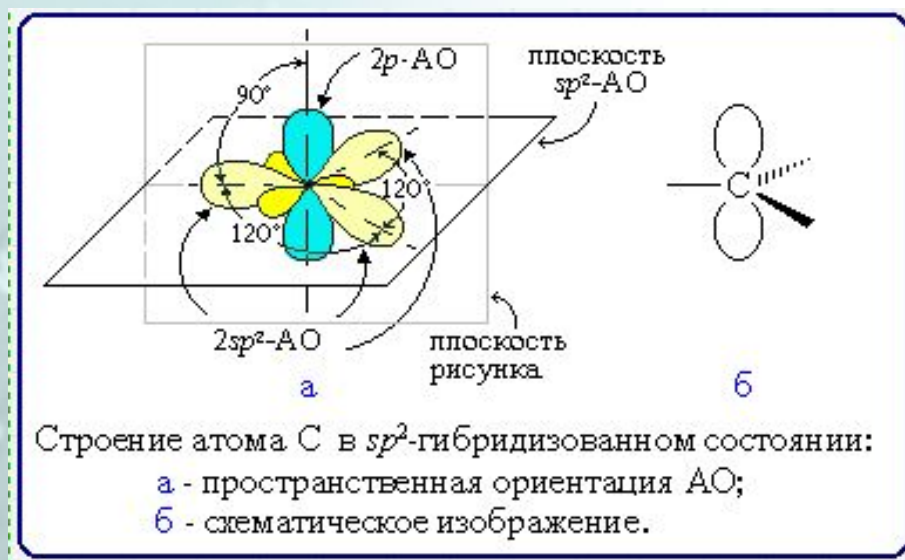


Алкены

- В отличие от предельных углеводородов, алкены содержат двойную связь $C=C$, которая осуществляется 4-мя общими электронами: $H_2C:::CH_2.$
- В образовании такой связи участвуют атомы углерода в sp^2 -гибридизованном состоянии

Строение $C=C$ связи

- Каждый из атомов имеет по три $2sp^2$ -гибридных орбитали, направленных друг к другу под углом 120° , и одну негибридизованную $2p$ -орбиталь, расположенную под углом 90° к плоскости гибридных АО:



Строение C=C связи

- Двойная связь является сочетанием σ - и π -связей (хотя она изображается двумя одинаковыми черточками, всегда следует учитывать их неравноценность).
- σ -Связь возникает при осевом перекрывании sp^2 -гибридных орбиталей,
- π -связь – при боковом перекрывании p -орбиталей соседних sp^2 -гибридизованных атомов углерода.

Строение $C=C$ связи

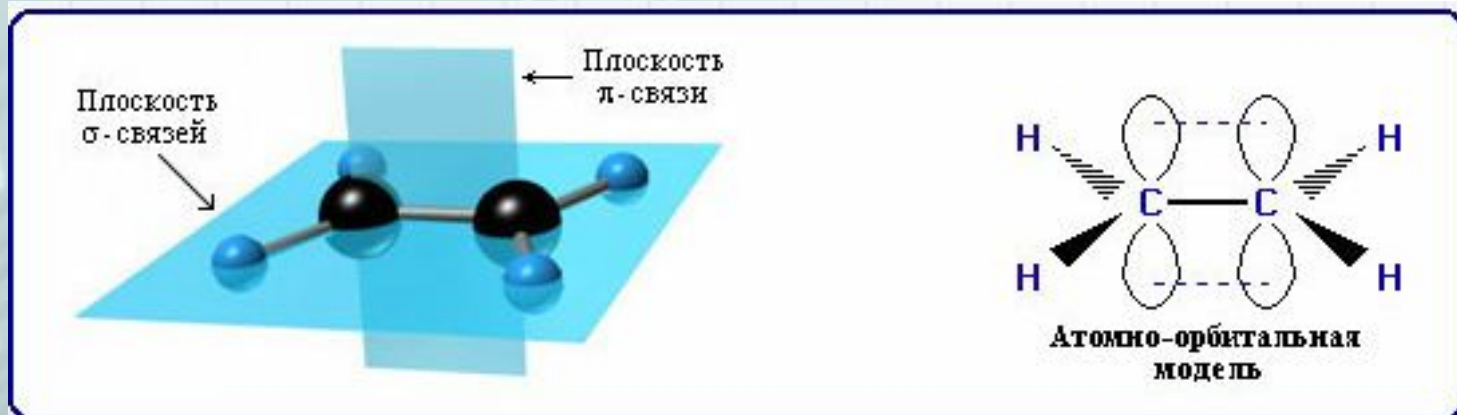
- Образование связей в молекуле этилена можно изобразить следующей схемой:



$C=C$	σ -связь (перекрывание АО $2sp^2-2sp^2$) и π -связь ($2p_z-2p_z$);
$C-H$	σ -связь (перекрывание $2sp^2$ -АО углерода и $1s$ -АО водорода).

Строение C=C связи

- σ -Связи, образуемые sp^2 -гибридными орбиталями, находятся в одной плоскости под углом 120° .
- Поэтому молекула этилена имеет плоское строение :



Номенклатура алкенов

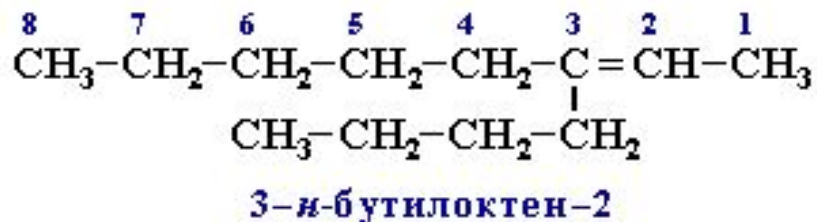
- названия алкенов производят от названий соответствующих алканов (путем замены суффикса -ан на -ен:
- 2 атома C $\rightarrow$ этан $\rightarrow$ этен;
- 3 атома C $\rightarrow$ пропан $\rightarrow$ пропен
- Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя двойную связь.

Номенклатура алкенов

- названия алкенов производят от названий соответствующих алканов (путем замены суффикса -ан на -ен:
- 2 атома C $\rightarrow$ этан $\rightarrow$ этен;
- 3 атома C $\rightarrow$ пропан $\rightarrow$ пропен
- Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя двойную связь.

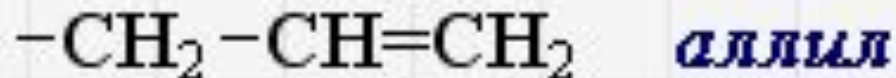
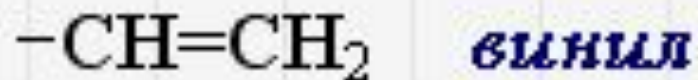
Номенклатура алкенов

- Нумерацию углеродных атомов начинают с ближнего к двойной связи конца цепи.
- Цифра, обозначающая положение двойной связи, ставится обычно после суффикса -ен.
- Например:



Номенклатура алкенов

- В номенклатуре различных классов органических соединений наиболее часто используются следующие одновалентные радикалы алкенов:



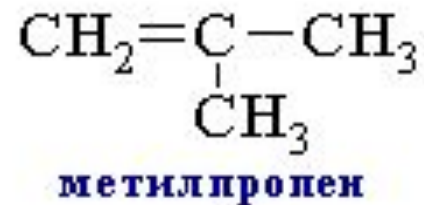
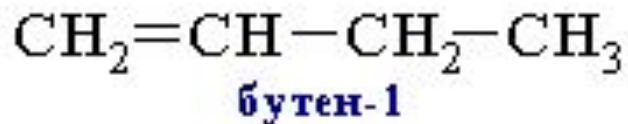
Номенклатура алкенов

Назовите следующие алкены:

- $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
- $\text{CH}_3-\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$
- $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$
- $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$

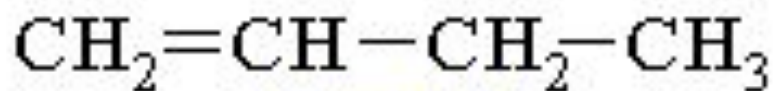
Структурная изомерия алкенов

1. Изомерия углеродного скелета (начиная с C_4H_8):

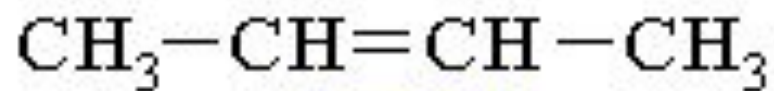


Структурная изомерия алкенов

2. Изомерия положения двойной связи (начиная с C_4H_8) :



бутен-1



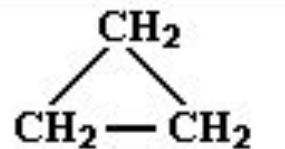
бутен-2

Структурная изомерия алкенов

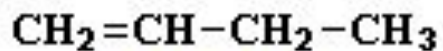
3. Межклассовая изомерия с циклоалканами, начиная с C_3H_6 :



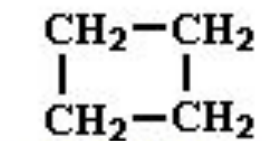
пропен



циклопропан



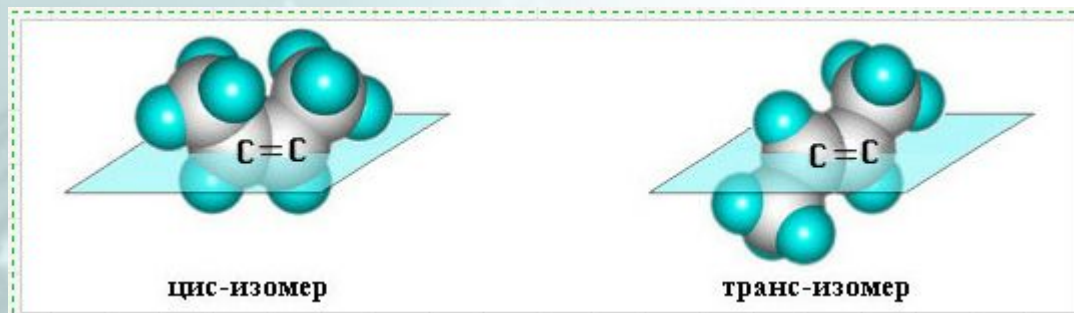
бутен-1



циклобутан

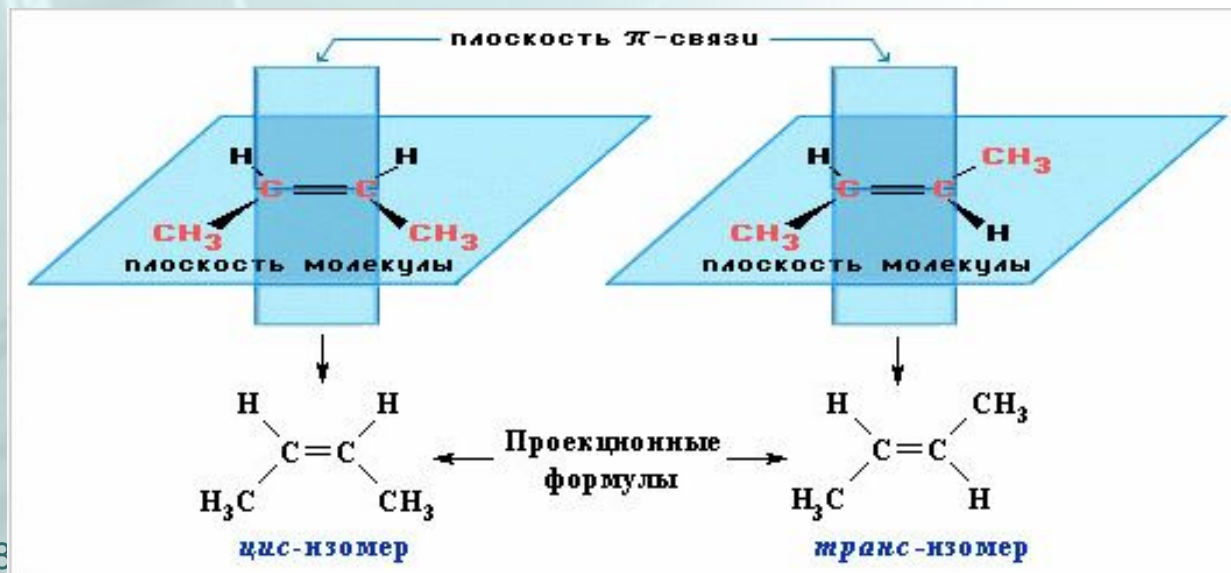
Пространственная изомерия алкенов

- Вследствие жесткой закреплённости атомов поворотная изомерия относительно двойной связи не проявляется.
- Но становится возможной *цис-транс-изомерия*:



Пространственная изомерия алкенов

- в молекуле $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$ группы CH_3 могут находиться либо по одну сторону от двойной связи в *цис*-изомере, либо по разные стороны в *транс*-изомере:



Свойства алкенов

Физические свойства алкенов
изменяются в гомологическом ряду:

- от C_2H_4 до C_4H_8 – газы,
- начиная с C_5H_{10} – жидкости,
- с $C_{18}H_{36}$ – твердые вещества.
- Алкены практически нерастворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях

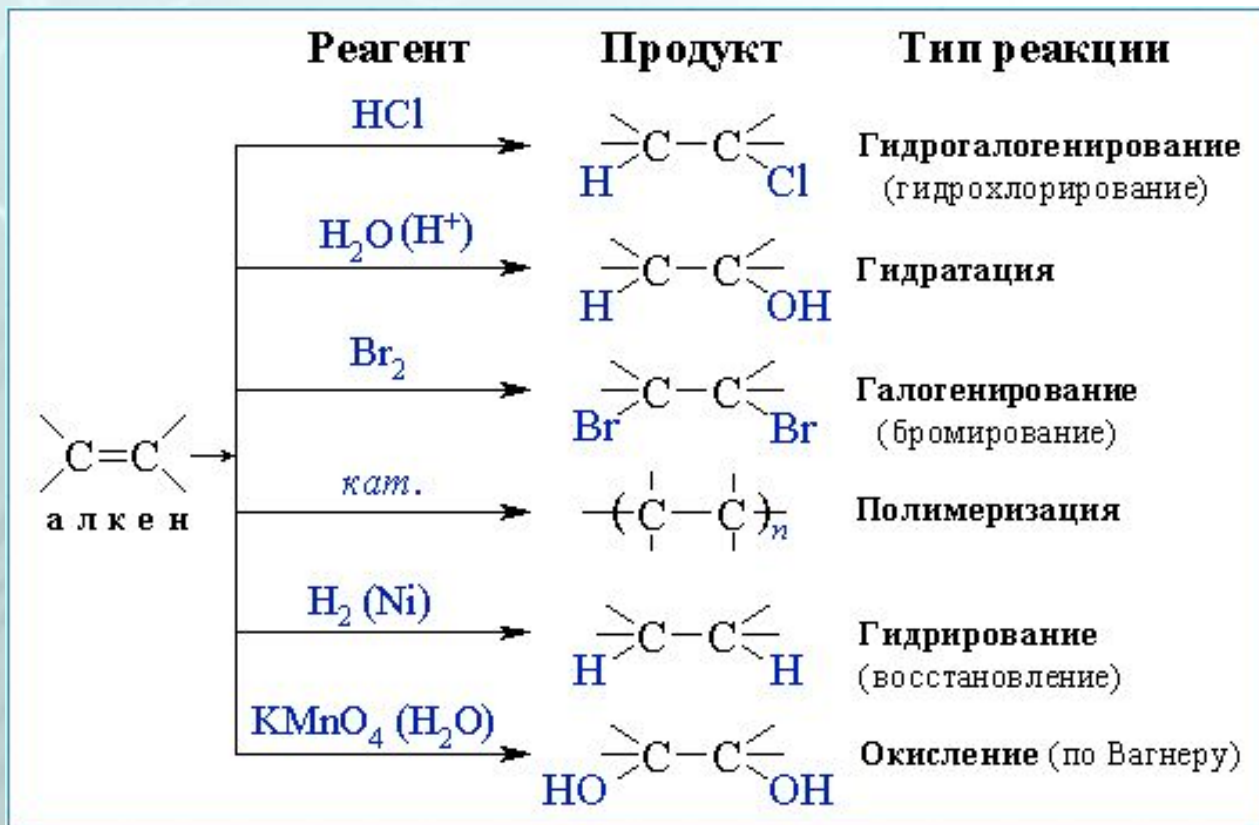
Свойства алкенов

Химические свойства алкенов определяются строением и свойствами двойной связи $C=C$, которая значительно активнее других связей в молекулах этих соединений.

Алкены химически более активны, чем алканы.

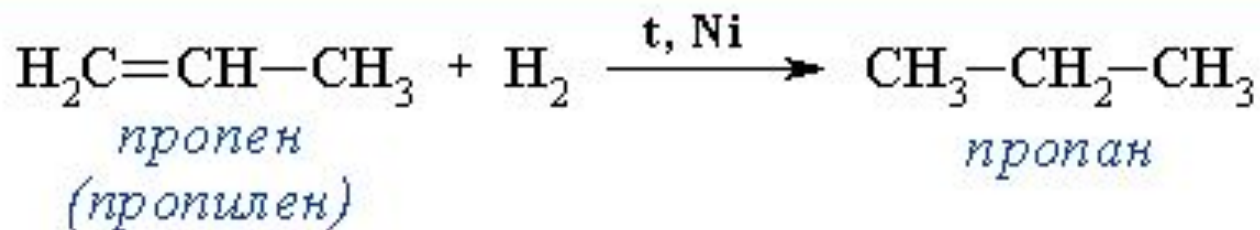
Реакции присоединения

- Алкены вступают в реакции с различными соединениями:



Гидрирование (присоединение водорода)

- Алкены взаимодействуют с водородом при нагревании в присутствии металлов Pt, Pd или Ni:



Гидрирование (присоединение водорода)

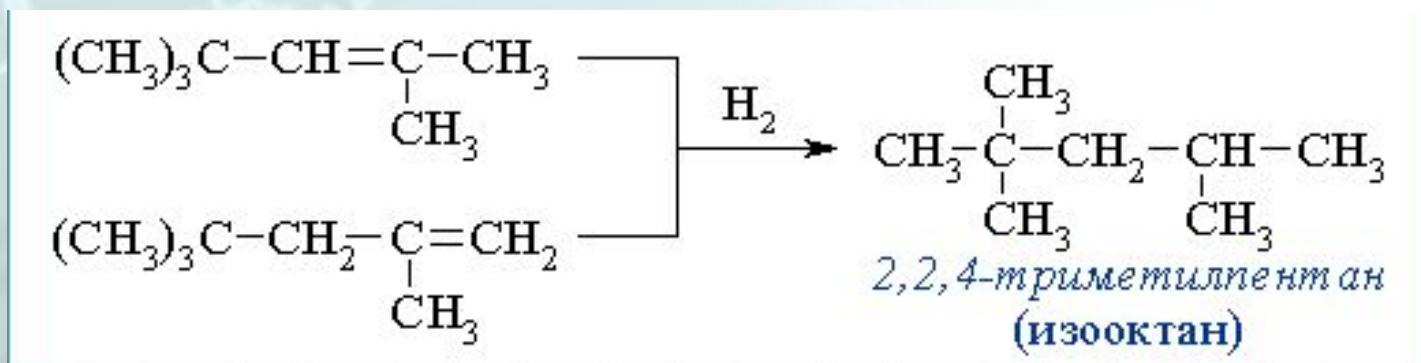
- Присоединение водорода к атомам углерода в алкенах приводит к понижению степени их окисления:



- Поэтому гидрирование алкенов относят к реакциям восстановления.

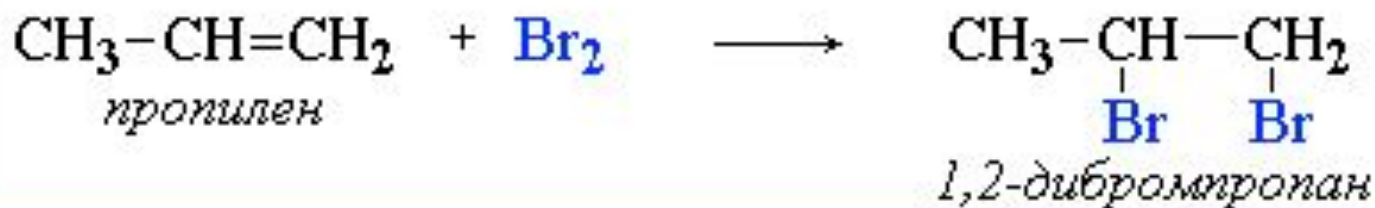
Гидрирование (присоединение водорода)

- Эта реакция используется в промышленности для получения высокооктанового топлива:



Галогенирование (присоединение галогенов)

- Присоединение галогенов по двойной связи $C=C$ происходит легко в обычных условиях (при комнатной температуре, без катализатора):



- Эти реакции протекают по механизму электрофильного присоединения

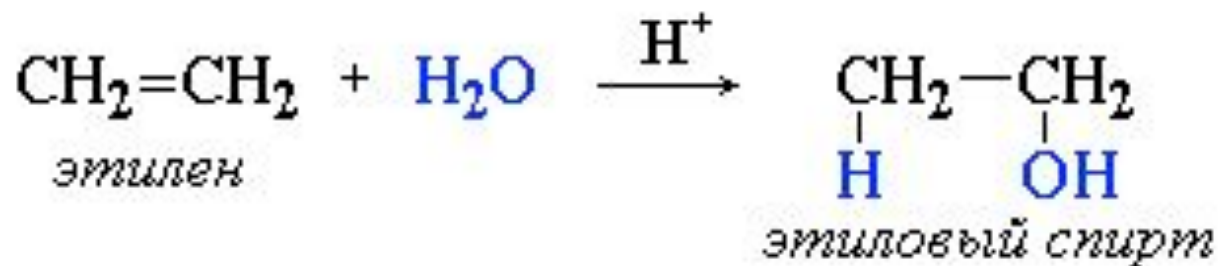
Гидрогалогенирование (присоединение галогеноводородов)

- Реакция идет по механизму электрофильного присоединения с гетеролитическим разрывом связей.
- Электрофилом является протон H^+ в составе молекулы галогеноводорода HX (X – галоген):



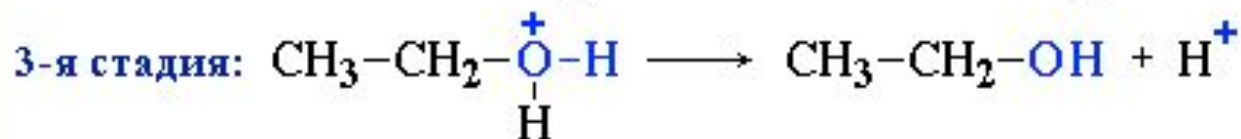
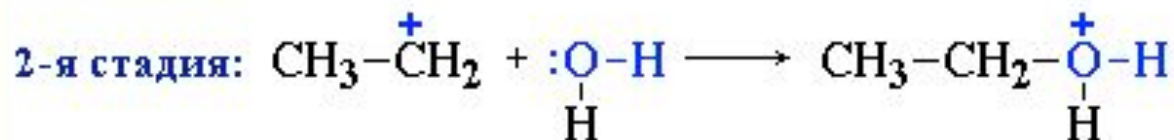
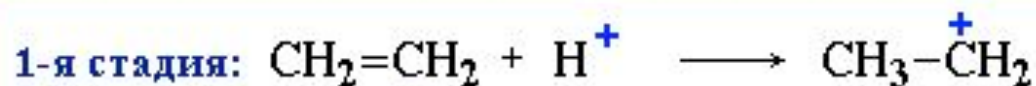
Гидратация (присоединение воды)

- Гидратация происходит в присутствии минеральных кислот по механизму электрофильного присоединения:



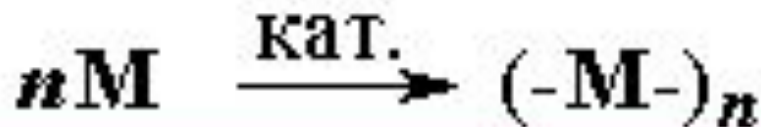
Гидратация (присоединение воды)

- Реакция происходит в присутствии минеральных кислот (донора H^+) по механизму электрофильного присоединения:



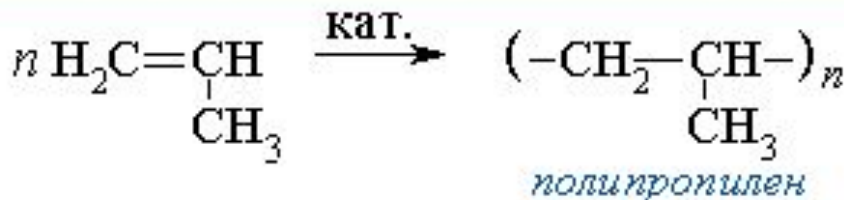
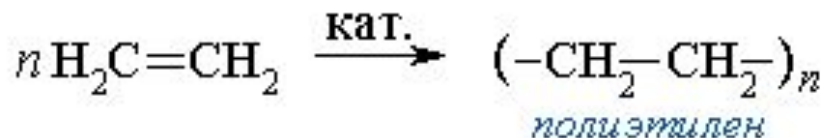
Полимеризация алкенов

- 1. Полимеризация – реакция образования высокомолекулярного соединения (полимера) путем последовательного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) по схеме:



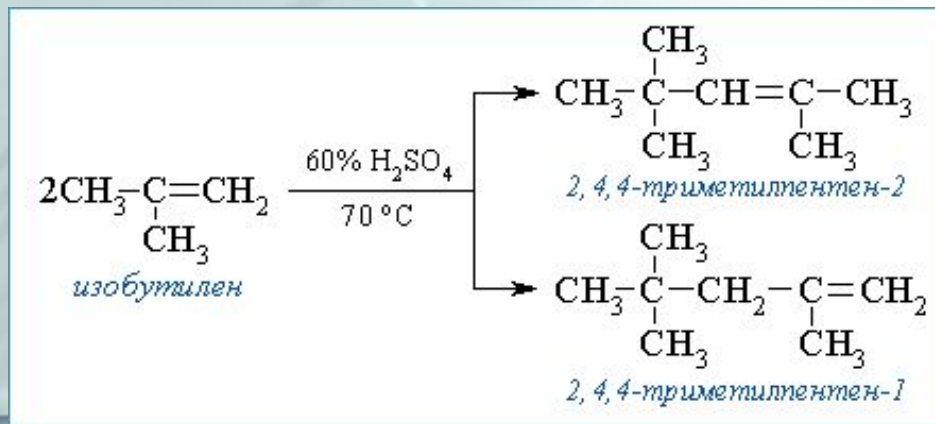
Полимеризация алкенов

- Число n называется степенью полимеризации. Реакции полимеризации алкенов идут в результате присоединения по кратным связям:



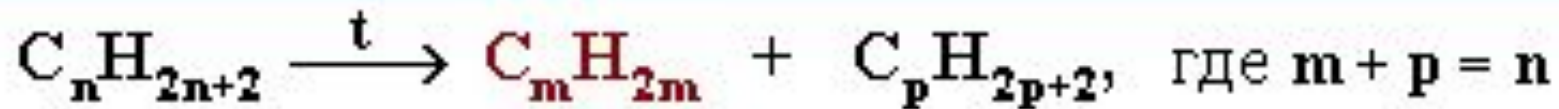
Полимеризация алкенов

- 2. Димеризация алкенов – образование димера в результате реакции присоединения.
- В присутствии минеральной кислоты (донора протона H^+) происходит присоединение протона по двойной связи:

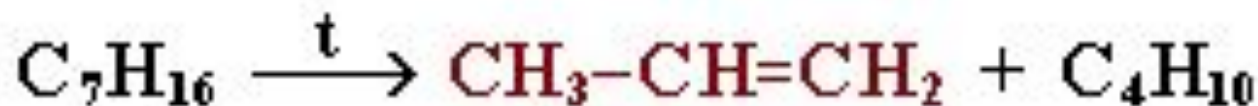


Получение алкенов

- I. Крекинг алканов:



- например:

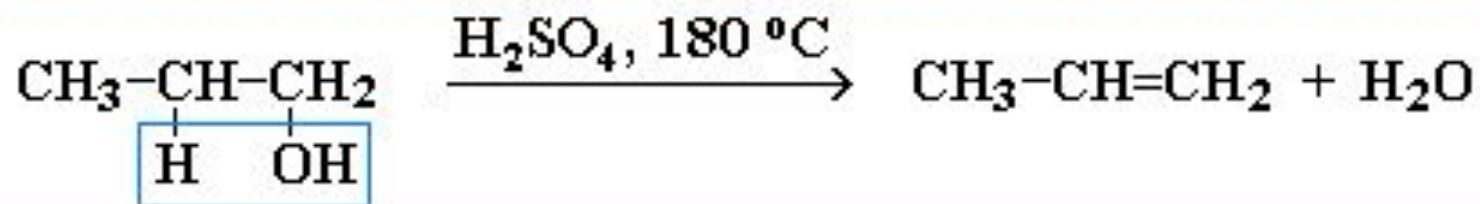


Получение алкенов

- II. Отщепление (элиминирование) двух атомов или групп атомов от соседних атомов углерода с образованием между ними π -связи двух типов:
 - дегидратация
 - дегидрогалогенирование

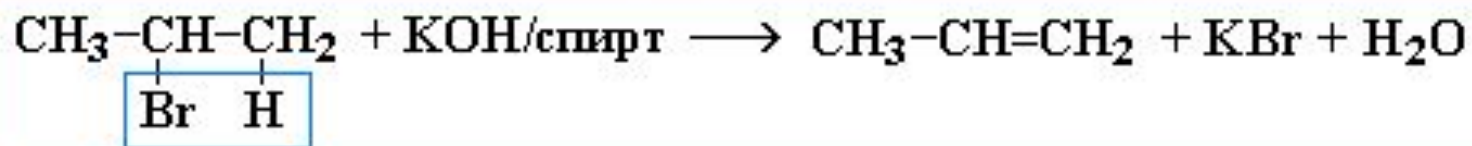
Получение алкенов

- II. Отщепление :
 - дегидратация (при температуре менее 150°C в присутствии водоотнимающих реагентов)



Получение алкенов

- II. Отщепление :
 - Дегидрогалогенирование
(Дегидрогалогенирование моногалогеналканов при действии спиртового раствора щелочи)

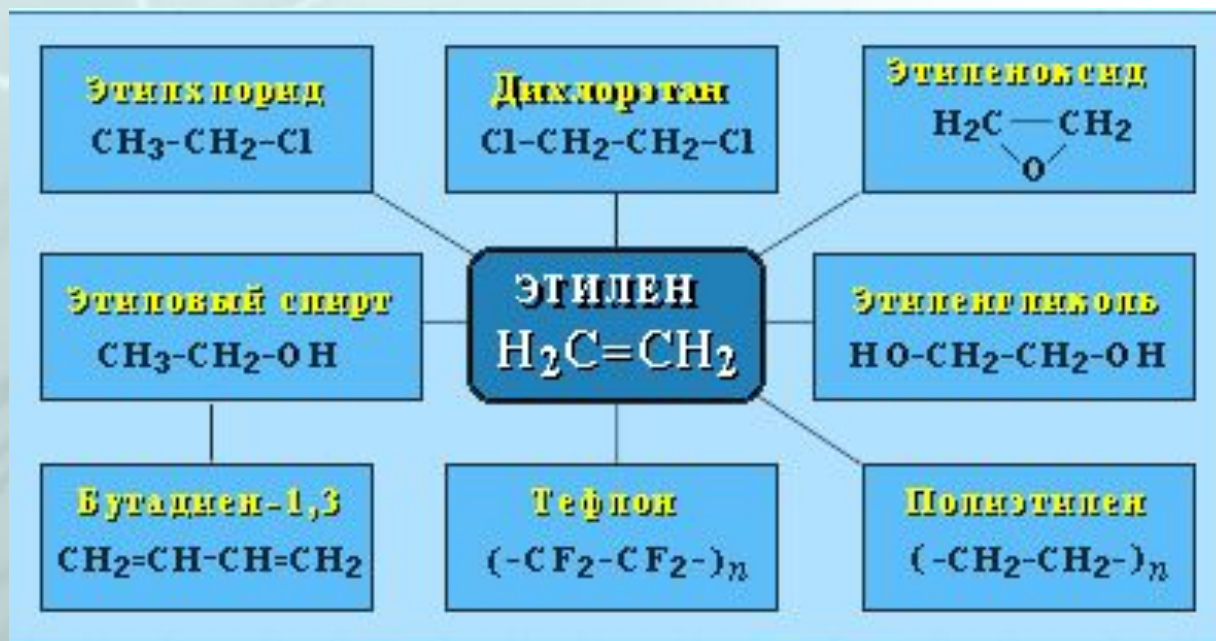


Применение алкенов

- Алкены применяются в качестве исходных продуктов в производстве полимерных материалов (пластмасс, каучуков, пленок) и других органических веществ

Применение алкенов

- Этилен (этен) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ используется для получения многих органических соединений.

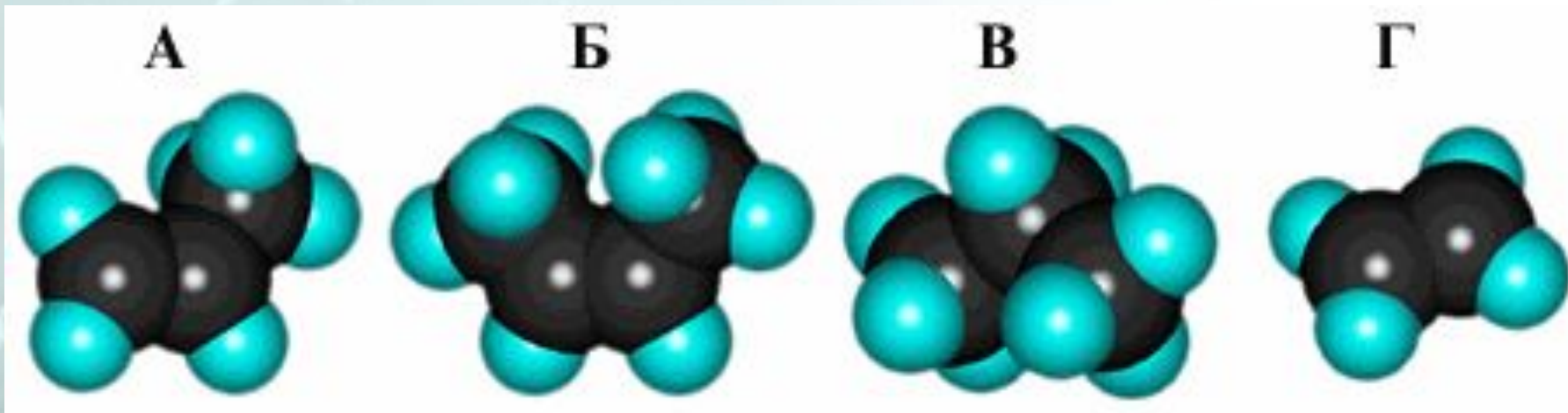


Применение алкенов

- Пропилен (пропен) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2-\text{CH}_3$ и бутилены (бутен-1 и бутен-2) используются для получения спиртов и полимеров.
- Изобутилен (2-метилпропен) $\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ применяется в производстве синтетического каучука.

1. Контрольная работа

1. Какие модели соответствуют молекулам алкенов?



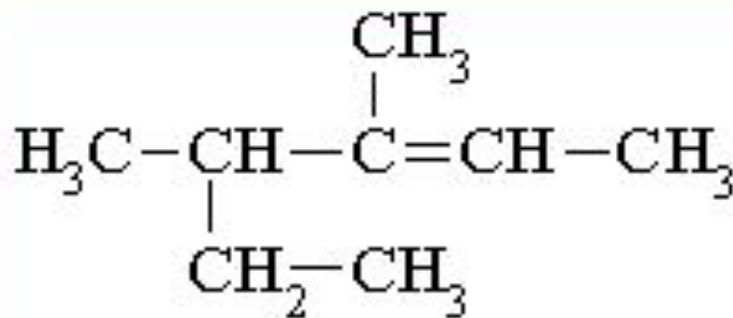
2. Контрольная работа

Дайте названия следующих алкенов, полученных из алканов:

- пропан
- декан
- октан
- этан
- пентан
- гексан

3. Контрольная работа

Назовите соединение:



Ответ 1: 3-метил-4-этилпентен-2

Ответ 2: 3-метил-2-этилпентен-3

Ответ 3: 3,4-диметилгексен-2

Ответ 4: 2-этил-3-метилпентен-2

4. Контрольная работа

Сколько изомерных алкенов соответствует формуле C_4H_8 ?

Ответ 1: изомеров нет

Ответ 2: два

Ответ 3: три

Ответ 4: четыре

5. Контрольная работа

Двойная связь является сочетанием . . .

Ответ 1: двух σ -связей

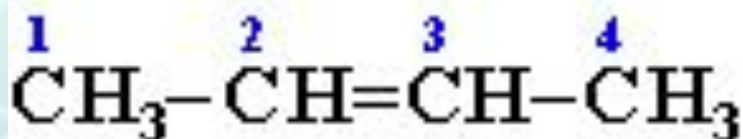
Ответ 2: двух π -связей

Ответ 3: одной σ -связи и одной π -связи

Ответ 4: ионной связи и ковалентной
связи

6. Контрольная работа

Какова гибридизация атомов углерода в молекуле алкена:



Ответ 1: 1 и 4 - sp^2 , 2 и 3 - sp^3

Ответ 2: 1 и 4 - sp^3 , 2 и 3 - sp^2

Ответ 3: 1 и 4 - sp^3 , 2 и 3 - sp

Ответ 4: 1 и 4 - не гибридизованы, 2 и 3 - sp^2

7. Контрольная работа

Наиболее характерными реакциями алкенов являются:

Ответ 1: реакции замещения

Ответ 2: реакции присоединения

Ответ 3: реакции разложения