



# Тема урока «Алкины»

---

Цель: Изучение свойств ацетилена  
и его гомологов



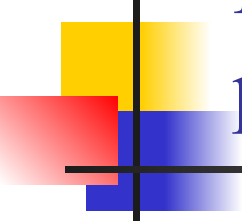
# Алкины (ацетиленовые углеводороды)

---

Ацетиленовыми углеводородами (алкинами) называются непредельные (ненасыщенные) углеводороды, содержащие в молекуле одну тройную связь и имеющие

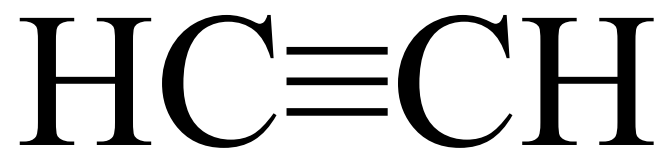
общую формулу  $C_n H_{2n-2}$ , где  $n \geq 2$ .





Первый представитель гомологического  
ряда алкинов является ацетилен  $C_2H_2$

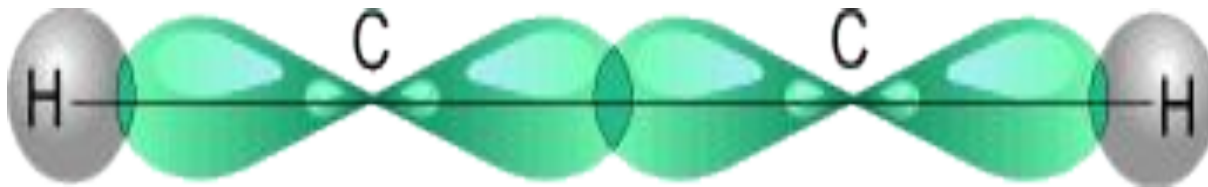
---



структурная формула ацетилена

# Строение ацетилена

Углеродные атомы в молекуле ацетилена находятся в состоянии **sp-гибридизации**. Это означает, что каждый атом углерода обладает двумя гибридными **sp-орбиталями**, оси которых расположены на одной линии под углом  $180^\circ$  друг к другу, а две p-орбитали остаются негибридными.

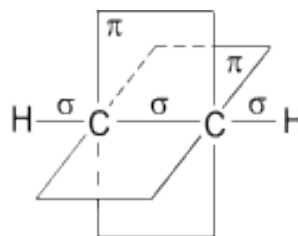
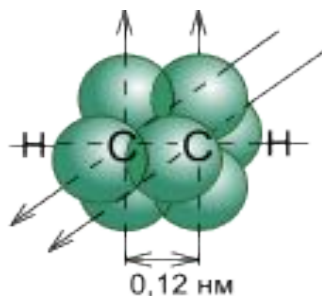


**Sp**- гибридные орбитали двух атомов углерода в состоянии, предшествующем образованию тройной связи  $C \equiv C$  и связей C–H



По одной из двух гибридных орбиталей каждого атома углерода взаимно перекрываются, приводя к образованию

$\sigma$  - связи между атомами углерода. Каждая оставшаяся гибридная орбиталь перекрывается с s- орбиталью атома водорода, образуя  $\sigma$  - связь C–H.



### строение молекулы ацетилена

(ядра атомов углерода и водорода на одной прямой, две  $\pi$  - связи между атомами углерода находятся в двух взаимно перпендикулярных плоскостях)



# Характеристика тройной связи



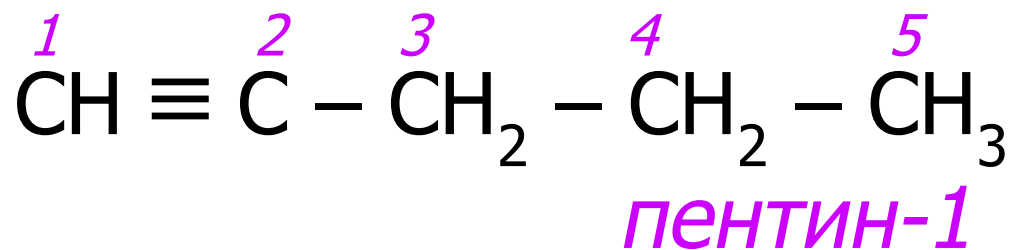
- Вид гибридизации –  $sp$
- Валентный угол –  $180^\circ$
- Длина связи  $\text{C} \equiv \text{C}$  –  $0,120$  нм.
- Строение – линейное
- Вид связи – ковалентная неполярная
- По типу перекрывания – две  $\pi$  и одна  $\sigma$

# Гомологический ряд алкинов

Формула	Название
<b>C<sub>2</sub>H<sub>2</sub></b>	Эт <b>ИН</b> (ацетилен)
<b>C<sub>3</sub>H<sub>4</sub></b>	Проп <b>ИН</b>
<b>C<sub>4</sub>H<sub>6</sub></b>	Бут <b>ИН</b>
<b>C<sub>5</sub>H<sub>8</sub></b>	Пент <b>ИН</b>
<b>C<sub>6</sub>H<sub>10</sub></b>	Гекс <b>ИН</b>

# Номенклатура алкинов

Согласно международной номенклатуре ИЮПАК названия ацетиленовых углеводородов производят от соответствующего алкана с заменой суффикса *-ан* на *-ин*. Главную цепь нумеруют с того конца, к которому ближе расположена **тройная связь**.



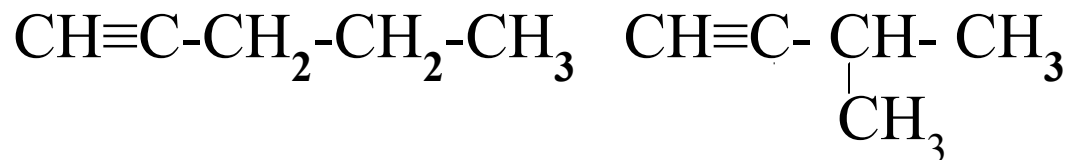
Положение тройной связи обозначают номером того атома углерода, который ближе к началу цепи.





# Изомерия

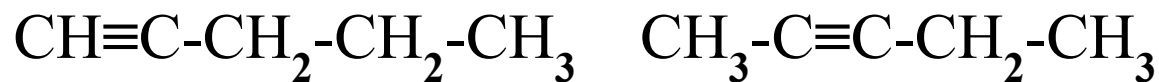
1) изомерия *углеродного скелета* (начиная с  $C_5H_8$ )



пентин-1

3-метилбутин-1

2) изомерия *положения тройной* связи (начиная с  $C_4H_6$ )



пентин-1

пентин-2

3) *межклассовая* изомерия (алкадиены).



пентин-1

пентадиен-1,3





# Физические свойства

---

По физическим свойствам алкины напоминают алкены и алканы. Температуры их плавления и кипения увеличиваются с ростом молекулярной массы.

В обычных условиях алкины

$C_2 - C_3$  – газы,

$C_4 - C_{16}$  – жидкости,

$C_{17}$  - высшие алкины – твердые вещества.

Наличие **тройной связи** в цепи приводит к **повышению температуры кипения**, плотности и растворимости их в воде по сравнению с олефинами и парафинами.



# Получение ацетилена

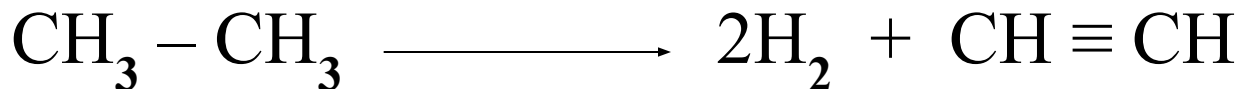
1) В промышленности из природного газа

(высокотемпературным пиролизом метана)



2) Дегидрирование этана

Ni, t=1200 °C



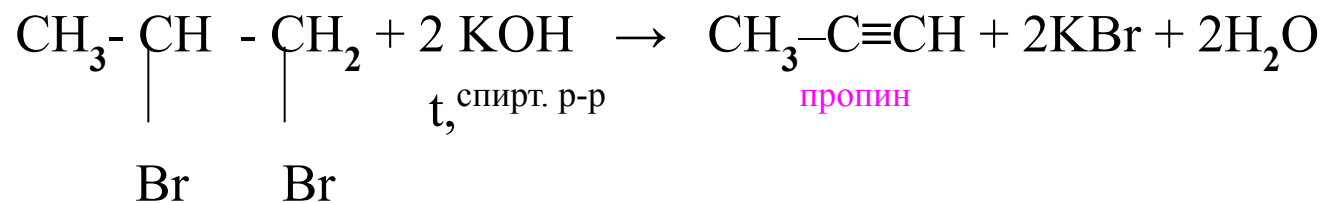
3) **карбидный способ** (при разложении карбида кальция водой).



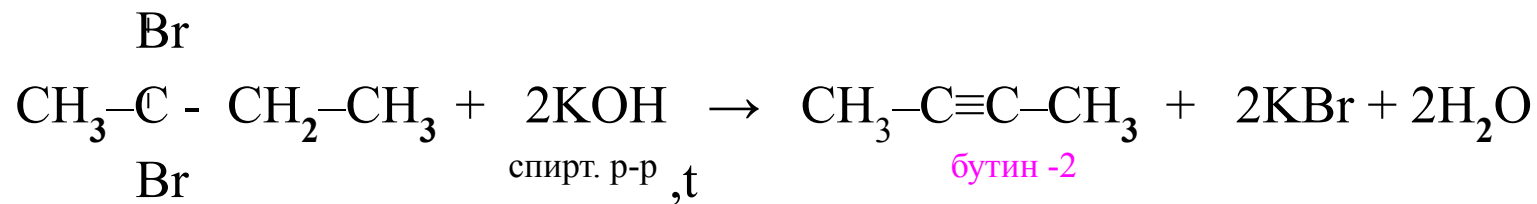
# Получение гомологов ацетилена

Алкины можно получить:

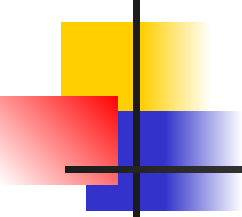
из дигалогеналканов



1,2 - дибромпропан



# Химические свойства



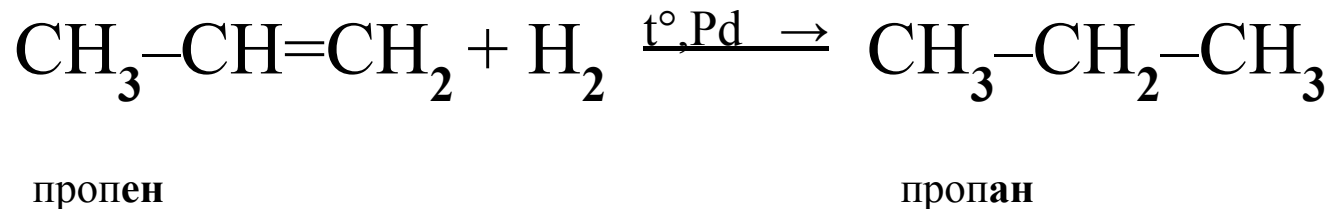
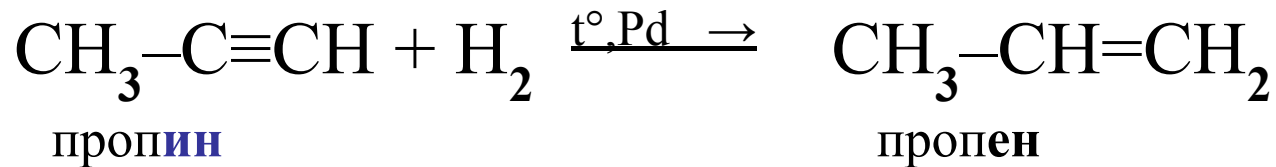
Для алкинов характерны все реакции *присоединения*, свойственные алкенам, однако у них после присоединения первой молекулы реагента остается еще одна  $\pi$ -связь (алкин превращается в алкен), которая вновь может вступать в реакцию присоединения со второй молекулой реагента. Кроме того, "незамещенные" алкины проявляют кислотные свойства, связанные с отщеплением протона от атома углерода, составляющего тройную связь ( $\equiv\text{C}-\text{H}$ ).



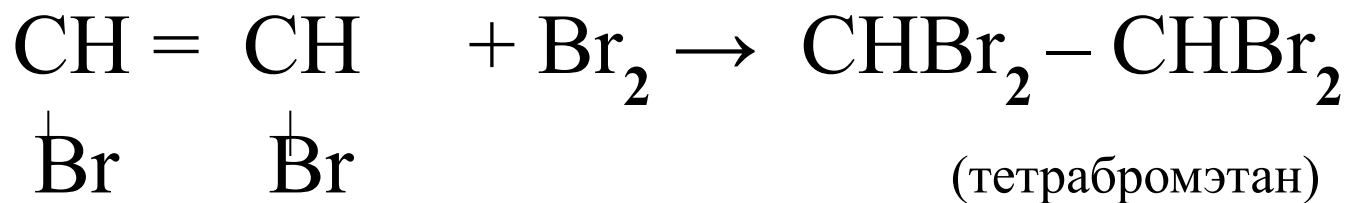
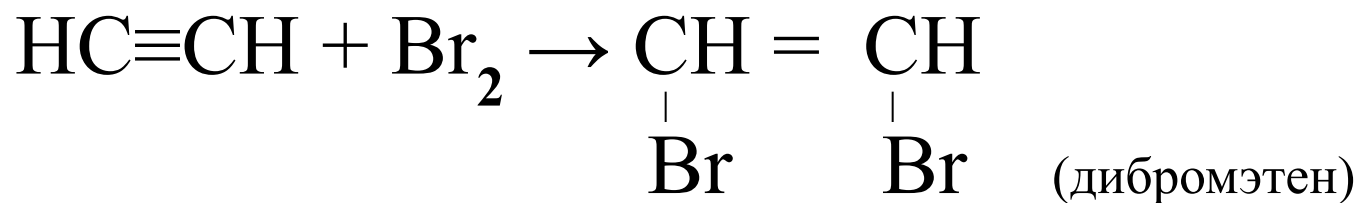
# Реакции присоединения

## 1) *Гидрирование* (присоединение водорода )

осуществляется при нагревании с теми же металлическими катализаторами (Ni, Pd или Pt), что и в случае алкенов, но с меньшей скоростью.



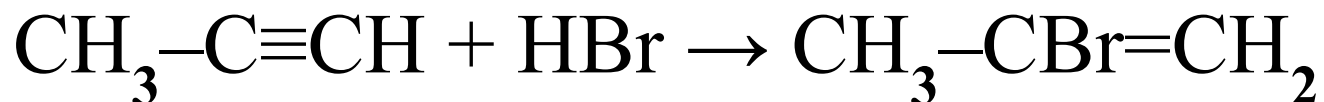
2) *Галогенирование.* Алкины обесцвечивают бромную воду (**качественная реакция на тройную связь**). Реакция галогенирования алкинов протекает медленнее, чем алкенов.



### 3) *Гидрогалогенирование.*

*Правило В.В.Марковникова: водород присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода при двойной или тройной связи, то есть к атому углерода с наибольшим числом водородных атомов.*

Образующиеся продукты определяются правилом Марковникова.



2 - бромпропен



2,2дибромпропан



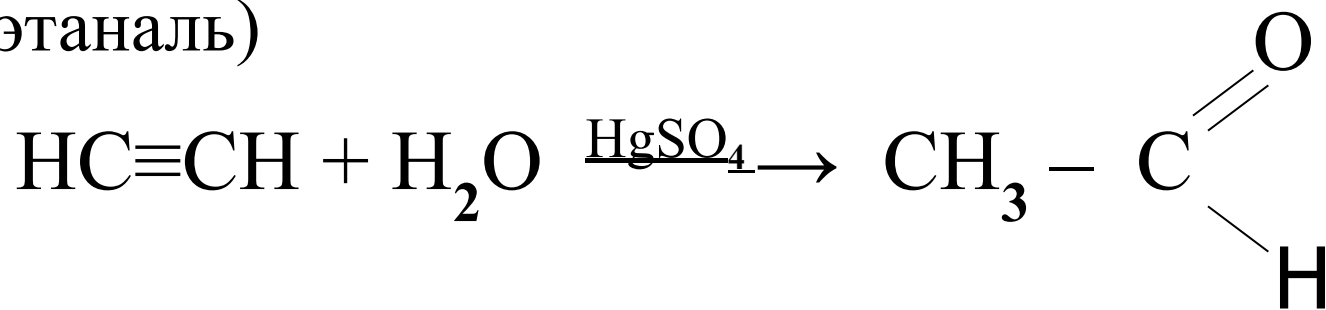


#### 4) *Гидратация* (присоединение воды)

### реакция Кучерова.

осуществляется в присутствии сульфата ртути в кислой среде.

Продукт гидратации ацетиленов – уксусный альдегид (этаналь)

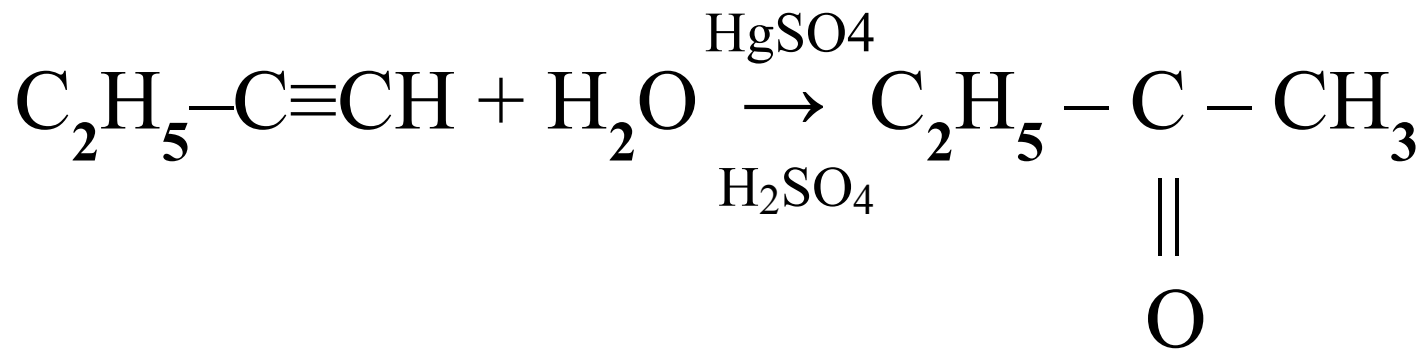


#### 4) *Гидратация* гомологов ацетилена

осуществляется в присутствии сульфата ртути.

Присоединение воды идет по правилу

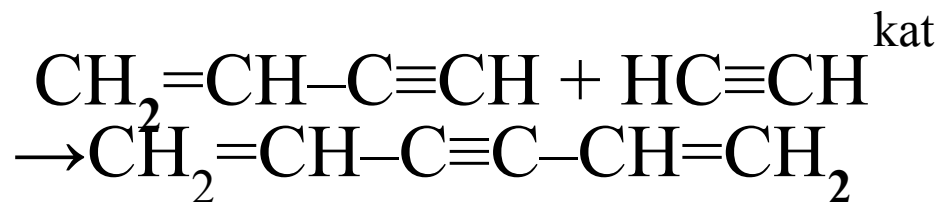
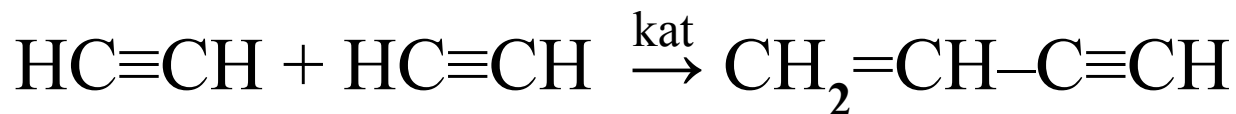
Марковникова, образующийся при этом неустойчивый спирт с гидроксильной группой при двойной связи (так называемый, енол) изомеризуется в более стабильное карбонильное соединение - кетон.



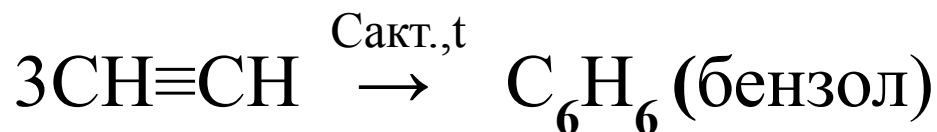
## 5) *Полимеризация.*

Алкины ввиду наличия тройной связи склонны к реакциям полимеризации, которые могут протекать в нескольких направлениях:

- а) Под воздействием комплексных солей меди происходит **димеризация и линейная тримеризация ацетилен**.

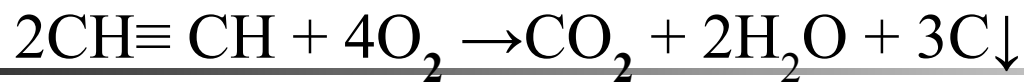


- б) **Тримеризация** (для ацетилен)

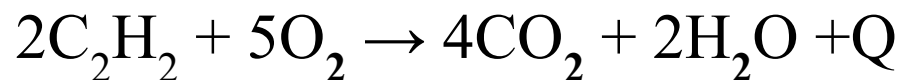


## ■ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ

### б) *Горение*



Так как много углерода в молекулах алкинов, они горят коптящим пламенем. При вдувании кислорода - светятся,  $t = 2500^\circ\text{C} - 3000^\circ\text{C}$ .

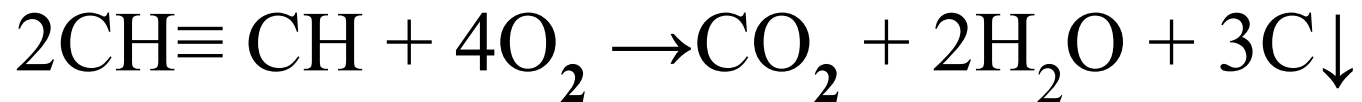


# ■ РЕАКЦИИ ОКИСЛЕНИЯ



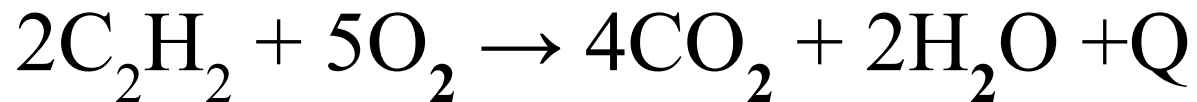
---

## 1) *Горение*



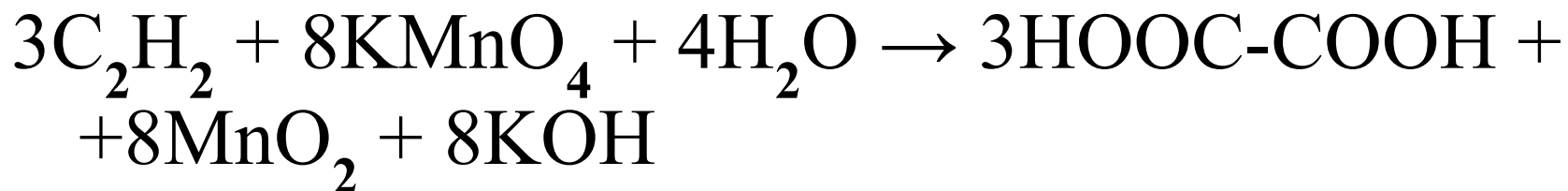
Алкины горят коптящим пламенем.

При вдувании кислорода - светятся,  $t = 2500^\circ\text{C}$ .



## 2. Мягкое окисление

7) В присутствии  $\text{KMnO}_4$  ацетилен легко окисляется в до щавелевой кислоты (обесцвечивание раствора  $\text{KMnO}_4$  является **качественной реакцией** на наличие тройной связи).

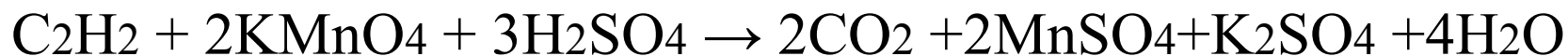


### 3. Жесткое окисление



---

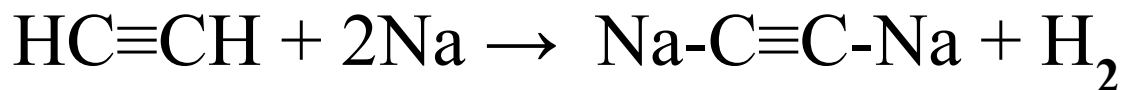
8) В присутствии  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде и при температуре ацетилен окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$



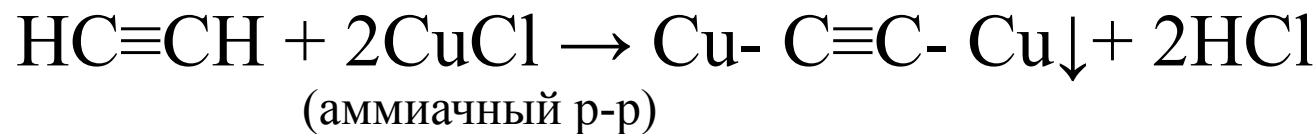
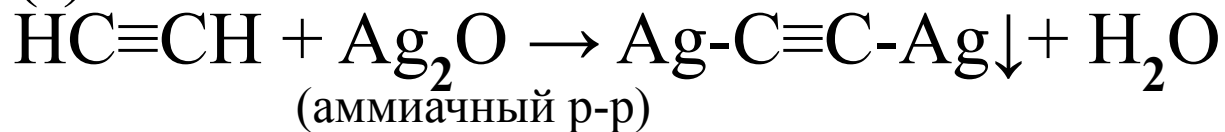
## ■ Кислотные свойства ацетилена

Водородные атомы ацетилена способны *замещаться* металлами с образованием **ацетиленидов**. Так, при действии на ацетилен металлического натрия

образуется **ацетиленид** натрия.



Ацетилениды серебра и меди получают взаимодействием с аммиачными растворами соответственно оксида серебра и хлорида меди (I)





# Применение алкинов

Для резки и сварки металлов.

(При горении ацетилена в кислороде температура пламени достигает  $3150^{\circ}\text{C}$ .)

В органическом синтезе

(уксусной кислоты, тетрахлорэтана, каучука)

Для получения полимеров

поливинилхлорида и других полимеров.

