



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

**Теоретический раздел
Лекция
Алкены. Диены. Алкины.**



УГЛЕВОДОРОДЫ

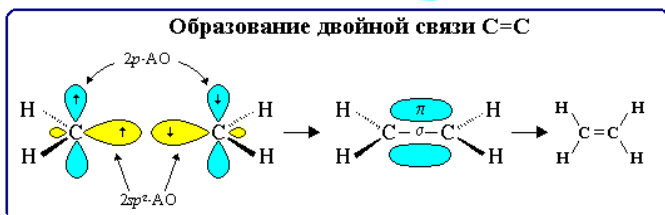
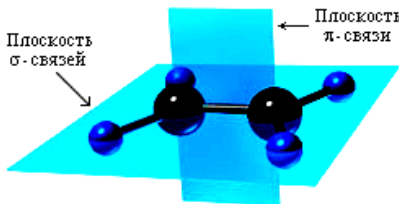
Алкены. Диены. Алкины.

1. Алкены: способы получения и химические свойства

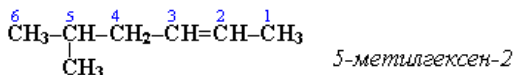
Алкены – это углеводороды, которые имеют одну двойную связь при атоме углерода в sp^2 -гибридизации. Общая формула C_nH_{2n} . По систематической номенклатуре названия алкенов производят от названий соответствующих алканов (с тем же числом атомов углерода) путем замены суффикса **-ан** на **-ен**:

2 атома С → этан → этен; 3 атома С → пропан → пропен и т.д.

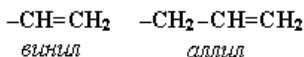
Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя двойную связь (т.е. она может быть не самой длинной).



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

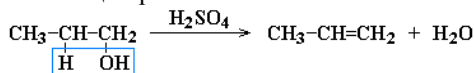


Для простейших алкенов применяются также исторически сложившиеся названия: этилен (этен), пропилен (пропен), бутилен (бутен-1), изобутилен (2-метилпропен) и т.п. В номенклатуре различных классов органических соединений наиболее часто используются следующие одновалентные радикалы алкенов:





Дегидратация спиртов при повышенной температуре (выше 140 °С) в присутствии водоотнимающих реагентов

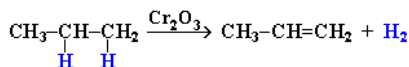


Реакции элиминирования идут в соответствии с правилом Зайцева: отщепление атома водорода в реакциях дегидрогалогенирования и дегидратации происходит преимущественно от наименее гидрогенизированного атома углерода. Такие алкены обладают более низкой энергией.

Дегалогенирование дигалогеналканов, имеющих атомы галогена у соседних атомов углерода, при действии активных металлов:



Дегидрирование алканов при 500°С:

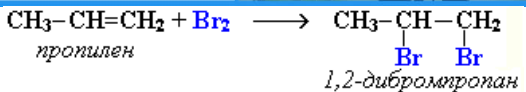


Химические свойства алкенов

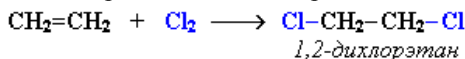
Реакции присоединения к алкенам идут по месту разрыва двойной связи. Алкены вступают в разнообразные реакции присоединения.

Алкен	Реагент	Продукт	Вид реакции
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	$+ \text{H}_2$	$\xrightarrow{\text{Ni}} \begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Гидрирование (восстановление)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	$+ \text{Br}_2$	$\longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$	Галогенирование (бромирование)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	$+ \text{HCl}$	$\longrightarrow \begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$	Гидрогалогенирование (гидрохлорирование)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array}$	$+ \text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{\text{H}^+} \begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$	Гидратация
$n \left(\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\ \quad \end{array} \right)$	$\xrightarrow{\text{катализатор}}$	$\left(\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{C}- \\ \quad \end{array} \right)_n$	Полимеризация

Присоединение галогенов по двойной связи С=С происходит легко в обычных условиях (при комнатной температуре, без катализатора). Например, быстрое обесцвечивание красно-бурой окраски раствора брома в воде (бромной воды) служит качественной реакцией на наличие двойной связи:

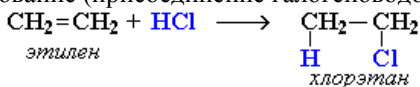


Еще легче происходит присоединение хлора:



Эти реакции протекают по механизму электрофильного присоединения с гетеролитическим разрывом связей в молекуле галогена.

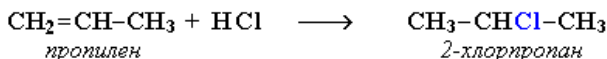
Гидрогалогенирование (присоединение галогеноводородов)



Реакция идет по механизму электрофильного присоединения с гетеролитическим разрывом связей. Электрофилом является протон H^+ в составе молекулы галогеноводорода HX (X – галоген). Схема механизма реакции гидрохлорирования этилена $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$.

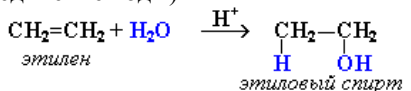
Направление реакции присоединения галогеноводородов к алкенам несимметричного строения (например, к пропилену $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$) определяется правилом Марковникова: в реакциях присоединения полярных молекул типа HX к несимметричным алкенам водород присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода при двойной связи (т.е. атому углерода, связанному с наибольшим числом атомов водорода).

Так, в реакции HCl с пропиленом из двух возможных структурных изомеров 1-хлорпропана и 2-хлорпропана, образуется последний:

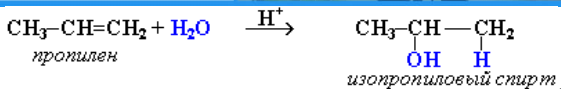


Эта закономерность была первоначально установлена эмпирически. В современной органической химии дано теоретическое обоснование правила Марковникова на основе положения о влиянии электронного строения молекул на их реакционную способность.

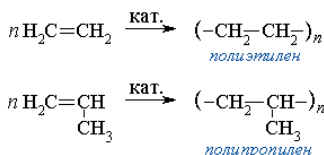
Гидратация (присоединение воды)



В реакциях несимметричных алкенов соблюдается правило Марковникова.

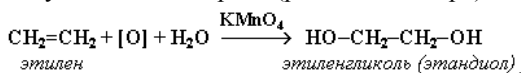


Полимеризация алкенов. Полимеризация – реакция образования высокомолекулярного соединения (полимера) путем последовательного присоединения молекул низкомолекулярного. Реакции полимеризации алкенов идут за счет присоединения по кратным связям:

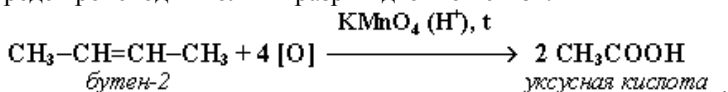


Реакции окисления алкенов. Строение продуктов окисления алкенов зависит от условий реакции и природы окислителя.

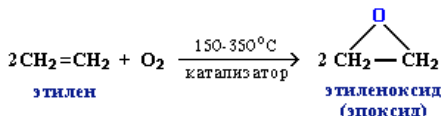
Мягкое окисление алкенов водным раствором перманганата калия приводит к образованию двухатомных спиртов (реакция Вагнера):



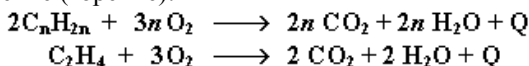
В ходе этой реакции происходит обесцвечивание фиолетовой окраски водного раствора KMnO_4 . Поэтому она используется как качественная реакция на алкены. При жестком окислении алкенов кипящими раствором KMnO_4 в кислой среде происходит полный разрыв двойной связи:



Промышленное значение имеет частичное окисление алкенов с образованием циклических оксидов, которые широко используются в органическом синтезе:



Полное окисление (горение):



Газообразные гомологи алкенов образуют с воздухом взрывчатые смеси.

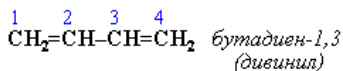
При нагревании до 500°C возможно радикальное замещение атома водорода при соседнем к двойной связи атоме углерода:



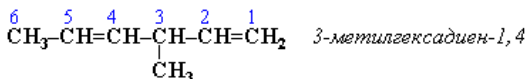
Применение алкенов. Алкены применяются в качестве исходных продуктов в производстве полимерных материалов (пластмасс, каучуков, пленок) и других органических веществ. Этилен (этен) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ используется для получения полиэтилена, политетрафторэтилена (тефлона), этилового спирта, уксусного альдегида, галогенопроизводных и многих других органических соединений. Применяется как средство для ускоренного созревания фруктов. 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.

2. Алкадиены: способы получения и химические свойства

Алкадиены, имеют общую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. По правилам IUPAC главная цепь молекулы алкадиена должна включать обе двойные связи. Нумерация атомов углерода в цепи проводится так, чтобы двойные связи получили наименьшие номера. Названия алкадиенов производят от названий соответствующих алканов (с тем же числом атомов углерода), в которых последняя буква заменяется окончанием *-диен*. Местоположение двойных связей указывается в конце названия, а заместителей – в начале названия. Например:

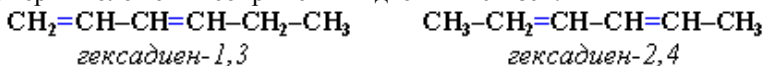


Название «дивинил» происходит от названия радикала $-\text{CH}=\text{CH}_2$ «винил».

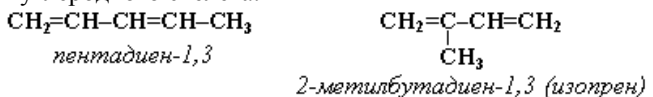


Изомерия сопряженных диенов. Структурная изомерия

Изомерия положения сопряженных двойных связей:

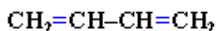


Изомерия углеродного скелета:

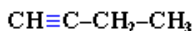


Межклассовая изомерия с алкинами и циклоалкенами.

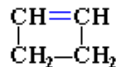
Например, формуле C_4H_6 соответствуют следующие соединения:



бутадиен-1,3



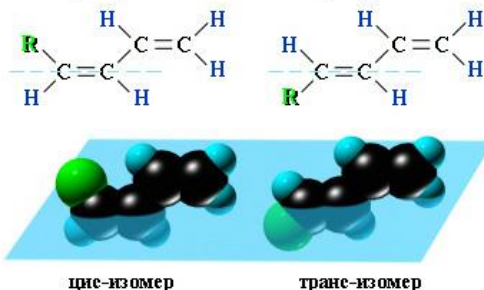
бутин-1



циклобутен

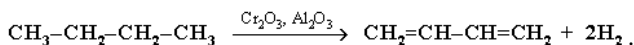
Пространственная изомерия. Диены, имеющие различные заместители при углеродных атомах у двойных связей, подобно алкенам, проявляют цис-транс-изомерию.

Пространственные изомеры диенов

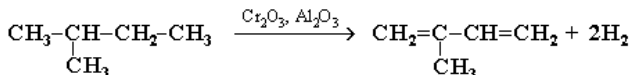


Кроме того, возможен поворот по σ -связи, разделяющей двойные связи, приводящий к поворотным изомерам. Некоторые химические реакции сопряженных диенов идут избирательно только с определенным поворотным изомером.

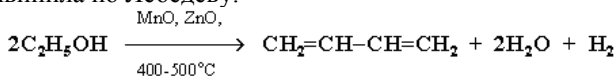
Получение диенов. Общие способы получения диенов аналогичны способам получения алкенов. Каталитическое двухстадийное дегидрирование алканов (через стадию образования алкенов). Этим путем получают в промышленности дивинил из бутана, содержащегося в газах нефтепереработки и в попутных газах:



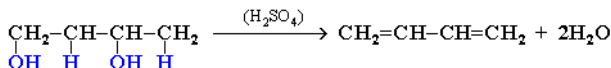
Каталитическим дегидрированием изопентана (2-метилбутана) получают изопрен:



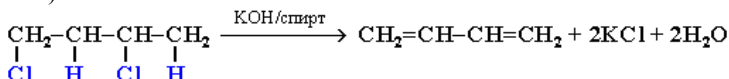
Синтез дивинила по Лебеву:



Дегидратация гликолей (двухатомных спиртов, или алкандиолов):



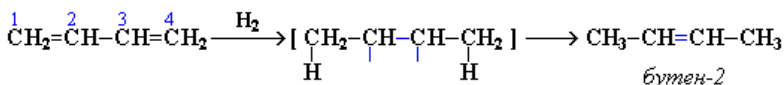
Действие спиртового раствора щелочи на дигалогеналканы (дегидрогалогенирование):



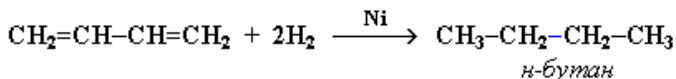
Химические свойства диенов

Реакции присоединения к сопряженным диенам.

Гидрирование. При гидрировании бутадиена-1,3 получается бутен-2, т.е. происходит 1,4-присоединение. При этом двойные связи разрываются, к крайним атомам углерода C₁ и C₄ присоединяются атомы водорода, а свободные валентности образуют двойную связь между атомами C₂ и C₃:

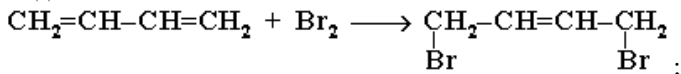


В присутствии катализатора Ni получается продукт полного гидрирования:

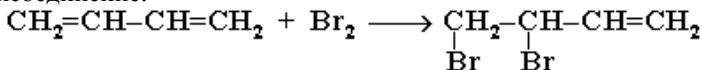


Галогенирование.

1,4-присоединение:



1,2-присоединение:

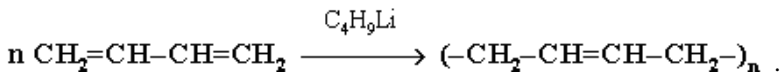


При избытке брома присоединяется еще одна его молекула по месту оставшейся двойной связи с образованием 1,2,3,4-тетрабром-бутана.

Присоединение галогенов, галогеноводородов, воды и других полярных реагентов происходит, как в алкенах. К реакциям присоединения относятся реакции полимеризации, характерные для диенов. Этот процесс имеет важное значение в производстве синтетических каучуков. Полимеризация 1,3-диенов может протекать либо по типу 1,4-присоединения, либо по смешанному типу 1,2- и 1,4-присоединения. Направление присоединения зависит от условий проведения реакции. Избирательное 1,4-присоединение происходит при использовании металлоорганических катализаторов (например, бутилли-



тия C_4H_9Li , который не только инициирует полимеризацию, но и определенным образом координирует в пространстве присоединяющиеся молекулы диена):



Таким способом получен стереорегулярный 1,4-цис-полиизопрен – синтетический аналог натурального каучука. Для практического использования каучуки превращают в резину. Резина – это вулканизированный каучук с наполнителем (сажа). Суть процесса вулканизации заключается в том, что нагревание смеси каучука и серы приводит к образованию трехмерной сетчатой структуры из линейных макромолекул каучука, придавая ему повышенную прочность. Атомы серы присоединяются по двойным связям макромолекул и образуют между ними сшивающие дисульфидные мостики.

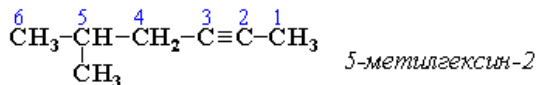
Сетчатый полимер более прочен и проявляет повышенную упругость – высокоэластичность (способность к высоким обратимым деформациям). В зависимости от количества сшивающего агента (серы) можно получать сетки с различной частотой шивки. Предельно сшитый натуральный каучук – эбонит – не обладает эластичностью и представляет собой твердый материал.

3.Алкины: способы получения и химические свойства

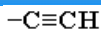
Алкины – это углеводороды, которые имеют одну тройную связь при атоме углеводорода в sp-гибридизации. Общая формула C_nH_{2n-2} . По систематической номенклатуре названия ацетиленовых углеводородов производят от названий соответствующих алканов (с тем же числом атомов углерода) путем замены суффикса -ан на -ин:

2 атома С → этан → этин; 3 атома С → пропан → пропин и т.д.

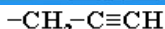
Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя тройную связь (т.е. она может быть не самой длинной). Нумерацию углеродных атомов начинают с ближнего к тройной связи конца цепи. Цифра, обозначающая положение тройной связи, ставится обычно после суффикса -ин. Например:



Для простейших алкенов применяются также исторически сложившиеся названия: ацетилен (этин), аллилен (пропин), кротонилен (бутин-1), валерилен (пентин-1). В номенклатуре различных классов органических соединений наиболее часто используются следующие одновалентные радикалы алкинов:

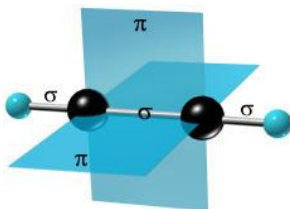
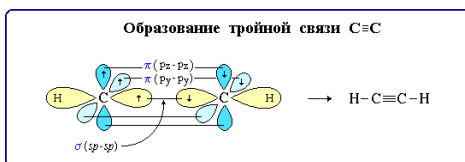


этинил



пропаргил

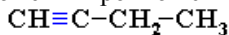
Тройная связь является комбинацией из одной σ - и двух π -связей, образуемых двумя sp -гибридизованными атомами. σ -связь возникает при осевом перекрывании sp -гибридных орбиталей соседних атомов углерода; одна из π -связей образуется при боковом перекрывании p_y -орбиталей, другая – при боковом перекрывании p_z -орбиталей.



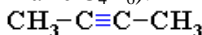
σ -связи, образуемые sp -гибридными орбиталями углерода, располагаются на одной прямой (под углом 180° друг к другу). Поэтому молекула ацетилена имеет линейное строение.

Структурная изомерия.

Изомерия положения тройной связи (начиная с C_4H_6):



бутин-1

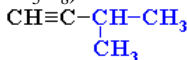


бутин-2

Изомерия углеродного скелета (начиная с C_5H_8):

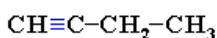


пентин-1

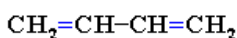


3-метилбутин-1

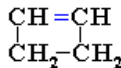
Межклассовая изомерия с алкадиенами и циклоалкенами, начиная с C_4H_6 :



бутин-1



бутадиен-1,3

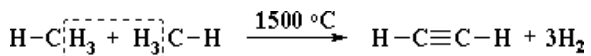


циклобутен

Пространственная изомерия относительно тройной связи в алкинах не проявляется, так как заместители могут располагаться только одним способом – вдоль линии связи.

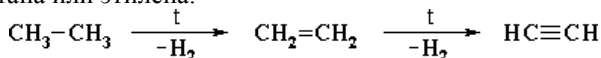


Получение алкинов. Ацетилен является важнейшим исходным продуктом в производстве многих органических веществ и материалов. Его получают в больших количествах, используя ряд промышленных методов. Пиролиз метана:



Реакцию проводят электродуговым способом, пропуская метан между электродами с временем контакта 0,1–0,01 секунды. Столь малое время нагревания обусловлено тем, что ацетилен при такой температуре может разлагаться на углерод и водород.

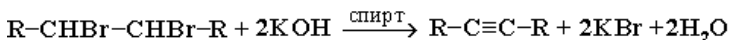
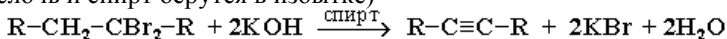
Пиролиз этана или этилена:



Гидролиз карбида кальция: $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$

Для синтеза гомологов ацетилена применяют следующие методы:

1) дегидрогалогенирование дигалогеналканов спиртовым раствором щелочи (щелочь и спирт берутся в избытке)



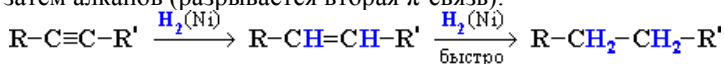
2) удлинение цепи (алкилирование ацетиленидов) при действии на ацетилениды алкилгалогенидами



Химические свойства алкинов

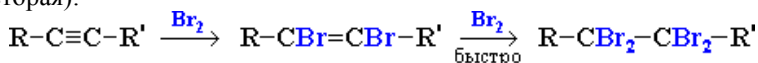
Реакции присоединения к алкинам.

Гидрирование. В присутствии металлических катализаторов (Pt, Ni) алкины присоединяют водород с образованием алкенов (разрывается первая π -связь), а затем алканов (разрывается вторая π -связь):



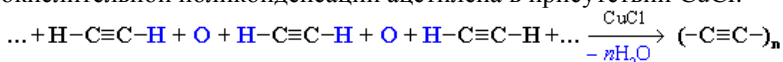
При использовании менее активного катализатора ($\text{Pd}/\text{CaCO}_3/\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) гидрирование останавливается на стадии образования алкенов.

Галогенирование. Электрофильное присоединение галогенов к алкинам протекает медленнее, чем для алкенов (первая π -связь разрывается труднее, чем вторая):



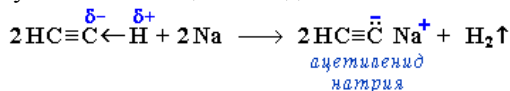


Возможно образование молекул, содержащих большее число звеньев ацетиленового строения как циклического, так и линейного строения ($-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-$). Такие полимеры обладают полупроводниковыми свойствами. Высокомолекулярное вещество – карбин (одна из аллотропных модификаций углерода) – образуется не в результате полимеризации ацетиленового строения, а при окислительной поликонденсации ацетиленового строения в присутствии CuCl :

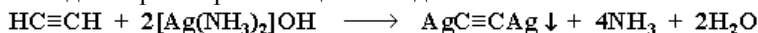


(поликонденсация относится к реакциям замещения)

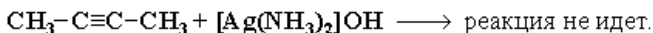
Образование солей. Ацетилен и его гомологи с концевой тройной связью $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ (алкины-1) вследствие полярности связи $\text{C}(sp)-\text{H}$ проявляют слабые кислотные свойства: атомы водорода могут замещаться атомами металла. При этом образуются соли – ацетилениды:



Ацетилениды щелочных и щелочноземельных металлов используются для получения гомологов ацетиленового строения. При взаимодействии ацетиленового строения (или $\text{R}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$) с аммиачными растворами оксида серебра или хлорида меди(I) выпадают осадки нерастворимых ацетиленидов:



Если тройная связь находится не на конце углеродной цепи, то кислотные свойства отсутствуют (нет подвижного атома водорода) и ацетилениды не образуются:



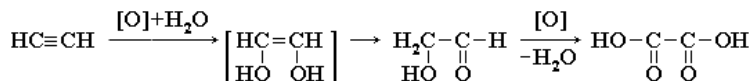
Окисление алкинов. Ацетилен и его гомологи легко окисляются различными окислителями (перманганатом калия в кислой и щелочной среде, дихроматом калия в кислой среде и др.). Строение продуктов окисления зависит от природы окислителя и условий проведения реакций. При жестком окислении (нагревание, концентрированные растворы, кислая среда) происходит расщепление углеродного скелета молекулы алкина по тройной связи и образуются карбоновые кислоты:



Алкины обесцвечивают разбавленный раствор перманганата калия, что используется для доказательства их ненасыщенности. В этих условиях происходит мягкое окисление без разрыва σ -связи $\text{C}-\text{C}$ (разрушаются только π -связи). Например, при взаимодействии ацетиленового строения с разбавленным раствором



KMnO_4 при комнатной температуре возможны следующие превращения с образованием щавелевой кислоты $\text{HOOC}-\text{COOH}$:



При сгорании алкинов происходит их полное окисление до CO_2 и H_2O . Горение ацетилена сопровождается выделением большого количества тепла ($Q = 1300$ кДж/моль): $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Температура ацетиленово-кислородного пламени достигает более 2800–3000 °С. На этом основано применение ацетилена для сварки и резки металла. Ацетилен образует с воздухом и кислородом взрывоопасные смеси. В сжатом, и особенно в сжиженном, состоянии ацетилен способен взрываться от удара. Поэтому он хранится в стальных баллонах в виде растворов в ацетоне, которым пропитывают асбест. Наибольшее практическое значение имеют ацетилен $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ и винилацетилен $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$. Ацетилен используется для получения самых разнообразных веществ.



ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Мерой полярности связи является *электрический момент диполя* – ЭДМ- μ , представляющий собой произведение длины диполя l на абсолютный эффективный заряд g : $\mu = g \cdot l$. Электрический момент диполя обычно выражают в дебаях (D): $1D = 3,33 \cdot 10^{-30}$ Кл·м.)

Некоторые характеристики простейших связей

Связь	Энергия, кДж/моль	Длина, нм	Полярность μ		Поляризуемость $a \cdot 10^{-24}, \text{см}^3$
			$10^{30} \cdot \text{Кл} \cdot \text{м}$	D	
C–C	339	0,154	0	0	1,3
C=C	611	0,133	0	0	4,2
C \equiv C	833	0,120	0	0	6,2
H–C	414	0,109	1,33	0,4	1,7
C–N	305	0,147	4,00	1,2	1,5
C=N	595	0,127	4,34	1,3	3,8
C \equiv N	888	0,115	13,36	4,0	4,8
C–O	368	0,143	5,34	1,6	1,5
C=O	724	0,121	10,68	3,2	3,3
C–F	427	0,140	7,68	2,3	1,7
C–Cl	326	0,176	7,68	2,3	6,5
C–Br	272	0,191	7,34	2,2	9,6
C–I	238	0,212	6,68	2,0	14,6
H–O	460	0,096	5,01	1,5	1,9
H–N	389	0,101	4,34	1,3	1,8
N–N	160	0,147			
N \equiv N	946	0,110			
N=O	678	0,115			

Приложение 2

Номенклатура органических соединений

В настоящее время международный союз теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) рекомендовал для использования номенклатуру, получившую название *номенклатура ИЮПАК*.

Таблица 1. Названия предельных углеводородов

Формула углеводорода	Название	Формула углеводорода	Название
C ₅ H ₁₂	Пентан	C ₁₁ H ₂₄	Ундекан
C ₆ H ₁₄	Гексан	C ₁₂ H ₂₆	Додекан
C ₇ H ₁₆	Гептан	C ₁₃ H ₂₈	Тридекан
C ₈ H ₁₈	Октан	C ₁₄ H ₃₀	Тетрадекан
C ₉ H ₂₀	Нонан
C ₁₀ H ₂₂	Декан	C ₂₀ H ₄₂	Эйкозан

Таблица 2. Названия важнейших заместителей

Заместитель	Название	Заместитель	Название
-------------	----------	-------------	----------



CH_3- CH_3-CH_2- $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3$ $\quad $ CH_3	метил этил н-пропил изопропил (пропил-2)	CH_3 $ $ $\text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_2-$ $ $ CH_3	неопентил
CH_3 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-$ $\quad $ CH_3	н-бутил втор-бутил	CH_3 $ $ $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}-$ $ $ CH_3	трет-пентил
$\text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-$ $\quad $ CH_3	изобутил (2-метил-пропил-1)	$\text{CH}_2=$ $\text{CH}\equiv$ $\text{CH}_3-\text{CH}=$ $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ $\text{CH}_2=\text{CH}-$ $\text{HC}\equiv\text{C}-$ $\text{CH}_2=\text{C}-$ $\quad $ CH_3	метилен метин этилиден этилен триметилен винил этинил изопропенил
$\text{CH}_3-\text{C}-$ $\quad $ CH_3	трет-бутил		
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	н-пентил		
$\text{CH}_3\text{CHCH}_2\text{CH}_2-$ $\quad $ CH_3	изопентил	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}-$	1-бутенил
C_6H_5-	фенил	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2-$	2-бутенил
$\text{CH}_3-\text{C}_6\text{H}_4-$	толил (п-изомер)	$\text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}_2-$ $\quad $ CH_3	метилаллил (металлил)
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$	бензил	$\text{CH}_3-\text{C}=\text{O}$ $\quad $	ацетил
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-$	стирил	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}=\text{O}$ $\quad $	бензоил
$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{CH}-$	бензгидрил (дифенил-метил)	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$	метилендиокси
$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}-$	тритил		
$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-$	винилиден		
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$	аллил		
$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-$	пропенил		
$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_2-$	ацетонил		
$\text{CH}_3-\text{O}-$	метокси		
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-$	этокси		

Простейшие спирты можно называть по соответствующему радикалу: метиловый спирт CH_3OH , изопропиловый спирт $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ (но не изопропанол), трет-бутиловый спирт $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$.

За некоторыми спиртами сохраняются тривиальные названия:

Аллиловый спирт $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH}$;

Бензиловый спирт $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$;



Фенилэтиловый спирт	$C_6H_5-CH_2-CH_2OH$;
Этиленгликоль	$HOCH_2-CH_2OH$;
Пропиленгликоль	$CH_3-CH(OH)-CH_2OH$;
Глицерин (глицерол)	$CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$.

Для альдегидов допускаются тривиальные названия, если соответствующая кислота имеет тривиальное название:

Формальдегид	CH_2O ;
Ацетальдегид	CH_3-CHO ;
Пропиональдегид	CH_3-CH_2-CHO ;
Бутиральдегид	$CH_3-CH_2-CH_2-CHO$;
Изобутиральдегид	$(CH_3)_2CH-CHO$;
Валеральдегид	$CH_3-(CH_2)_3-CHO$;
Изовалеральдегид	$(CH_3)_2CH-CH_2-CHO$;
Акролеин (акриальдегид)	$CH_2=CH-CHO$;
Кроноальдегид	$CH_3-CH=CH-CHO$;
Бензальдегид	C_6H_5-CHO .

Имеются исключения, например глиоксаль $O=CH-CH=O$.

Для некоторых кетонов допускаются тривиальные названия:

ацетон	$CH_3-CO-CH_3$;
окись мезитила	$(CH_3)_2C=CH-CO-CH_3$;
диацетил	$CH_3-CO-CO-CH_3$;
бензил (или дибензоил)	$C_6H_5-CO-CO-C_6H_5$.

Сохраняются тривиальные названия заместителей:

ацетонил $CH_3-CO-CH_2-$, фенацил $C_6H_5-CO-CH_2-$.



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб. пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб. пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Болдырев, А. И. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983.
5. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.– М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
6. Грандберг, И.И. Органическая химия: Учеб. для студ. вузов обучающихся на агрономических специальностях/ И. И. Грандберг. – М.: Дрофа, 2004. –672 с.
7. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
8. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
9. Химия. Курс лекций: учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная [и др.]. – Горки : БГСХА, 2024. – 383 с.
10. Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева, Т. В. Булак.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
11. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
12. Химия: учебно-методический комплекс: Учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с. ISBN 978-985-467-359-2
13. Хмельницкий, Р. А. Физическая и коллоидная химия: Учебник для вузов/ Р. А. Хмельницкий. – М.: Высш. шк., 1988.
14. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
15. Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.
16. Щербина, А.Э. Органическая химия. Задачи и упражнения: Учеб. пособие / А.Э. Щербина, Л.Г. Матусевич, И.В. Сенько. – Минск : Новое знание, 2007. – 304 с.

Дополнительная

1. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: Учеб. пособие/ Н.А. Белясова. – Минск: Книжный дом, 2004. – 416 с.
2. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн.: Высш. шк., 2003. – 96 с.
3. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
4. Жарский, И. М. Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
5. Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
6. Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
7. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия, 1977.
2. Кольман, Я. Наглядная биохимия: Пер. с нем/ Я.Кольман, К.Г. Рем. – М.: Мир, 2000. – 469 с.
3. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Составители
Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна