Непредельные углеводороды ряда этилена.

Понятие об алкенах

- **Алкены** – углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь между атомами углерода, а качественный и количественный состав выражается общей формулой **C_nH_{2n}, где $n \geq 2$**.

- **Алкены** относятся к непредельным углеводородам, так как их молекулы содержат меньшее число атомов водорода, чем насыщенные.

Гомологический ряд алкенов

Общая формула C_nH_{2n}

- Этен — C_2H_4
- Пропен — C_3H_6
- Бутен — C_4H_8
- Пентен — C_5H_{10}
- Гексен — C_6H_{12}
- Гептен — C_7H_{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 (C_5H_{10})

$$\overset{1}{CH_2} = \overset{2}{C}(CH_3) - \overset{3}{CH_2} - \overset{4}{CH_3}$$

2-метилбутен-1

$$\overset{1}{CH_2} = \overset{2}{CH} - \overset{3}{CH}(CH_3) - \overset{4}{CH_3}$$

3-метилбутен-1

$$\overset{1}{CH_3} - \overset{2}{C}(CH_3) = \overset{3}{CH} - \overset{4}{CH_3}$$

2-метилбутен-2

Примеры изомеров положения двойной связи (C_5H_{10})

$$\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}H - \overset{3}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_2 - \overset{5}{C}H_3$$

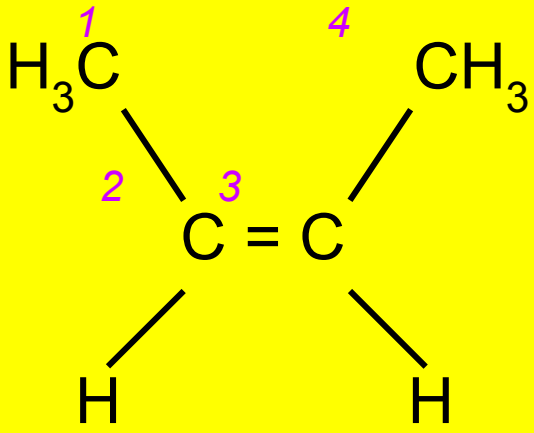
пентен-1

$$\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H = \overset{3}{C}H - \overset{4}{C}H_2 - \overset{5}{C}H_3$$

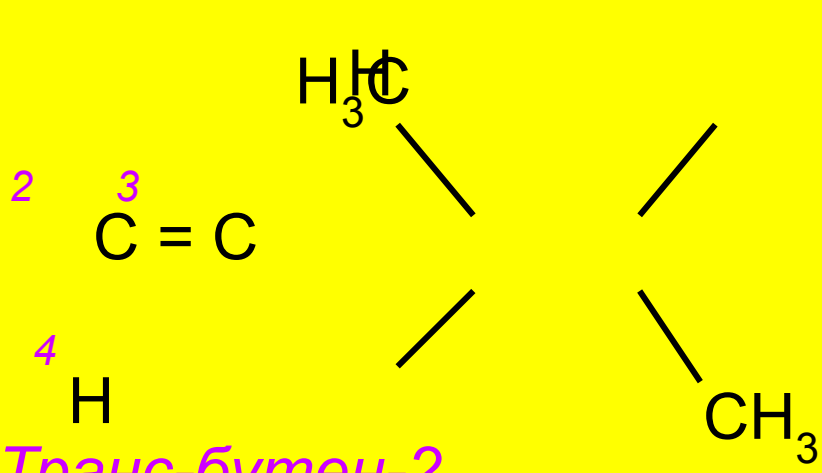
пентен-2

Пространственная изомерия (C_4H_8)

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

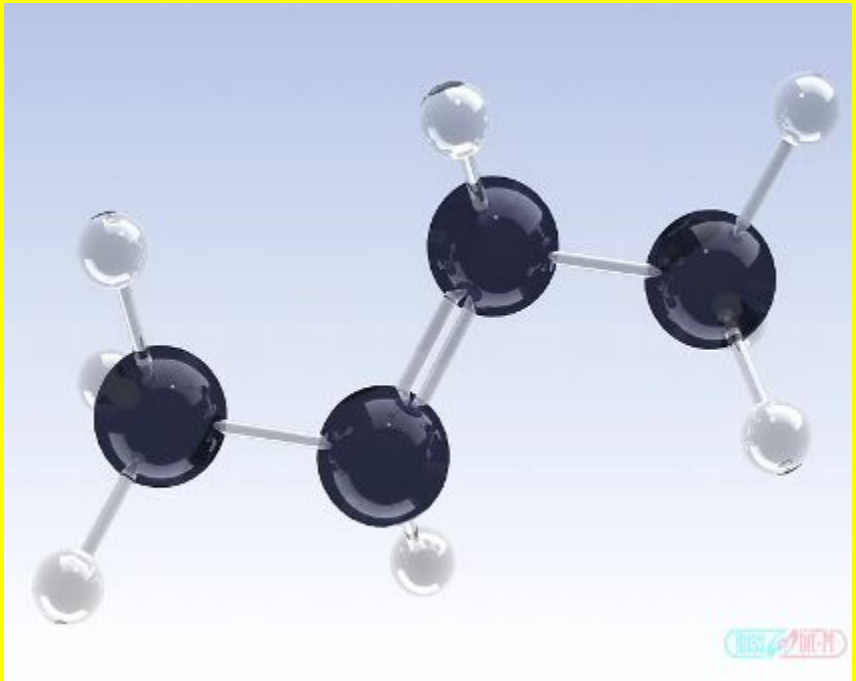


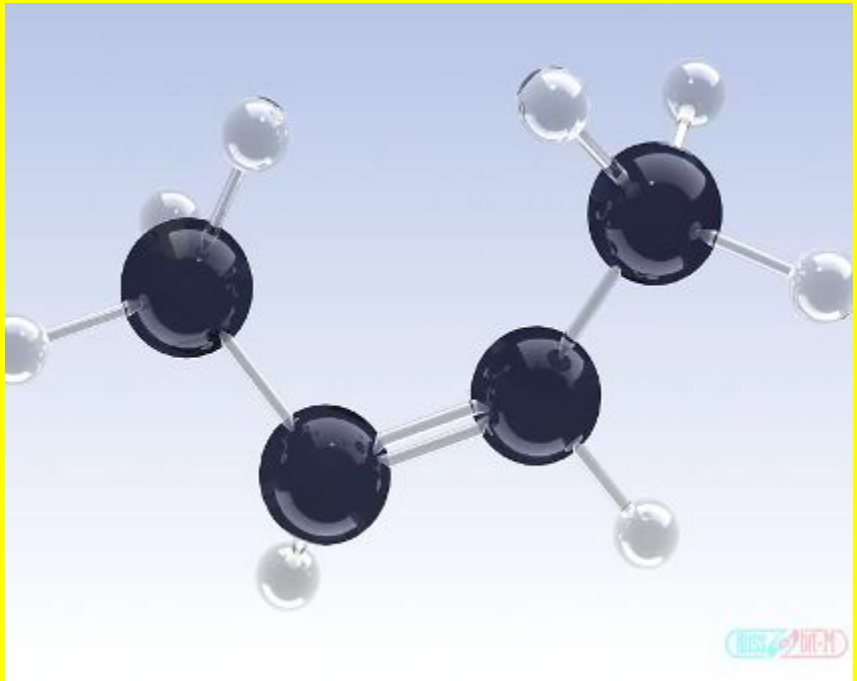
Цис-бутен-2



Транс-бутен-2

Геометрические изомеры бутена





Транс-изомер

Цис-изомер

Примеры:

$$\overset{5}{C}H_3 - \overset{4}{C}H_2 - \overset{3}{C}H(CH_3) - \overset{2}{C}H = \overset{1}{C}H_2$$

3- метилпентен -1

$$\overset{1}{C}H_3 - \overset{2}{C}H = \overset{3}{C}H - \overset{4}{C}H(\overset{5}{C}H_2 - \overset{6}{C}H_2 - \overset{7}{C}H_2 - \overset{8}{C}H_3) - CH_2 - CH_3$$

4- этилоктен -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}… - 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.

Реакции присоединения

1. *Гидрирование.*

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_3$$

Этен *этан*

<u>*Условия реакции*</u>: катализатор – Ni, Pt, Pd

2. *Галогенирование.*

$$CH_2 = CH - CH_3 + \overset{1}{Cl} - Cl \xrightarrow{2} \overset{3}{CH_2} - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH} - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH_3}$$

пропен

1,2-дихлорпропан

Реакция идёт при обычных условиях.

Реакции присоединения

3. Гидрогалогенирование.

$$\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}H - \overset{3}{C}H_2 - \overset{4}{C}H_3 + H - Cl \rightarrow \overset{1}{C}H_3 - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH} - \overset{2}{C}H_2 - \overset{3}{C}H_3 \quad \overset{4}{}$$

Бутен-1

2-хлорбутан

4. Гидратация.

$$\overset{1}{C}H_2 = \overset{2}{C}H - \overset{3}{C}H_3 + H - OH \rightarrow \overset{1}{C}H_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{\overset{2}{C}H} - \overset{3}{C}H_3$$

пропен

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
В.В. 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.

$$CH_2 \overset{\sigma}{\underset{\pi}{=}} CH_2 + CH_2 \overset{\sigma}{\underset{\pi}{=}} CH_2 + CH_2 \overset{\sigma}{\underset{\pi}{=}} CH_2 + \ldots \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \; - \overset{\sigma}{CH_2} - CH_2 - + \overset{\sigma}{-} CH_2 - CH_2 - + \overset{\sigma}{-} CH_2 - CH_2 - \longrightarrow$$

$$\longrightarrow \; \ldots - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - \ldots$$

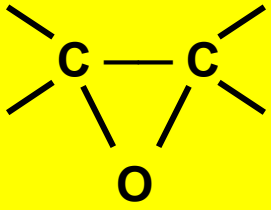
Сокращённо уравнение этой реакции записывается так:

$$n\, CH_2 = CH_2 \longrightarrow (- CH_2 - CH_2 -)_n$$

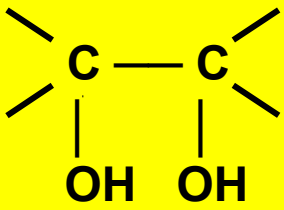
Этен *полиэтилен*

<u>*Условия реакции*</u>: повышенная температура, давление, катализатор.

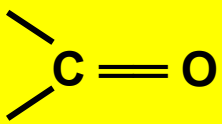
Возможные продукты окисления алкенов



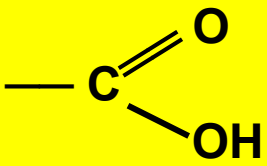
эпоксиды



диолы



альдегиды или кетоны



кислоты

Реакции окисления

Реакция Вагнера. (Мягкое окисление раствором перманганата калия).

$3CH_2 = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow$

этен

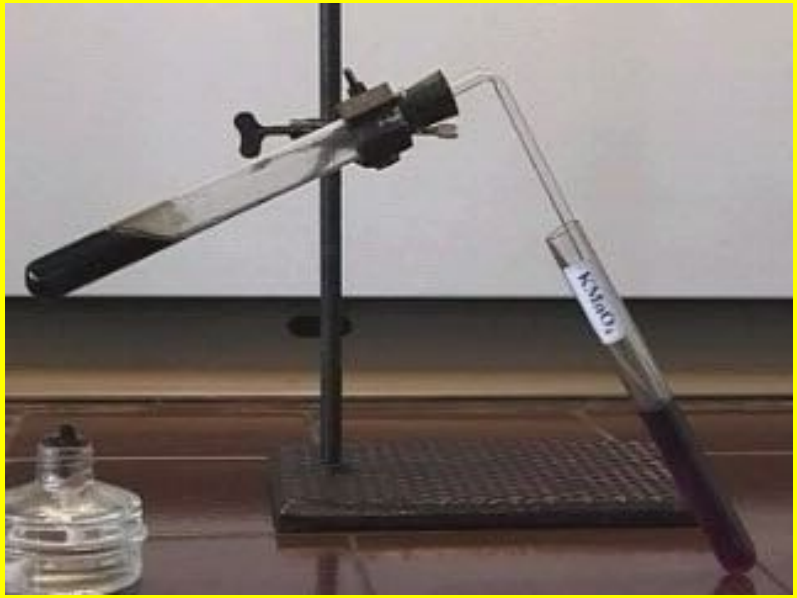
$\longrightarrow 3CH_2 - CH_2 + 2MnO_2 + 2KOH$

OH OH

этандиол

Или

$C_2H_4 + (O) + H_2O \longrightarrow C_2H_4(OH)_2$



Реакции окисления

3. Каталитическое окисление.

а) $2CH_2 = CH_2 + (O) \longrightarrow 2CH_3 - COH$

этен *уксусный альдегид*

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

б) $2CH_2 = CH_2 + (O) \longrightarrow 2CH_2 \quad CH_2$

этен

O

оксид этилена

Условия реакции: катализатор – Ag, t = 150-350ºC

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.

$$C_4H_8 + 8O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 4H_2O$$

бутен

При недостатке кислорода

$$C_4H_8 + 6O_2 \longrightarrow 4CO + 4H_2O$$

бутен

Качественные реакции на двойную углерод-углеродную связь

- ***Обесцвечивание <u>бромной</u> воды.***

$CH_2 = CH – CH_3 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br – CHBr – CH_3$

пропен *1,2-дибромпропан*

- ***Обесцвечивание раствора перманганата калия.***

$3CH_2 = CH – CH_3 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow$

пропен

$\longrightarrow 3\overset{1}{C}H_2OH – \overset{2}{C}HOH – \overset{3}{C}H_3 + 2MnO_2 + 2KOH$

пропандиол-1,2

Применение

- Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты, дихлорэтан, эфиры гликолей и пр.), полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид, полиизобутилен и др.), а также многих других важнейших продуктов.

Это интересно

- Всем известный полиэтилен был получен был получен в 1933 году Э. Фосеттом и Р. Гибсоном
- В 1943 году из полиэтилена стали изготавливать посуду, ящики, бутылки, упаковку, предметы домашнего обихода
- Благодаря Его Величеству Случаю в 1938 году американский учёный Р. Планкетт получил тефлон, обладающий исключительной химической устойчивостью.

Назовите следующие алкены

а) $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}(CH_3)=\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H(CH_3)-\overset{6}{C}H_3$

б) $H_3\overset{1}{C}-\overset{2}{C}(H)=\overset{3}{C}(H)-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_2-\overset{6}{C}H_3$

в) $CH_3-CH_2-\overset{2}{C}=\overset{1}{C}H_2$

$CH_3-\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_3$

Ответы:

а) 2,5-диметилгексен-2

б) цис-изомер-гексен-2

в) 3-метил-2-этилпентен-1

Используя правило В.В. Марковникова, напишите уравнения следующих реакций присоединения:

а) CH_3-CH=CH_2 + HCl → ?

б) CH_2=CH-CH_2-CH_3 + HBr → ?

В) CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HOH → ?

Ответы: а) CH_3-CH=CH_2 + HCl → CH_3-CHCl-CH_3

б) CH_2=CH-CH_2-CH_3 + HBr → CH_3-CHBr-CH_2-CH_3

в) CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HOH → CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3

- Спасибо за работу!