Тема урока:

Химические свойства алкенов. Получение.

Химические свойства алкенов

Присоединение

Гидрирование

Гидратация

Галогенирование

Гидрогалогенирование

Окисление

Горение

Реакция Вагнера

Каталитическое окисление

Полимеризация

Уравнения реакций, характеризующих химические свойства алкенов

Гидрирование

$$CH_2 = CH_2 + H_2 \rightarrow \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ H \end{array} - \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ H \end{array}$$

Гидратация

$$CH_2 = CH_2 + HOH \rightarrow \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ H \end{array} - \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ OH \end{array}$$

Уравнения реакций, характеризующих химические свойства алкенов

Галогенирование

$$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ Cl \end{array} - \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ Cl \end{array}$$

Гидрогалогенирование

$$CH_2 = CH_2 + HCl \rightarrow \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ H \end{array} - \begin{array}{c} CH_2 \\ | \\ Cl \end{array}$$

Качественная реакция на непредельные углеводороды (в т.ч. алкены)

$$CH_2 = CH_2 + Br_2 \rightarrow \underset{\underset{Br}{|}}{CH_2} - \underset{\underset{Br}{|}}{CH_2}$$

Бромная вода, имеющая желтую окраску обесцвечивается

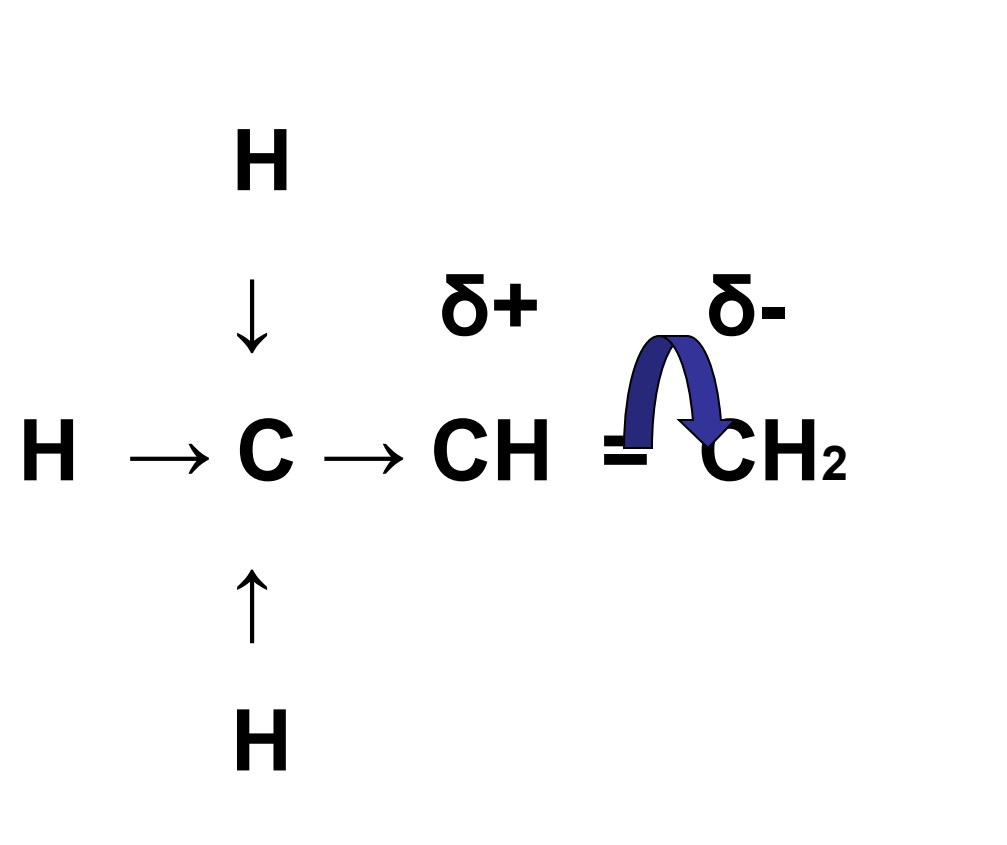
Реакции присоединения, протекающие по *правилу Марковникова (1869 г)*

$$CH_3 - CH = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - \underset{\underset{Cl}{|}}{CH} - \underset{\underset{H}{|}}{CH_2}$$

$$CH_3 - CH = CH_2 + HOH \longrightarrow CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{CH} - \underset{\underset{H}{|}}{CH_2}$$

В реакциях присоединения полярных молекул к несимметричным алкенам атом водорода всегда присоединяется к более гидрированному атому углерода двойной связи.

Распределение электронной плотности в молекуле пропена



Уравнения реакций, характеризующих химические свойства алкенов

Реакция полимеризации

$$n(CH_2 = CH_2) \xrightarrow{кат,t,p} (- CH_2 – CH_2 -)n$$

этилен **полиэтилен**

мономер **структурное звено полимера**

Уравнения реакций, характеризующих химические свойства алкенов

<u>Каталитическое окисление</u>

1. **В присутствии хлоридов меди и палладия:**

$$2CH_2 = CH_2 + O_2 \rightarrow 2\ CH_3 - CHO$$

2. **В присутствии серебра, при t 150-350 ℃**

$$2CH_2 = CH_2 + O_2 \rightarrow 2\ CH_2 - CH_2$$

Уравнения реакций, характеризующих химические свойства алкенов

Окисление

Реакция Вагнера

$$CH_2 = CH_2 + H_2O + KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_2OH\text{-}\ CH_2OH + MnO_2 + KOH$$

Качественная реакция на кратную связь – обесцвечивание водного раствора перманганата калия

(открыта Е.Е.Вагнером в 1888 г)

Метод электронного баланса

Связи	Было	Стало	Потеря
C-C	2	1	1
C-H	4	4	0

$Mn^{+7} + 3e^- \rightarrow Mn^{+4}$ | $\cdot 2$

$-2e^- \rightarrow$ | $\cdot 3$

$3CH_2 = CH_2 + 4H_2O + 2KMnO_4 \rightarrow 3\ CH_2OH\text{-}CH_2OH + 2MnO_2 + 2KOH$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$CH_3 - CH{=}CH{-}CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH_3{-}COOH + CH_3{-}COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Качественная реакция на кратную связь – обесцвечивание водного раствора перманганата калия

Метод электронного баланса

Связи	Было	Стало	Потеря
C-C	4	2	2
C-H	8	6	2

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$ | · 8

$-8e^- \rightarrow$ | ·5

$CH_3 - CH = CH - CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow CH_3 - COOH + CH_3 - COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + + H_2O$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$5CH_3\text{-}CH=CH\text{-}CH_3 + 12H_2SO_4 + 8\,KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow 5CH_3\text{-}COOH + 5\,CH_3\text{-}COOH + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CO_2 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Качественная реакция на кратную связь – обесцвечивание водного раствора перманганата калия

Метод электронного баланса

Связи	Было	Стало	Потеря
C-C	4	2	2
C-H	8	5	3

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$ | $\cdot 2$

$-10e^- \rightarrow$ | $\cdot 1$

$CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow\rightarrow CO_2 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + + H_2O$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$CH_2 = CH\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 3\ H_2SO_4 + 2\ KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CO_2 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 +$$

$$+ 4H_2O$$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$CH3\text{-}C(CH3)= CH\text{-}CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow CH3\text{-}CO\text{-}CH3 + CH_3\text{-}COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

Качественная реакция на кратную связь – обесцвечивание водного раствора перманганата калия

Метод электронного баланса

Связи	Было	Стало	Потеря
C-C	5	3	2
C-H	10	9	1

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$ | · 6

$-6e^- \rightarrow$ | ·5

$CH_3-C(CH_3)=CH-CH_3 + H_2SO_4 + KMnO_4 \rightarrow CH_3-CO-CH_3 + CH_3-COOH + MnSO_4 + K_2SO_4 + + H_2O$

Окисление алкенов в кислой среде, т.е. в присутствии раствора серной кислоты

Окисление в кислой среде

Реакция Вагнера

$$5CH3\text{-}C(CH3)= CH\text{-}CH_3 + 9H_2SO_4 + 6\ KMnO_4 \rightarrow$$

$$\rightarrow 5CH3\text{-}CO\text{-}CH3 + 5CH_3\text{-}\ COOH + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 9H_2O$$