

Непредельные  
углеводороды.



# Непредельные углеводороды.

- **Непредельные, или ненасыщенные, УВ** содержат кратные углерод-углеродные связи
- ( $>C=C<$ ,  $-C\equiv C-$ )
- Непредельными называются углеводороды, в молекулах которых имеются атомы углерода, связанные между собой двойными или тройными связями. Их также называют **ненасыщенными** углеводородами, так как их молекулы имеют меньшее число атомов водорода, чем насыщенные.

# Непредельные углеводороды:

Алкены.

Алкадиены.

Алкины.





# Алкены

Определени  
е  
алкенов

Химические  
свойства

Изомерия

Получение

Номенклатур  
а

Применение

Физические  
свойства

Назад



Алкены (олефины, этиленовые  
УВ)  $C_nH_{2n}$ ,  $n > 2$

Алкены – это УВ, в молекулах которых два атома углерода находятся в состоянии  $Sp^2$ -гибридизации и связаны друг с другом двойной связью.

Длина связи  $C=C$  в алкенах равна **0,134** нм.

[Назад](#)

# Изомерия

Для алкенов возможны 4 типа изомерии:

- Изомерия углеродной цепи
- Изомерия положения двойной связи
- Цис,- транс- изомерия
- Классов соединений (циклоалканы)

[Назад](#)

# Номенклатура



ан -- ен или илен

В качестве главной выбирают цепь, включающую двойную связь, даже если она не самая длинная.

**Нумерация** с того конца, к которому ближе двойная связь

Положение = связи указывают в конце, номером атома углерода, после которого она находится.

В начале названия – положение боковых цепей.

**Исключение: пентан - пентен или амилен**

**Радикалы**  $CH_2=CH-$  винил

$CH_2=CH-CH_2-$  аллил

[Назад](#)

# Физические свойства

$C_2-C_4$  газы,

- $C_5-C_{16}$  жидкости,
- $C > 19$  твердые,
- $\rho < 1$  г/см<sup>3</sup>, мало растворимы в воде,
- $T_{\text{кип.}}(\text{н}) > T_{\text{кип.}}(\text{разв.})$
- $T_{\text{кип.}}(\text{цис}) > T_{\text{кип.}}(\text{транс})$

[Назад](#)

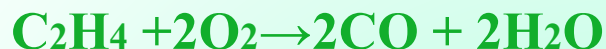








**б) неполное( недостаток кислорода)**



**в) под действием окислителей типа  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$**



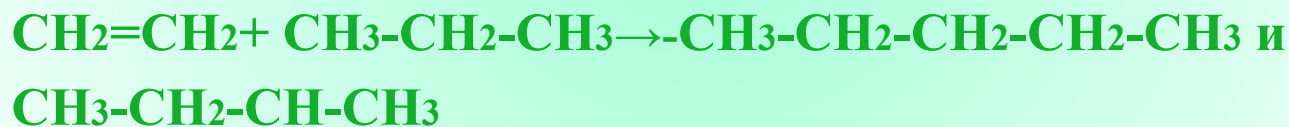
1 1

ОН ОН

!!!

**качественная реакция**

**алкилирование (присоединение алканов) кат.  $\text{AlCl}_3$ ,  
 $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$**



1

пентан

$\text{CH}_3$

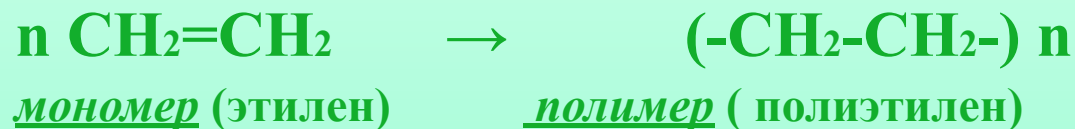
**2-метилбутан**



## III. Реакции полимеризации.


- Процесс полимеризации алкенов открыт А.М.Бутлеровым.
- Полимеризацией называется процесс соединения одинаковых молекул (мономеров), протекающий за счет разрыва кратных связей, с образованием высокомолекулярного соединения (полимера)

Условия  $t, P, kat.$



[Назад](#)



- 
- Исследования выдающегося русского химика **Владимира Васильевича Марковникова** явились блестящим подтверждением теории химического строения его учителя, **А.М. Бутлерова**. Результаты этих исследований послужили основой учения о взаимном влиянии атомов как одного из главных положений теории химического строения. В 1869 г. В. В. Марковников защитил докторскую диссертацию на тему «Материалы по вопросу о взаимном влиянии атомов в химических соединениях».

!!!

## Реакция Вагнера. !

- Реакцию окисления олефинов водным раствором перманганата калия открыл в **1888** г. русский химик с немецкой фамилией – **Егор Егорович Вагнер**. С помощью этой **качественной реакции** Е.Е. Вагнер доказал **непредельный характер** некоторых природных соединений: терпенов, лимонена, скипидара. С тех пор этот процесс носит имя ученого – **реакция Вагнера**.

## Получение алкенов.

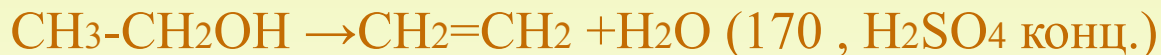
1) Крекинг нефтепродуктов  $C_{16}H_{34} \rightarrow C_8H_{18} + C_8H_{16} (t)$

2) Дегидрирование алканов (де + гидр + ирование = удалять + водород + действие)  $C_nH_{2n+2} \rightarrow C_nH_{2n} + H_2 (t, kat.)$  Отщепление водорода.

3) Гидрирование алкинов



4) Дегидратация спиртов (t, kat:  $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $Al_2O_3$ ,  $ZnCl_2$ )



При дегидратации спиртов атом водорода отщепляется от атома углерода, связанного с наименьшим числом атомов водорода (правило А.М. Зайцева).

!!!





## Применение алкенов

Свойство	Уравнение	Применение
1. полимеризация	$n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \longrightarrow (\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n$	Производство пластмасс.
2. алкилирование	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	В качестве моторного топлива
3. Галогенирование и гидрогалогенирование	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$	Растворитель
	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{Cl}$	Местная анестезия, растворитель, в с/х для обеззараживания зернохранилищ.
4. Гидратация	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$	Растворитель, в медицине. в производстве синтетического каучука
5. Окисление [O] р-ром $\text{KMnO}_4$	$\text{CH}_2=\text{CH}_2 + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$	Получение антифризов, тормозных жидкостей, в производстве пластмасс.
6. Особые свойства этилена этилен- регулятор роста растений	$\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{P}(\text{OH})_2=\text{O}$ $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow$	Препарат «этрел» (1946г. М.И. Кабачник и П.А. Российская) попадая в растение разлагается с выделение этилена, ускоряет созревание плодов.

[Назад](#)

## Правило Зайцева

- Эта закономерность открыта в 1875 г. выдающимся русским химиком, учеником и тезкой А.М. Бутлерова Александром Михайловичем Зайцевым и носит название правило Зайцева.
- Реакция дегидратации – полная аналогия реакции дегидрогалогенирования.
- Де+ гидро +галоген + ирование = удалять + водород+ галоген + (действие).  
Отщепление галогеноводорода.  
Дегидратация отщепление воды.



# Алкены.

- Назовите по систематической номенклатуре:  
 $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_3$ 
    - а) 3,3 –диметилбутен-2, б) 2-диметилбутен -3,
    - в) 2,2- диметилбутен -3, г) 3,3- диметилбутен-1
  - Бромэтан может быть превращен в этилен:
    - а) взаимодействием с натрием
    - б) взаимодействием со спиртовым раствором щелочи
    - в) нагреванием с серной кислотой
    - г) взаимодействием с водородом
  - Реакция присоединения воды называется
    - а) гидрирования б) дегидратация в) гидратация г) дегидрирования
  - Какие вещества, названия которых приведены ниже, являются между собой гомологами?
    - а) этен б) 2-метилпропен в) 1,2- дихлорпропен г) 1-хлорпропен
  - Укажите названия алкенов, для которых возможна геометрическая изомерия:
    - а) 1,1-дихлорэтен б) 1,2-дихлорэтен в) винилхлорид г) бутен -2
- Укажите значение относительной молекулярной массы для алкена с 6-ю атомами углерода в молекуле:
- а) 86 б) 84 в) 82 г) 80
- Укажите типы реакций, в которые может вступать пропен:
- а) полимеризации б) гидратации в) гидрирования г) окисления
- В отличие от пропана пропен реагирует
- а) бромом б) бромной водой в) водой г) водородом

# Домашнее задание.


- **Цветков**
- **Хомченко № 20.1,20.2, 20.6(изомерия и номенклатура),2013,20.14,20.33,20.34.**
- **Журин А. Левина Л. с.31 № 52.**








Назад



# Диеновые углеводороды (алкадиены)

- 
- Диеновые УВ (алкадиены) – это УВ, в молекулах которых между атомами углерода имеются две **двойные** связи.
  - Общая формула:  
 $C_nH_{2n-2}$  , где  $n > 3$



[Назад](#)

# Классификация

## Диены с кумулированными связями

Две двойные связи находятся у одного атома углерода

$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$  пропадиен (аллен)

## Диены с сопряженными связями

Двойные связи разделены одной одинарной связью

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  бутадиен-1,3

## Диены с изолированными связями

Двойные связи разделены двумя или более одинарными связями

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$  пентадиен-1,4

[Назад](#)

# Изомерия и номенклатура

## 1) Структурная изомерия цепи



гексадиен-2,4



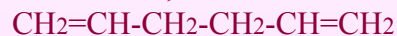
3-метилпентадиен-1,3



## 2) Структурная изомерия взаимного положения двойных связей



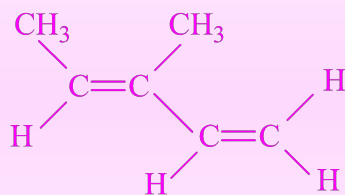
гексадиен-1,4



гексадиен-1,5



## 3) Пространственная изомерия



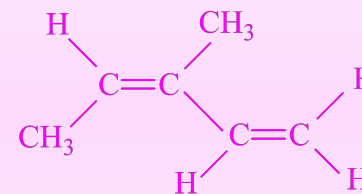
цис-3-метилпентадиен-1,3

## 4) Межклассовая изомерия

гексин-1 и его изомеры



Изомерия и номенклатура диенов на примере диенового углеводорода с эмпирической формулой  $\text{C}_6\text{H}_{10}$



транс-3-метилпентадиен-1,3

[Назад](#)



# Химические свойства

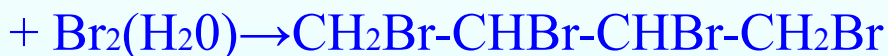
## 1) Реакции присоединения:

### а) галогенирование



бутадиен-1,3

1,4-дибромбутен-2



1,2,3,4-тетрабромбутан

**Бромная вода обесцвечивается.**

**Присоединение идет в положение 1 и 4, а между атомами 2 и 3 образуется новая двойная связь.**

### б) гидрогалогенирование



бутадиен-1,3

1-хлорбутен-2

### в) гидрирование (+H<sub>2</sub>)



бутадиен-1,3

бутен-2

## 2) Полимеризация



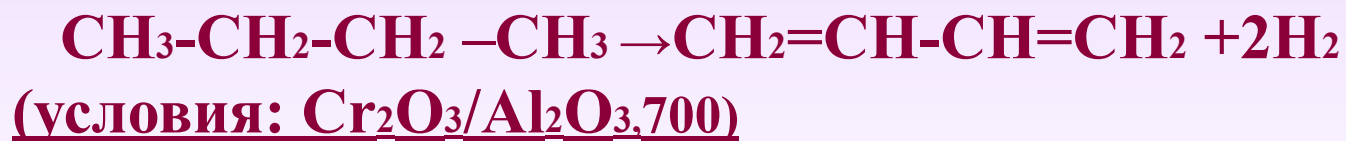
полибутадиен (бутадиеновый каучук)

[Назад](#)

# Получение алкадиенов

## 1) Каталитическое дегидрирование

а) алканов



б) алкенов



## 2) По способу Лебедева.



!!!

[Назад](#)



В начале XX в. в связи с резким подорожанием натурального каучука возникла острая необходимость в разработке доступного и экономичного способа получения диенов.

В 1926 г. в Советском Союзе был объявлен конкурс на лучший способ получения синтетического каучука. Сроки и условия конкурса были достаточно жесткими.



**Победителем оказалась группа химиков под руководством профессора Военно-медицинской академии г. Ленинграда *Сергея Васильевича Лебедева*. В качестве сырья использовался этиловый спирт. Этот способ получения бутадиена-1,3 получил название метода Лебедева и долгое время использовался в промышленности.**



## Понятие о терпенах

- **Каучук**- не единственное природное производное изопрена. В природе существует множество углеводов, структурными фрагментами которых является изопрен. Общее «родовое» название **терпены**. Общая формула- $(C_5H_8)_n$ . **Терпены** очень широко распространены в природе. Многие являются составной частью эфирных масел, придающих растениям специфический аромат. **Оцимен** содержится в базилике, а **лимонен** - в кожуре цитрусовых.





■ Эфирными маслами называют нерастворимые в воде маслообразные продукты, которые в отличие от жирных масел полностью испаряются и не оставляют следов на бумаге. Их используют в производстве душистых веществ, для ароматизации косметических средств. Первые рецепты таких композиций относятся ко временам царя Хаммурапи (2100г. до н.э.) Сквален выделяют из печени акулы.



$\beta$ -каротин содержит длинную цепочку сопряженных двойных связей. Такие фрагменты называют хромофорными группами.

Подобные молекулы окрашивают в желтый цвет лепестки шафрана, в золотой - сладкую кукурузу, в оранжевый - апельсиновый сок, в розовый - мясо лосося.  $\beta$ -каротин содержится в моркови, которая имеет такую характерную окраску. Витамины группы А - производные терпенов. При недостатке витамина А возникает ослабление зрения. Поэтому сырая морковь и морковный сок так полезны для глаз.



## Алкадиены

1. Укажите число  $\pi$ -связей в молекуле 1,3-бутадиена:

а) 8 б) 9 в) 7 г) 5

2. Молярная масса алкадиена равна 82 г/моль. Сколько атомов водорода содержится в молекуле алкадиена?

а) 10 б) 12 в) 14 г) 8

3) В молекуле алкадиена 6 атомов углерода. Укажите значение относительной молекулярной массы алкадиена:

а) 86 б) 84 в) 82 г) 80

4) Какой продукт преимущественно образуется при взаимодействии 1 моль 1,3-бутадиена с 1 моль брома при комнатной температуре

а) 1,4-дибромбутен-2 б) 1,2-дибромбутен-1

в) 3,4-дибромбутен-1 г) 1,2,3,4-тетрабромбутан

5) Укажите схемы реакций, в которых продуктом может быть 1,3-бутадиен

а)  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  ---- (дегидрирование)

б)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  --- (кат. t)

в)  $2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl} + 2\text{Na}$  ---- (t)

г)  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ----- (кат, t)

б) С какими веществами реагирует 1,3-бутадиен?

а) бром б) водород в) кислород г) хлороводород

7) При полном гидрировании бутадиена -1,3 образуется:

а) бутен б) бутан в) изопрен г) бутен-2

8) Реакцией Лебедева называется реакция получения:

а) 1.3-бутадиена из этилена б) 1,3-бутадиена из винилхлорида

в) 1,3-бутадиена из бутана г) 1,3-бутадиена из этанола

9) В результате вулканизации каучука можно получить:

а) гуттаперчу б) резину в) эбонит г) фенопласт

10) Укажите формулу элементарного звена бутадиенового каучука:

а)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  б)  $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

в)  $-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2$  г)  $-\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2-$





# Алкины

Определение  
алкинов

Химические  
свойства

Изомерия

Получение

Номенклатур  
а

Физические  
свойства

Применение

Назад

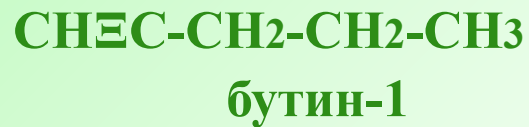
## Алкины (ацетиленовые УВ)

- Алкины – это углеводороды, в молекулах которых два атома углерода находятся в состоянии  $sp$ -гибридизации и связаны друг с другом тройной связью. Общая формула:  $C_nH_{2n-2}$ ,  $n > 2$
- Длина связи в алкинах равна 0,120 нм.

[Назад](#)

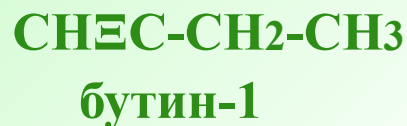
# Изомерия

- Углеродного скелета с «С» >5



3-метилбутин-1

- Положения тройной (кратной) связи



- Классов соединений (алкадиены)



- Пространственной изомерии НЕТ

[Назад](#)

# Номенклатура

АН → ИН

- Выбор главной цепи и начало нумерации определяется тройной связью
- Правила составления названий алкинов по международной номенклатуре аналогичны правилам для алкенов.

[Назад](#)



## Физические свойства

- C2-C4-газы, C5-C16-жидкости, C>17 твердые вещества, растворимость в воде небольшая, но больше чем у алкенов и алканов,  $\rho < 1 \text{ г/см}^3$ ,  $T_{\text{кип}}(\text{H}) > T_{\text{кип}}(\text{разв})$ , с увеличением Mr  $T_{\text{кип}}$  увеличивается.

## Химические свойства алкинов.

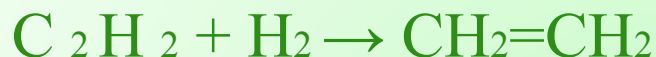
- Алкины во многих реакциях обладают большей реакционной способностью, чем алкены. Для алкинов, как и для алкенов, характерны реакции присоединения. Так как тройная связь содержит две  $\pi$ -связи, алкины могут вступать в реакции двойного присоединения (присоединять 2 молекулы реагента по тройной связи). Присоединение несимметричных реагентов к несимметричным алкинам происходит по правилу **Марковникова**.



# I. Реакции присоединения:

## 1. Присоединение водорода (гидрирование)

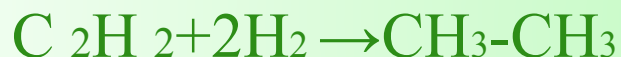
На I ступени образуются алкены, на II ступени- алканы:



(кат. Pt, Pd, Ni,  $t=150$ )



Суммарное уравнение:

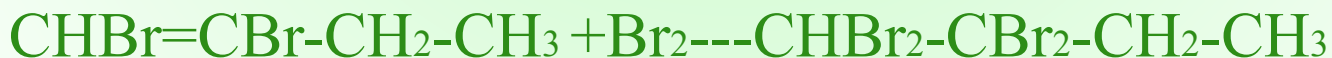


## 2. Присоединение галогенов (галогенирование)


На I ступени образуются дигалогеналкены, на II- тетрагалогеналканы:



бутин -1 (H<sub>2</sub>O) 1,2-дибромбутен-1



(H<sub>2</sub>O) 1,1,2,2-тетрабромбутан



Реакция алкинов с бромной водой – качественная реакция на алкины. Бромная вода обесцвечивается.





### 3.Присоединение галогеноводородов

(гидрогалогенирование)

На I ступени образуются моногалогеналкены,  
на II –дигалогеналканы:



(Cu, Hg)



### 4.Присоединение воды (гидратация)

Происходит по правилу Марковникова. Ацетилен образует альдегид, его гомологи –кетоны (реакция М.Г. Кучерова):



кат. Hg этаналь



О пропанон (ацетон)







Реакция с  $\text{KMnO}_4$  является качественной реакцией на алкины.  
Раствор  $\text{KMnO}_4$  обесцвечивается.

## Кислотные свойства ацетиленовых углеводородов.

Атом водорода в ацетилене и его гомологах, содержащих тройную связь на конце молекулы, довольно подвижен. Он может замещаться на металл, связанный с органическим остатком ионной связью. Продукты замещения можно отнести к классу солей, они называются **ацетиленидами.**



Реакция получения ацетиленидов серебра и меди (I) позволяет отличить алкины с концевой тройной связью от алканов, алкенов и алкинов с тройной связью в середине углеродной цепи.




(хлопья серого осадка)

Во влажном состоянии ацетиленид серебра безопасен, а при высыхании сильно взрывается от удара или поджигания.




## III. Реакции полимеризации.

Очень длинные цепи молекулы ацетилена образуют с трудом, а вот несколько молекул (от двух до пяти ) соединяются друг с другом относительно легко.



Впервые подобную реакцию в 1866г. Осуществил М. Бертло. При нагревании ацетилена до 600 градусов С ему удалось получить небольшое количество бензола.



Спустя 60 лет русский химик Николай Дмитриевич Зелинский обнаружил, что катализатором данной реакции является углерод (активированный уголь). С тех пор эта реакция носит имя Н.Д.Зелинского.

$3\text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$  бензол



[Назад](#)





!!!В 1955г. *Д. Натта* с сотрудниками синтезировал полиацетилен, представляющий собой смесь цис-, трансизомеров: цис-полиацетилен, красного цвета, менее устойчив, транс- полиацетилен, синего цвета, более устойчив. Полиацетилен открыл новую эру токопроводящих полимеров. В 1976г. в лаборатории японского ученого *Хидэки Сиракавы* было сделано удивительное открытие. Если пленку из этого материала обработать иодом, получается золотистое покрытие с металлическим блеском, которое проводит электрический ток в миллиард раз лучше, чем сам полиацетилен! Эти материалы используются в сотнях электронных и звуковоспроизводящих устройств.



# Получение алкинов

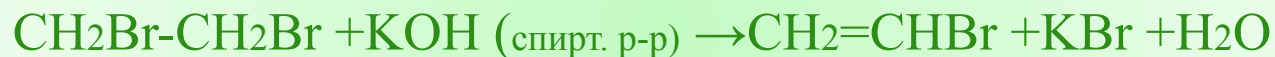
- Пиролиз метана (метановый способ)

.В 1868 г. М. Бертло, пропуская через метан электрический разряд, обнаружил в смеси образующихся газов ацетилен.



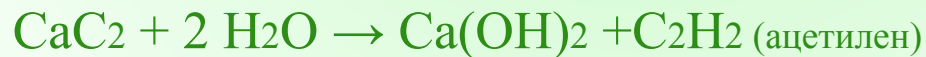
- Дегидрогалогенирование дигалогеналканов

В 60-х гг. XIX в. Молодым русским ученым М. Мясникову и В. Савичу удалось получить ацетилен взаимодействием 1,2-дигалогеналкана с кипящим спиртовым раствором гидроксида калия



- Карбидный способ

В 1836 г. английский химик Э. Дэви получил бесцветный газ, горящий красноватым коптящим пламенем при действии воды на карбид кальция



[Назад](#)

# Применение ацетилен

Свойство	Уравнение	Применение
1. горение	$2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{t \text{ до } 3000 \text{ C}} 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + Q$	Автогенная сварка и резка металлов
2. галогенирование	$\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CHCl}_2 - \text{CHCl}_2$	Растворители, получение других производных
3. гидрогалогенирование	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$ $n\text{CH}_2=\text{CHCl} \longrightarrow (-\text{CH}_2-\text{CHCl}-)_n$	Для производства поливинилхлорида (кожзаменитель и т.п)
4. гидратация	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array}$	Получение уксусного альдегида, уксусной кислоты ( лаки, лекарства и др.)
5. замещение	$\text{C}_2\text{H}_2 + 2\text{AgNO}_3 + 2\text{NH}_4\text{OH} \longrightarrow \text{Ag}_2\text{C}_2\text{Ag}_2 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	Ацетилениды – взрывчатые вещества.

# Список литературы

- 1. Настольная книга учителя  
Химия 9 класс  
О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов
- 2. Настольная книга учителя  
Химия 10 класс  
О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов
- 3. Теория химического строения. Углеводороды.  
Рабочая тетрадь.  
А. Журин, Л. Левина.
- 4. Химия внутри нас  
Введение в бионеорганическую и биоорганическую химию  
А.С. Егоров, Н.М. Иванченко, К.П. Шацкая.
- 5. Химия  
Пособие для школьников старших классов и поступающих в вузы.  
О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов
- 6. Репетитор по химии  
под редакцией А.С. Егорова

