

Алкены

Непредельные
углеводороды ряда этилена.

Основное содержание лекции

- Понятие о непредельных углеводородах.
- Характеристика двойной связи.
- Изомерия и номенклатура алкенов.
- Получение алкенов.
- Свойства алкенов.

Решите задачу

- Найдите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля углерода в котором составляет 85,7 %. Относительная плотность этого углеводорода по азоту равна 2.
- При сжигании углеводорода массой 0,7 г образовались оксида углерода (IV) и вода количеством вещества по 0,05 моль каждое. Относительная плотность паров этого вещества по азоту равна 2,5. Найдите молекулярную формулу алкена.
- При сжигании углеводорода массой 11,2 г получили 35,2 г оксида углерода (IV) и 14,4 г воды. Относительная плотность углеводорода по воздуху 1,93. Найдите молекулярную формулу вещества.

Проверь

Задача 1

$M(C_xH_y) = 56$ г/моль
 $m(C_xH_y) = 56$ г
 $m(C) = 48$ г
 $m(H) = 8$ г

$$x : y = \frac{48}{12} : \frac{8}{1} = 4 : 8$$

Ответ: C_4H_8

Задача 2

$M(C_xH_y) = 70$ г/моль
 $n(H) = 0,1$ моль

$n(C) = 0,05$ моль

$$x : y = 0,05 : 0,1 = 1 : 2$$

Простейшая формула CH_2

Истинная – C_5H_{10}

Ответ: C_5H_{10}

Задача 3

$M(C_xH_y) = 56$ г/моль

$m(C_xH_y) = 11,2$ г

$n(CO_2) = 0,8$ моль

$n(H_2O) = 0,8$ моль

$n(C) = 0,8$ моль

$n(H) = 1,6$ моль

$$x : y = 0,8 : 1,6 = 1 : 2$$

Простейшая формула CH_2

Истинная – C_4H_8

Ответ: C_4H_8

Понятие об алкенах

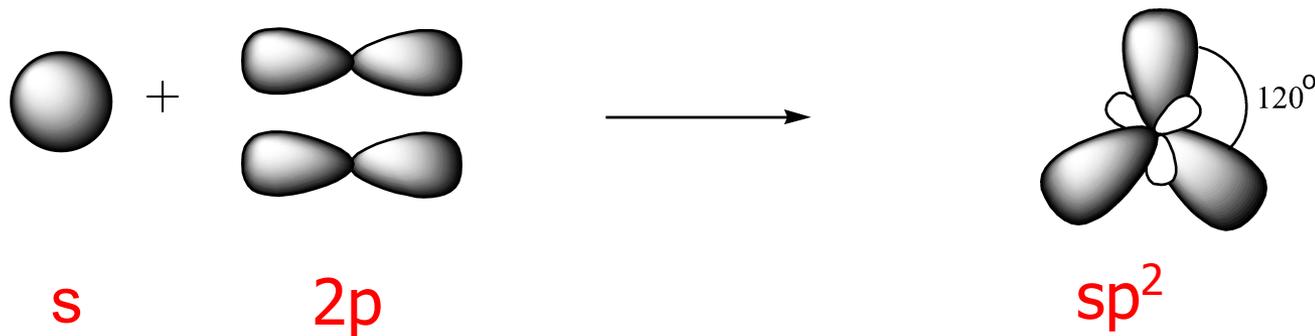
- **Алкены** – углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь между атомами углерода, а качественный и количественный состав выражается общей формулой $C_n H_{2n}$, где $n \geq 2$.
- **Алкены** относятся к непредельным углеводородам, так как их молекулы содержат меньшее число атомов водорода, чем насыщенные.

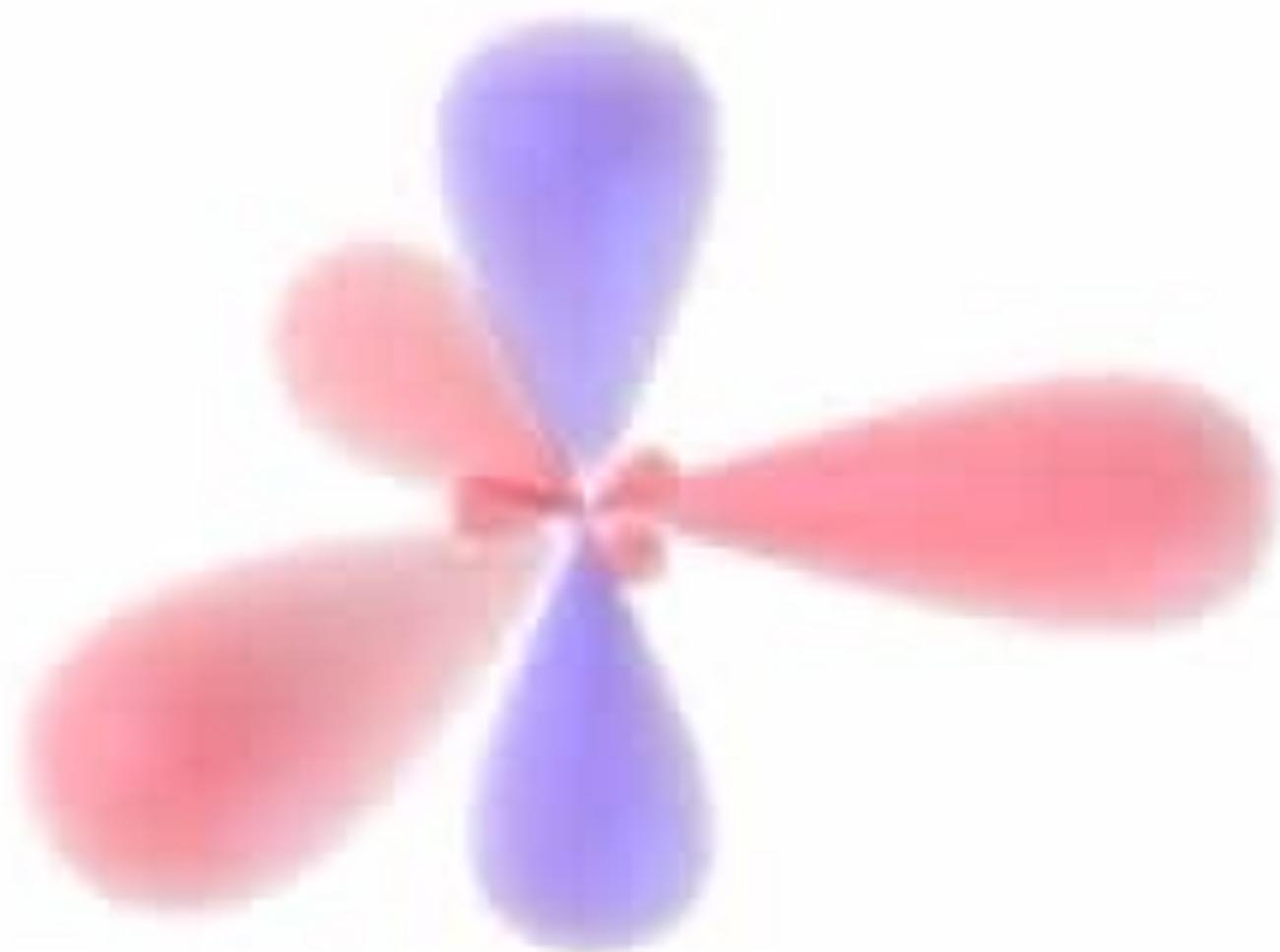
Характеристика двойной связи (C = C)

- Вид гибридизации – sp^2
- Валентный угол – 120°
- Длина связи C = C – 0,134 нм
- Строение – плоскостное
- Вид связи – ковалентная неполярная
- По типу перекрывания – σ и π

Схема образования sp^2 -гибридных орбиталей

- В гибридизации участвуют орбитали одного s - и двух p -электронов:





Гомологический ряд алкенов

Общая формула $C_n H_{2n}$

- Этен — $C_2 H_4$
- Пропен — $C_3 H_6$
- Бутен — $C_4 H_8$
- Пентен — $C_5 H_{10}$
- Гексен — $C_6 H_{12}$
- Гептен — $C_7 H_{14}$

Изомерия алкенов

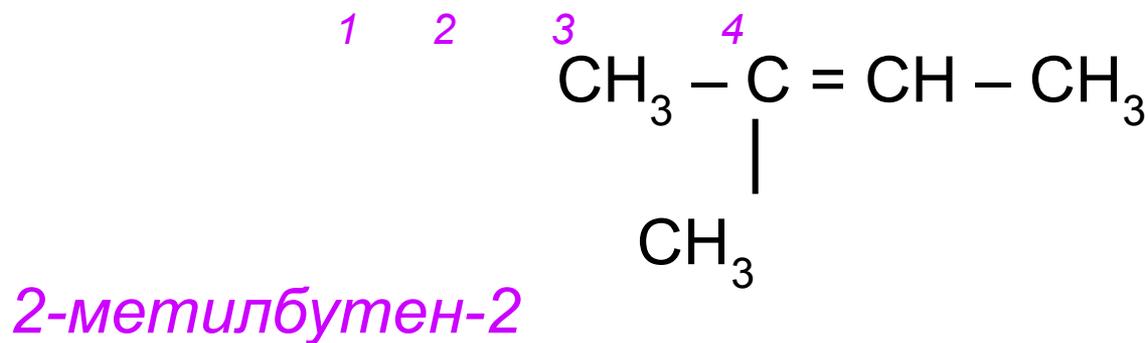
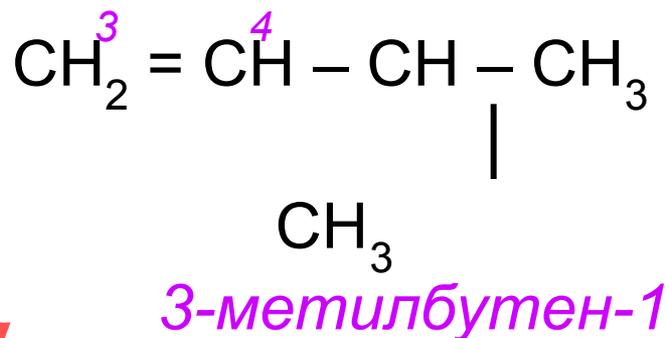
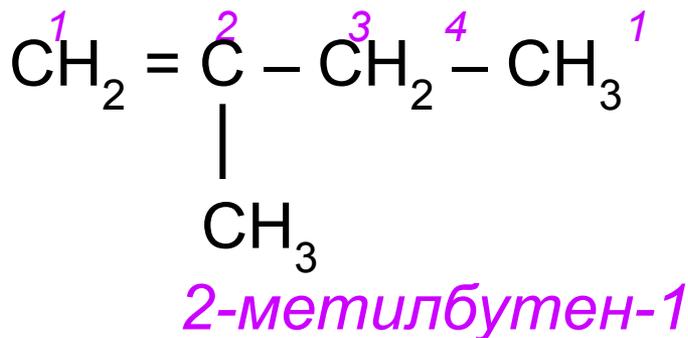
Для алкенов возможны два типа изомерии:

1-ый тип – структурная изомерия:

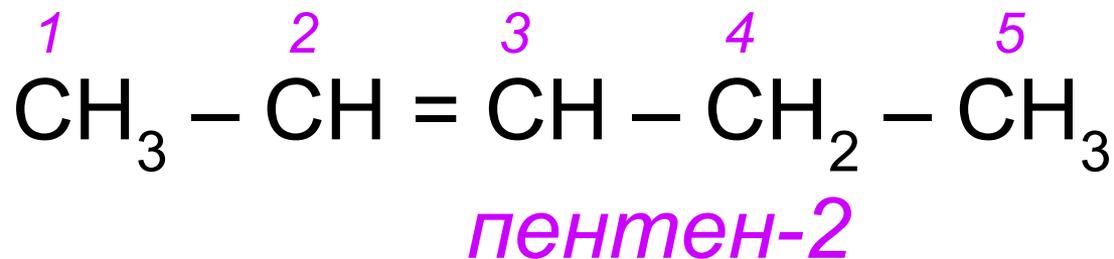
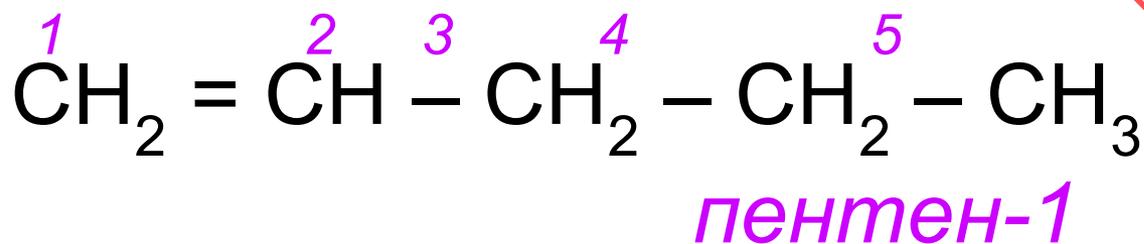
- 1) углеродного скелета
- 2) положения двойной связи
- 3) Межклассовая

2-ой тип – пространственная изомерия:
геометрическая

Примеры изомеров углеродного скелета (C₅H₁₀)

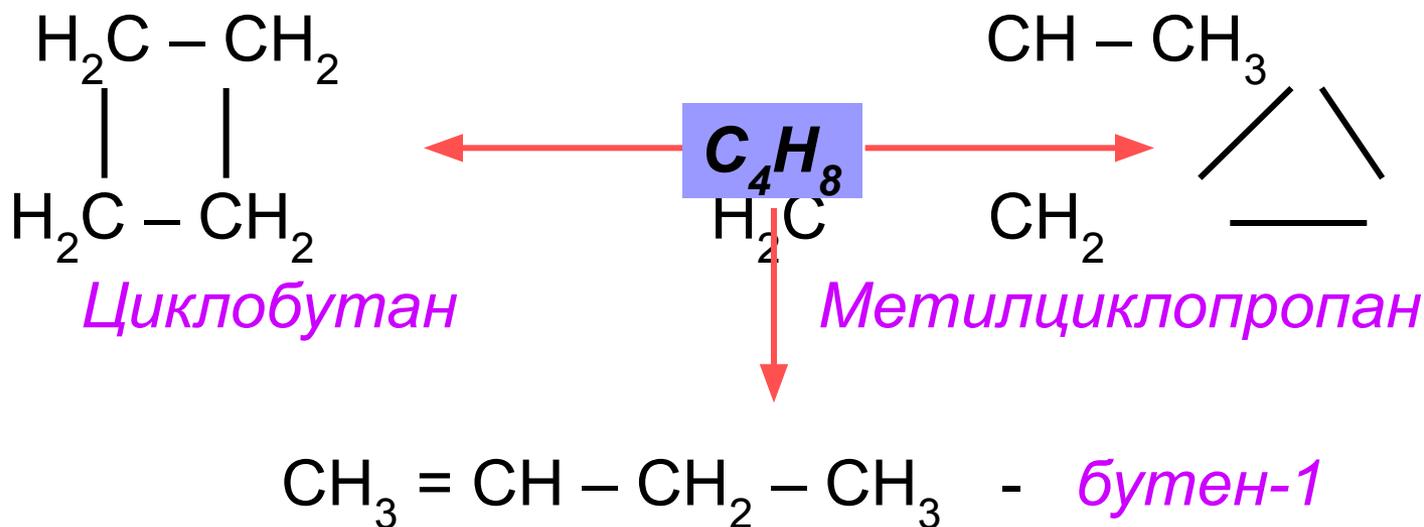


Примеры изомеров положения двойной связи (C₅H₁₀)



Межклассовая изомерия

- АЛКЕНЫ ЯВЛЯЮТСЯ МЕЖКЛАССОВЫМИ ИЗОМЕРАМИ ЦИКЛОАЛКАНОВ.

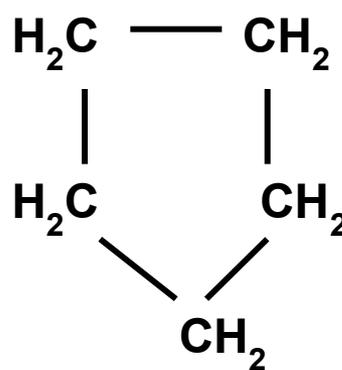


Циклобутан и метилциклопропан являются изомерами бутена, т. к. отвечают общей формуле C_4H_8 .

Примеры межклассовых изомеров (C₅H₁₀)



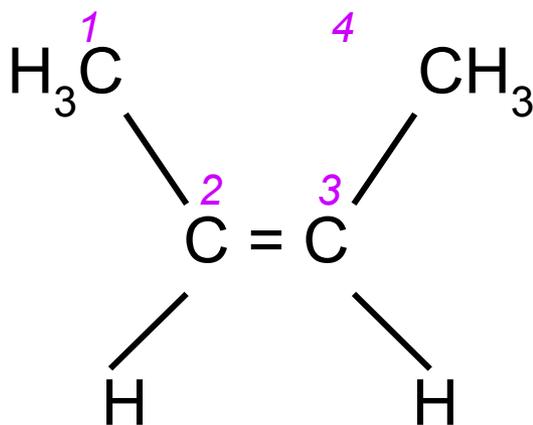
пентен -1



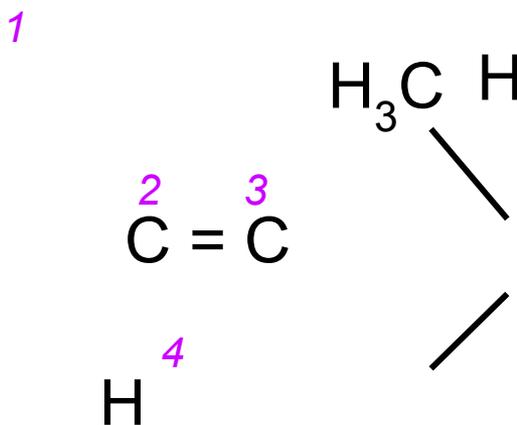
циклопентан

Пространственная изомерия (C₄H₈)

Для алкенов возможна пространственная изомерия, поскольку вращение относительно двойной связи, в отличие от одинарной невозможно.

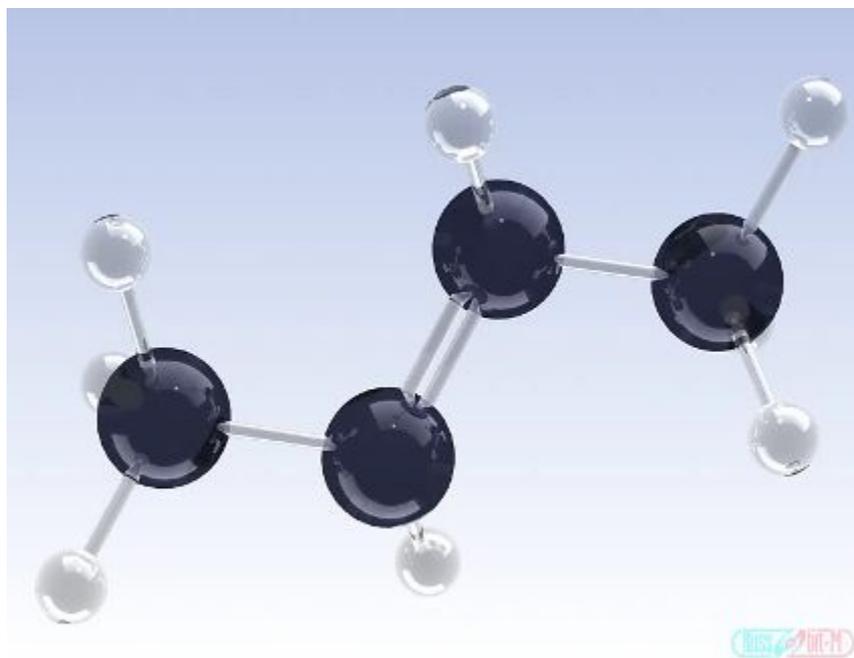


Цис-бутен-2

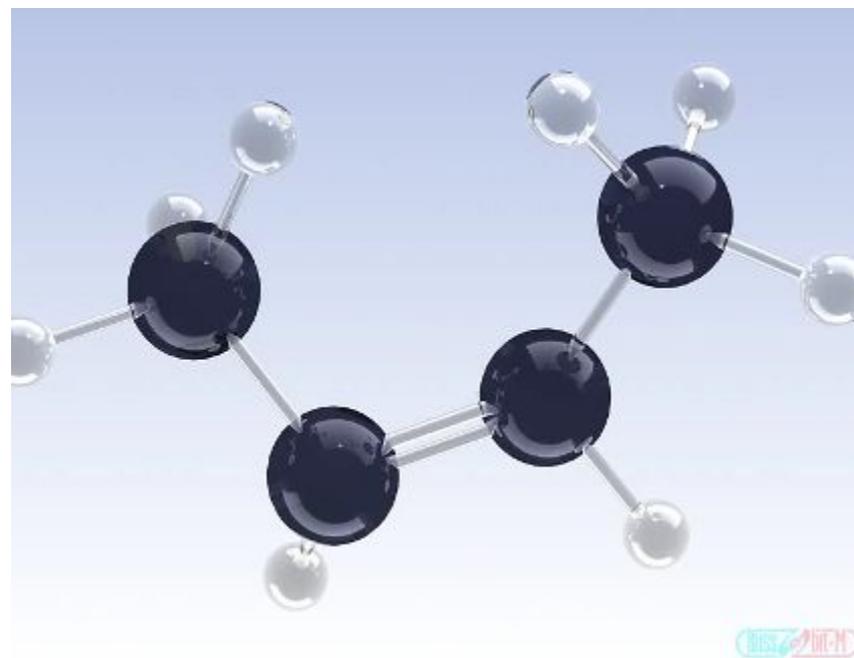


Транс-бутен-2

Геометрические изомеры бутена



Транс-изомер



Цис-изомер

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, в гомологическом ряду, повышаются температуры кипения и плавления, увеличивается плотность веществ.

Химические свойства алкенов

- По химическим свойствам алкены резко отличаются от алканов. Алкены более химически активные вещества, что обусловлено наличием двойной связи, состоящей из σ - и π -связей. Алкены способны присоединять два одновалентных атома или радикала за счёт разрыва π -связи, как менее прочной.

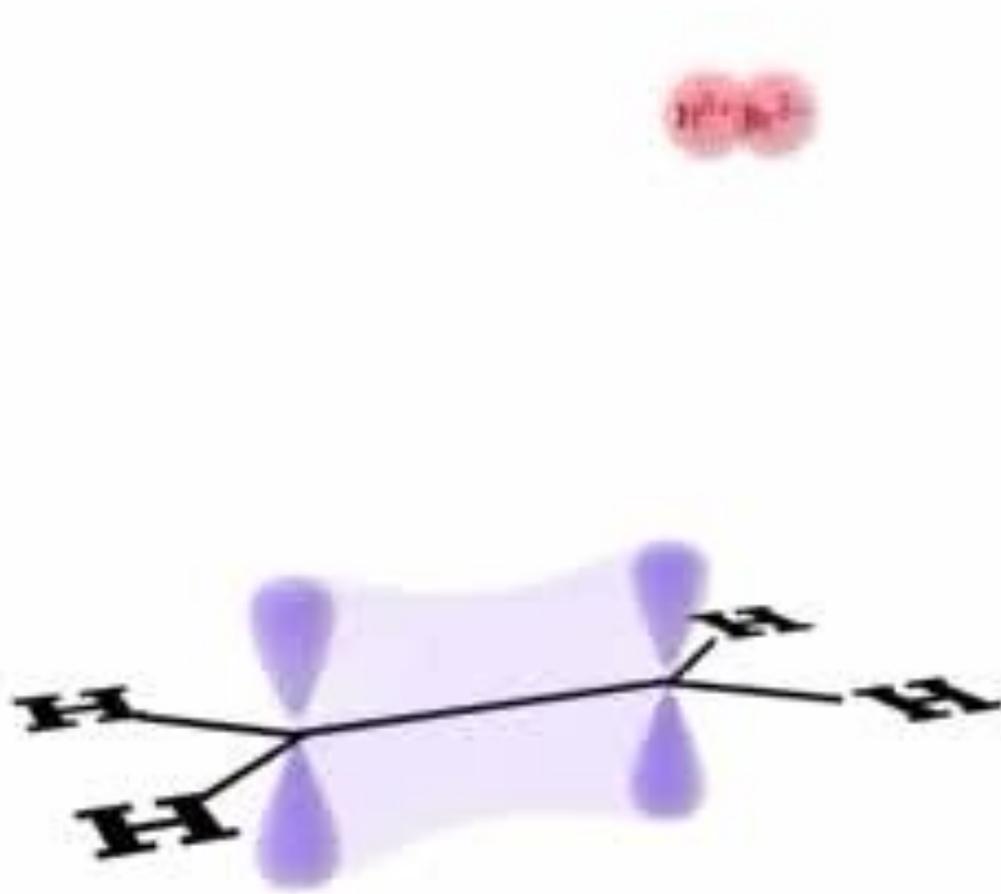
Типы химических реакций, которые характерны для алкенов

- Реакции присоединения.
- Реакции полимеризации.
 - Реакции окисления.

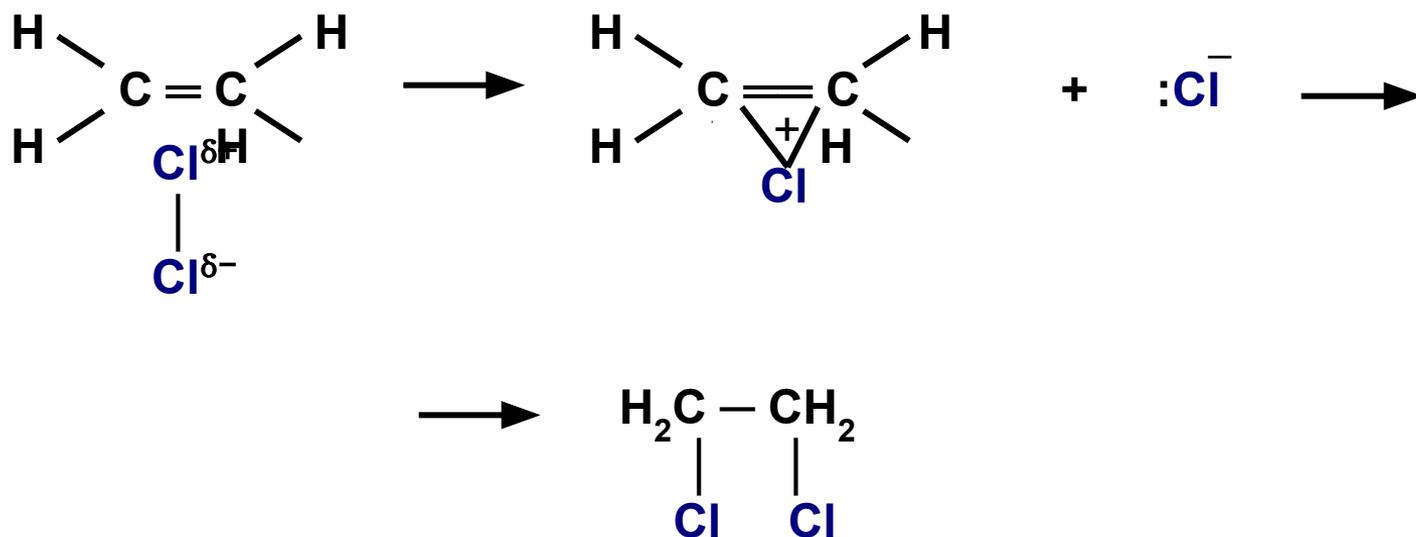
Механизм реакций присоединения алкенов

- π -связь является донором электронов, поэтому она легко реагирует с электрофильными реагентами.
- Электрофильное присоединение: разрыв π -связи протекает по гетеролитическому механизму, если атакующая частица является электрофилом.
- Свободно-радикальное присоединение: разрыв связи протекает по гомолитическому механизму, если атакующая частица является радикалом.

Гидрогалогенирование этилена



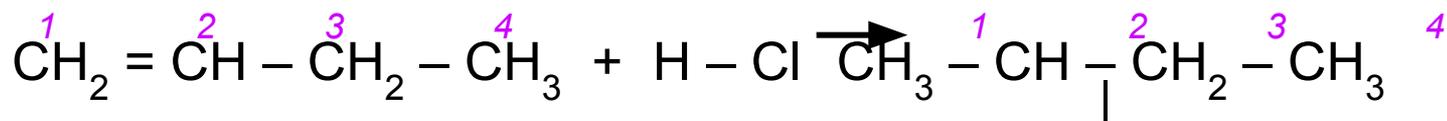
Электрофильное присоединение



Молекула галогена не имеет собственного диполя, однако вблизи π -электронов происходит поляризация ковалентной связи, благодаря чему галоген ведёт себя как электрофильный агент.

Реакции присоединения

3. Гидрогалогенирование.

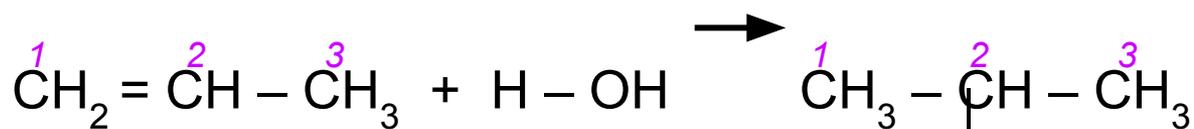


Бутен-1

Cl

2-хлорбутан

4. Гидратация.



пропен

OH

пропанол-2

Условия реакции: катализатор – серная кислота, температура.

Присоединение молекул галогеноводородов и воды к молекулам алкенов происходит в соответствии с правилом В.В.

Марковникова.

Гидрогалогенирование гомологов этилена

Правило *V.V.* *Марковникова*

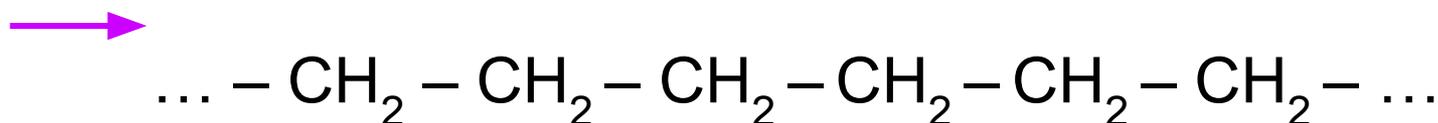
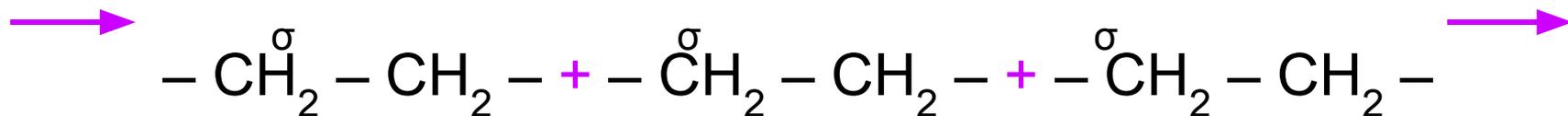
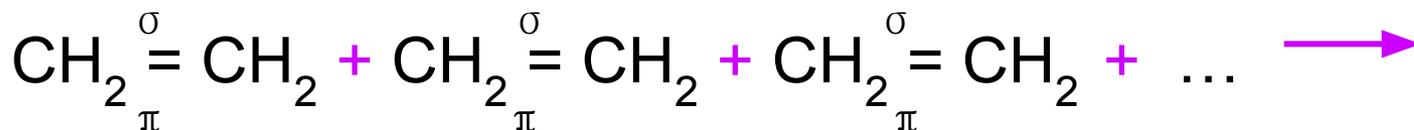
- Атом водорода присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода при двойной связи, а атом галогена или гидроксогруппа – к наименее гидрированному.



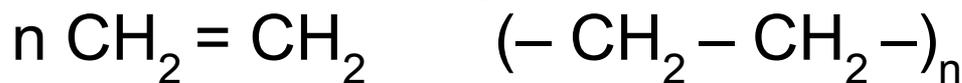
Реакции полимеризации

(свободно-радикальное присоединение)

Полимеризация – это последовательное соединение одинаковых молекул в более крупные.



Сокращённо уравнение этой реакции записывается так:

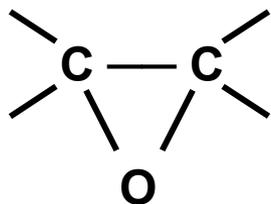


Этен

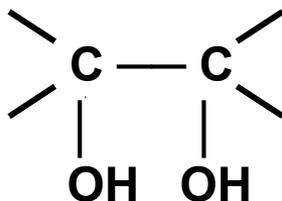
полиэтилен

Условия реакции: повышенная температура, давление, катализатор.

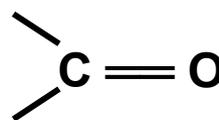
Возможные продукты окисления алкенов



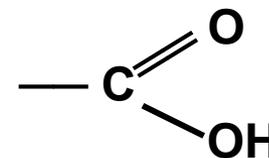
ЭПОКСИДЫ



ДИОЛЫ



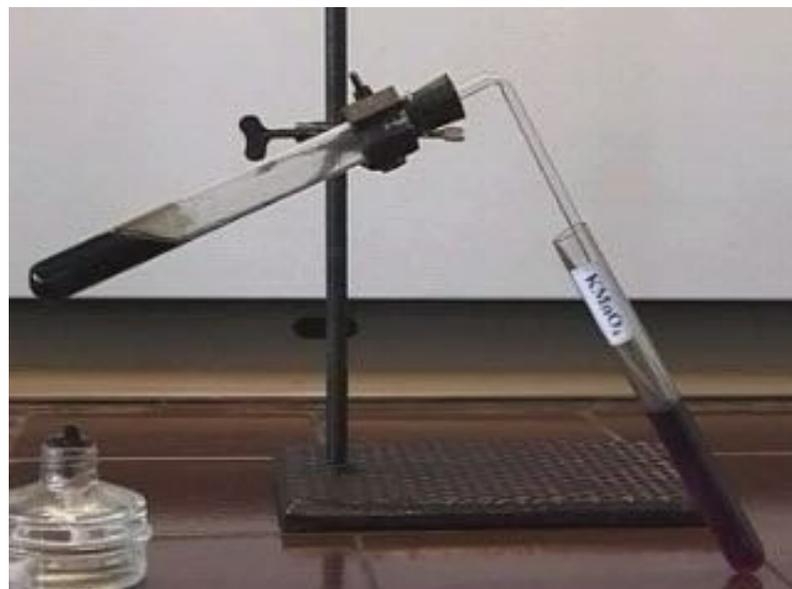
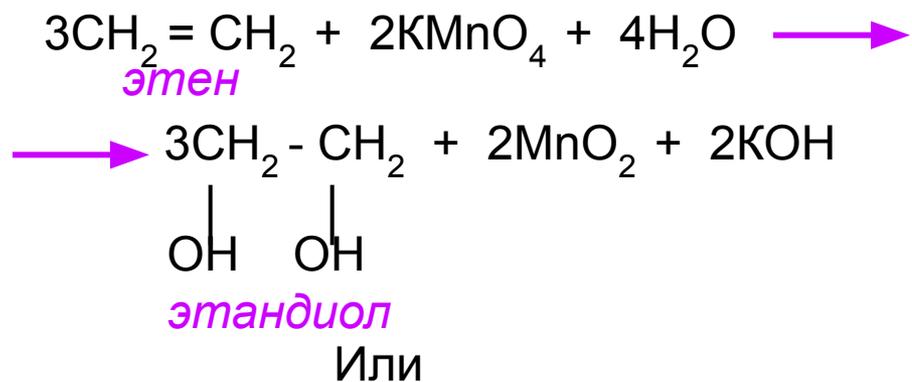
альдегиды
или кетоны



КИСЛОТЫ

Реакции окисления

Реакция Вагнера. (Мягкое окисление раствором перманганата калия).

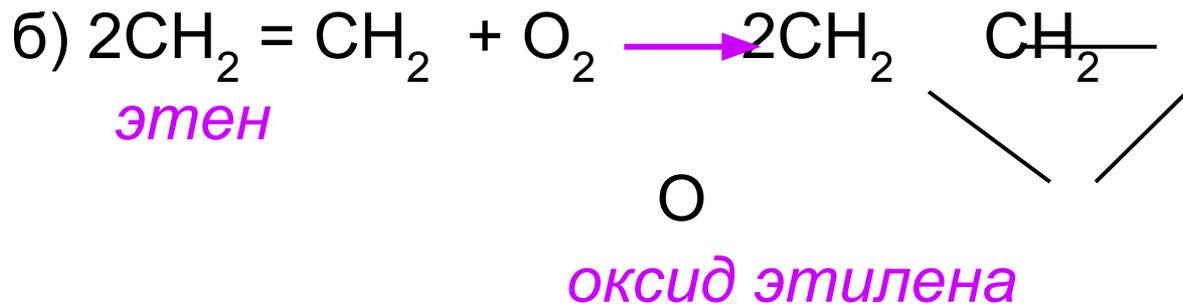


Реакции окисления

3. Каталитическое окисление.



Условия реакции: катализатор – влажная смесь двух солей PdCl_2 и CuCl_2 .



Условия реакции: катализатор – Ag , $t = 150\text{-}350^\circ\text{C}$

Горение алкенов

Алкены горят красноватым светящимся пламенем, в то время как пламя предельных углеводородов голубое. Массовая доля углерода в алкенах несколько выше, чем в алканах с тем же числом атомов углерода.



При недостатке кислорода



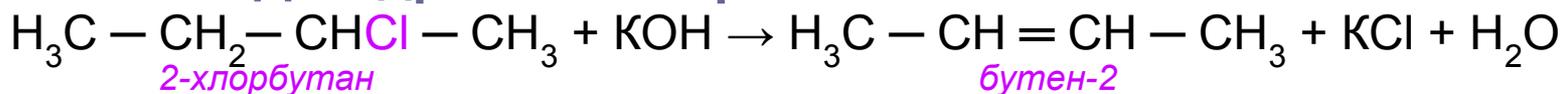
Получение и горение этилена



Лабораторные способы получения алкенов

При получении алкенов необходимо учитывать **правило А.М. Зайцева**: при отщеплении галогеноводорода или воды от вторичных и третичных галогеналканов или спиртов атом водорода отщепляется от наименее гидрированного атома углерода.

■ Дегидрогалогенирование галогеналкенов.



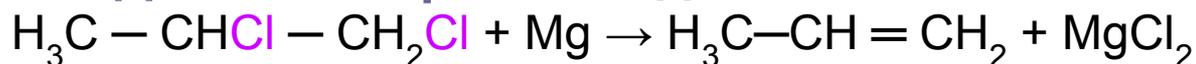
Условия реакции: нагревание.

■ Дегидратация спиртов.



Условия реакции: катализатор – H_2SO_4 (конц.), $t = 180^\circ\text{C}$.

■ Дегалогенирование дигалогеналканов.

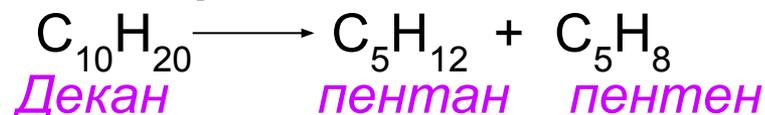


1,2-дихлорпропан

пропен

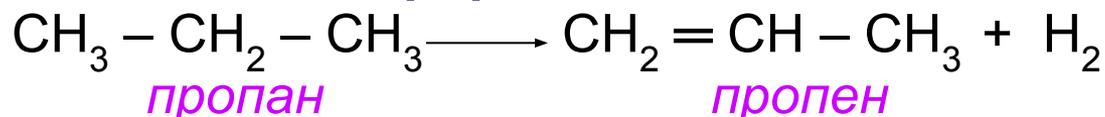
Промышленные способы получения алкенов

■ Крекинг алканов.



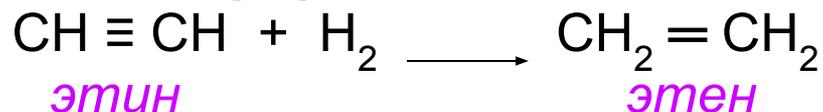
Условия реакции: температура и катализатор.

■ Дегидрирование алканов.



Условия реакции: $t = 400-600^\circ\text{C}$ и катализатор (Ni, Pt, Al_2O_3 или Cr_2O_3).

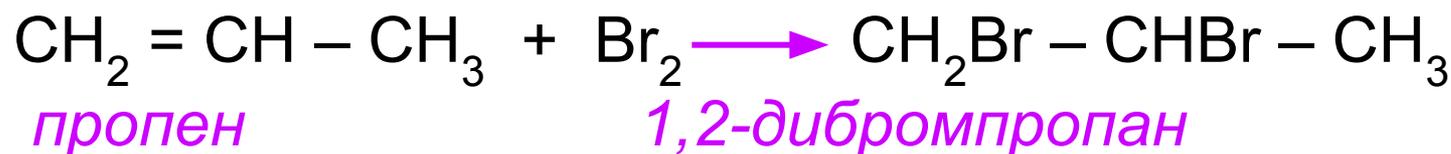
■ Гидрирование алкинов.



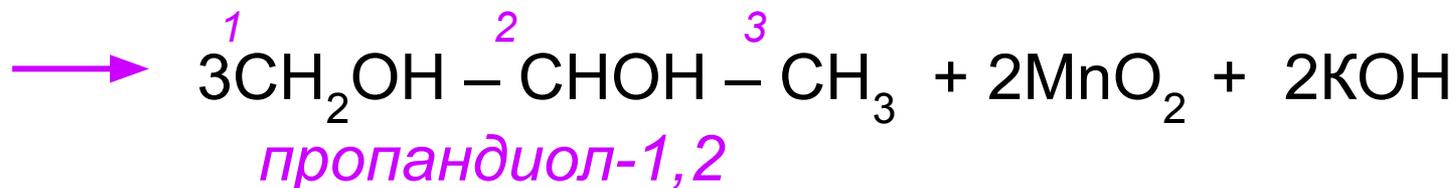
Условия реакции: катализатор – Pt, Pd, Ni.

Качественные реакции на двойную углерод-углеродную СВЯЗЬ

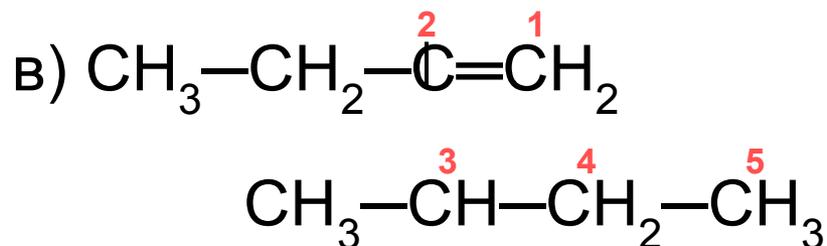
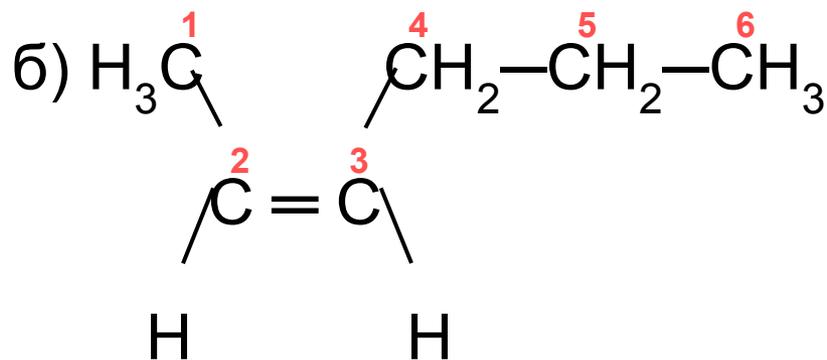
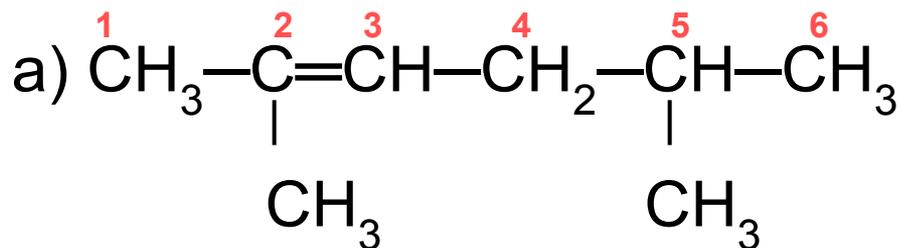
- **Обесцвечивание бромной воды.**



- **Обесцвечивание раствора перманганата калия.**



Назовите следующие алкены



Ответы:

а) 2,5-диметилгексен-2

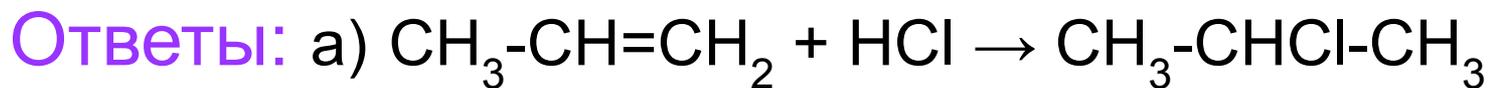
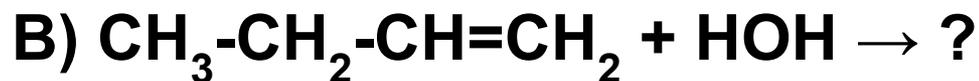
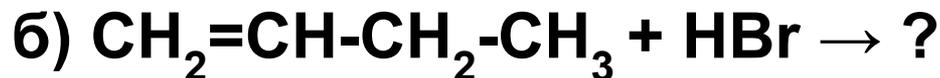
б) цис-изомер-гексен-2

в) 3-метил-2-этилпентен-1

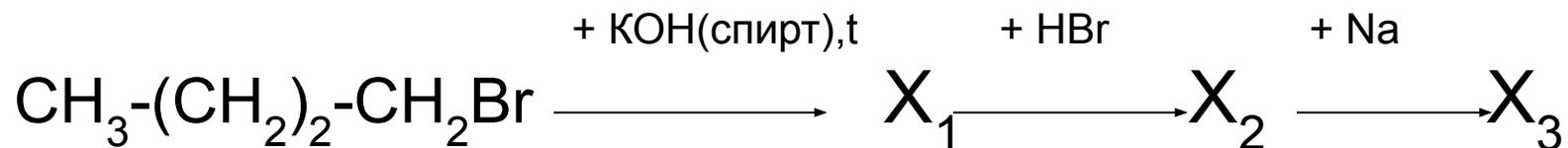
Проверьте правильность написаний уравнений реакций

- $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

Используя правило Марковникова,
напишите уравнения следующих
реакций присоединения:



Осуществить превращения:



Ответы: X₁ бутен-1
X₂ 2-бромбутан
X₃ 3,4-диметилгексан