



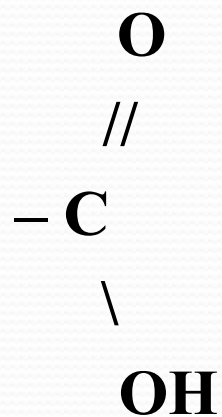
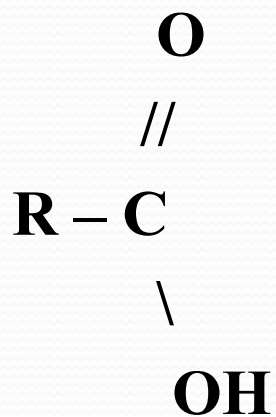
# **Карбоновые кислоты**

## **План:**

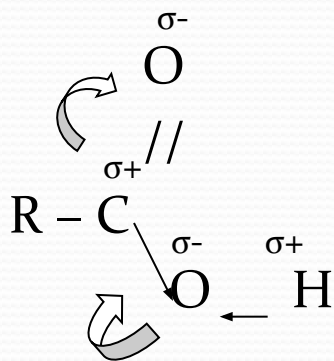
- Способы получения карбоновых кислот.
- Строение карбоксильной группы и карбоксильного иона.
- Реакционная способность кислот.
- Функциональные производные карбоновых кислот:  
хлорангидриды, ангидриды, сложные эфиры, амиды, нитрилы.

**Карбоновые кислоты**-это органические соединения, молекулы которых содержат *карбокксильную группу* -COOH.

**Общая формула:**



Карбоксильная группа относится к сложным функциональным группам, так как содержит карбонильную и гидроксильную группы, которые оказывают взаимное влияние друг на друга. Неподеленная электронная пара атома кислорода в гидроксильной группе смещена в сторону карбонильного углерода, на котором находится частичный положительный заряд. Вследствие этого связь O-H становится менее прочной, что увеличивает кислотные свойства соединения (легче отщепляется протон  $H^+$ ).



С другой стороны, подача электронной плотности от гидроксильного атома кислорода уменьшает частичный положительный заряд на атоме углерода и тем самым ослабляет активность карбонильной группы C=O.

По числу карбоксильных групп в молекуле карбоновые кислоты делят на **монокарбоновые** или **одноосновные** (*одна карбоксильная группа*), **дикарбоновые** или **двухосновные** (*две карбоксильные группы*) и т.д..

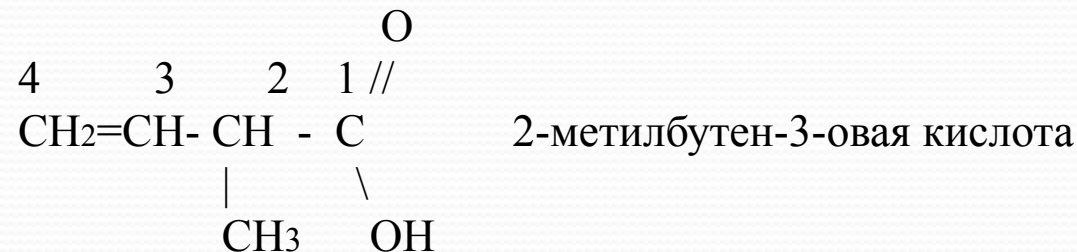
В зависимости от структуры углеводородного радикала кислоты могут быть предельными и непредельными, алифатическими, циклическими, ароматическими:



По номенклатуре ИЮПАК (по международной номенклатуре) карбоновые кислоты рассматриваются как производные углеводородов, названия которых используются как корень слова с прибавлением окончания **-овая кислота** (метановая кислота, пропановая кислота и т.д.). Названия двухосновных карбоновых кислот составляют с использованием окончания **-диовая кислота**

Для органических кислот широко распространены тривиальные названия, которые чаще всего связаны с природными источниками получения соответствующих кислот: масляная, яблочная, щавелевая, молочная, лимонная и т.д.

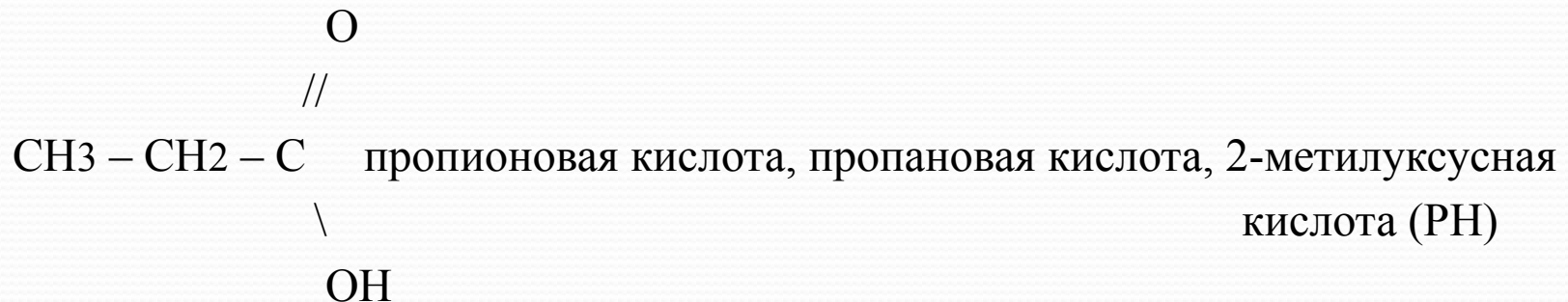
Если в молекуле кислоты есть заместители, то перед названием кислоты цифрой или буквой из греческого алфавита указывают их положение и название. Нумерация атомов углерода производят, начиная с атома углерода карбоксильной группы. Буквой  $\alpha$  обозначают атом углерода, непосредственно связанный с карбоксильной группой, следующие за ним атом обозначают буквой  $\beta$  и т.д.

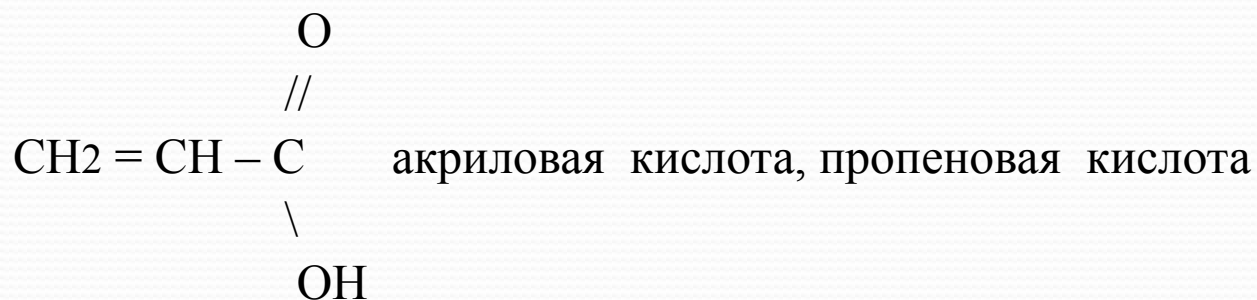
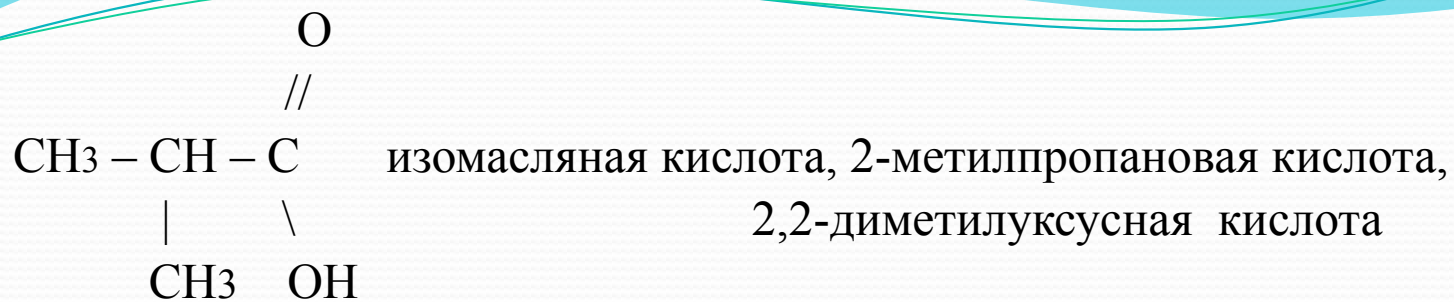


По рациональной номенклатуре карбоновые кислоты являются производными уксусной кислоты.

**Например:**

Монокарбоновые кислоты



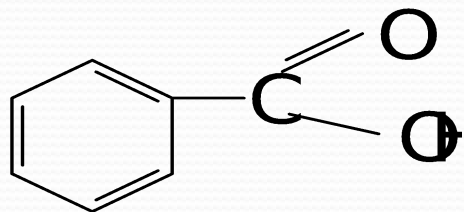




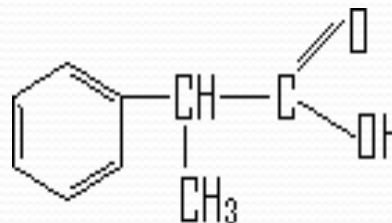
## Дикарбоновые кислоты

|   |   |
|---|---|
| $\text{HOOC} - \text{COOH}$   | этандикарбоновая кислота, щавелевая кислота |
| $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$                             | пропандиовая кислота, малоновая кислота     |
| $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$               | бутандиовая кислота, янтарная кислоты       |
| $\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$ | пентандиовая кислота, глутаровая кислота    |
| $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$                         | гександиовая кислота, адипиновая кислота    |

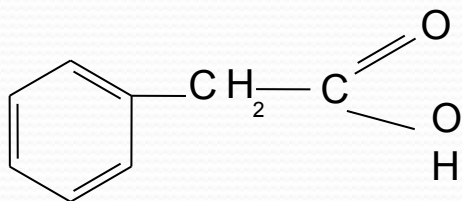
## Ароматические кислоты



Бензойная кислота



метилфенилуксусная кислота  
2-метил-2-фенилэтановая кислота

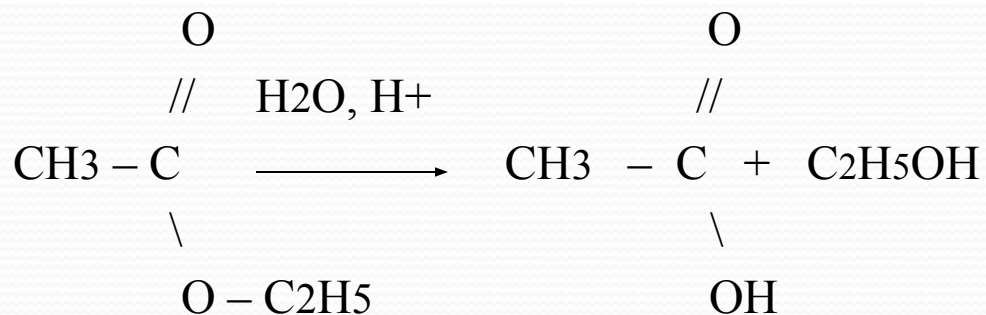


Фенил уксусная кислота

п- метилбензойная кислота,  
п- толуиловая кислота

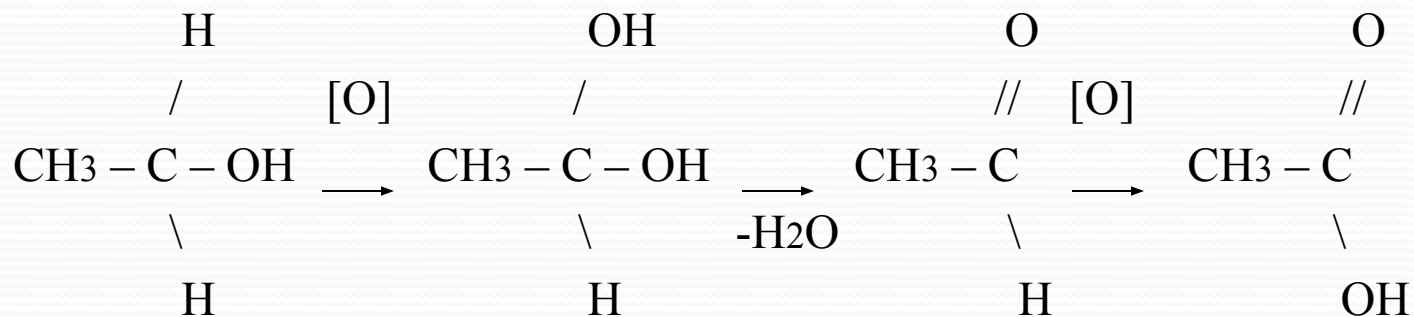
## Способы получения:

### 1) Гидролиз сложных эфиров:

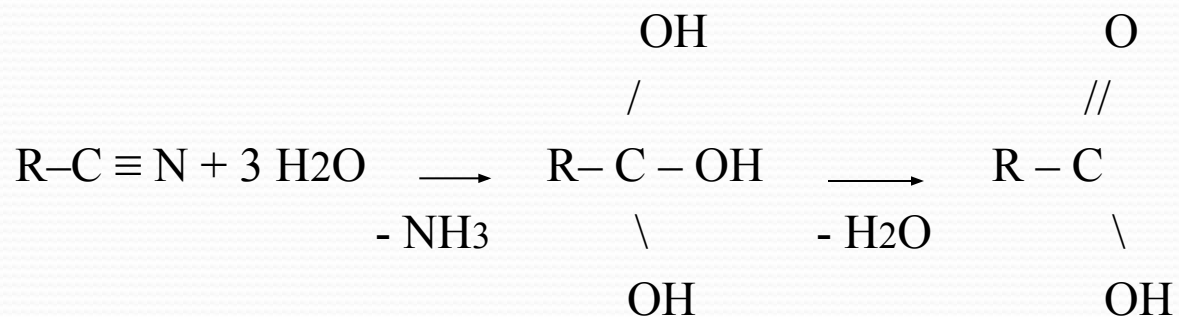


этилэтаноат или этилацетат

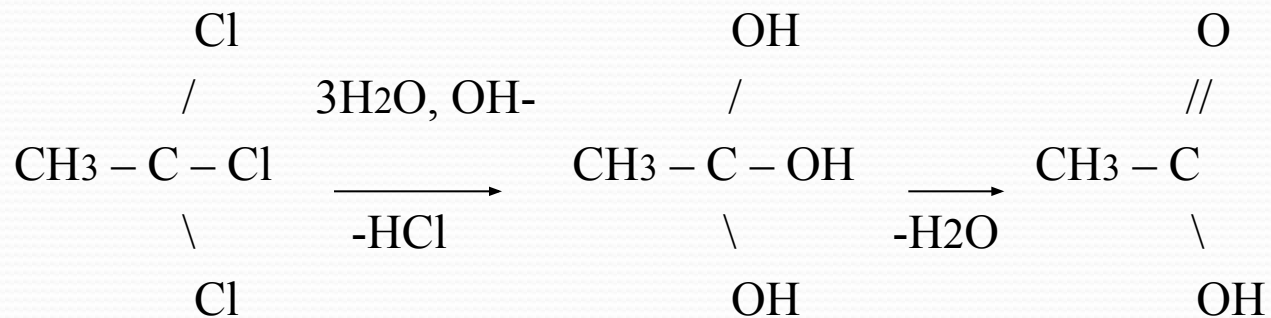
### 2) Окисление альдегидов и первичных спиртов:



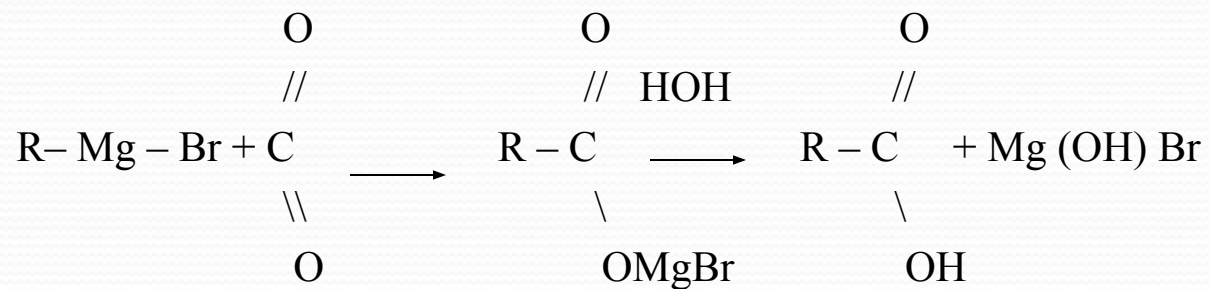
### 3) Гидролиз нитрилов



### 4) Гидролиз тригалогенпроизводных

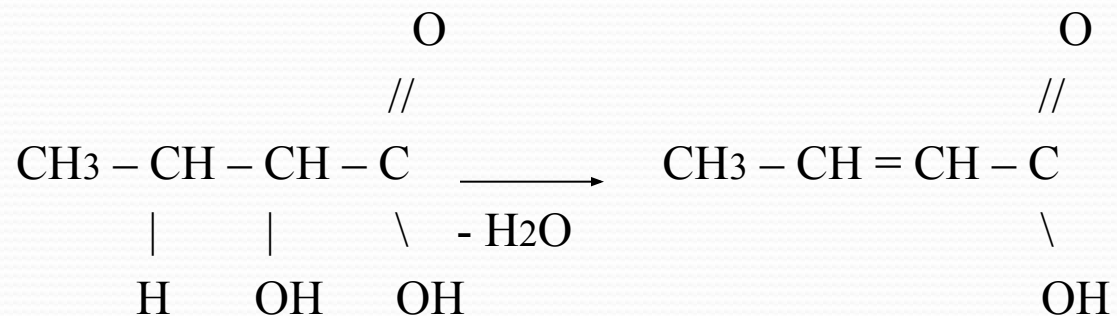
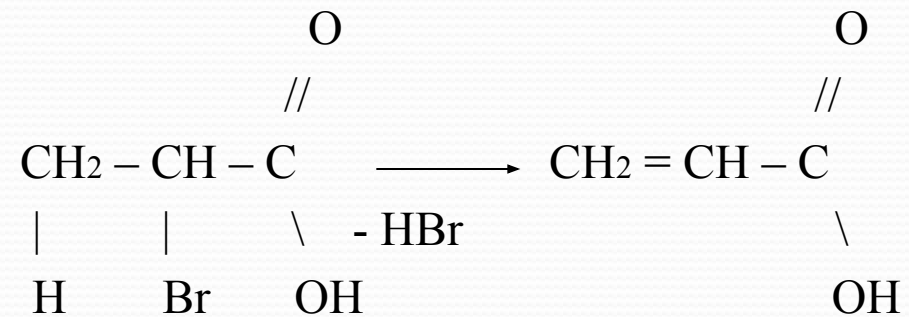


## 5) Получение с помощью реактива Гриньяра и CO<sub>2</sub>



6) Ароматические кислоты получают из гомологов бензола:

## 8) Непредельные кислоты получают:

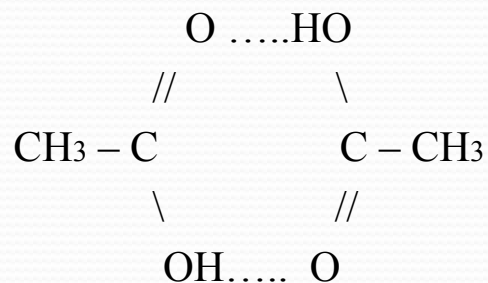


## Физические свойства:

Карбоновые кислоты до  $C_3$  – легкоподвижные жидкости, с резким запахом, с водой смешиваются в любых соотношениях. С бутановой кислоты ( $C_4$ ) до ( $-C_9$ ) – маслянистые жидкости, с неприятным запахом. С  $C_{10}$  – и выше твердые вещества, не растворимые в воде. С увеличением молярной массы карбоновых кислот растворимость в воде уменьшается. Плотность уксусной и муравьиной кислот выше 1, у других – ниже 1.

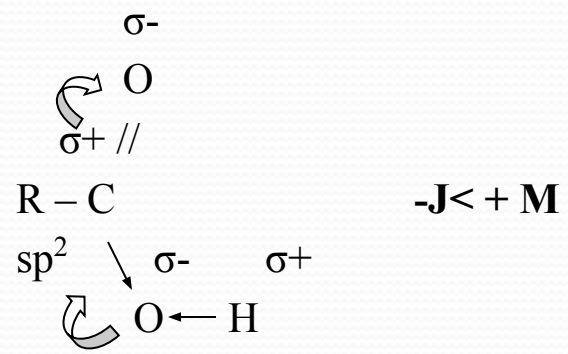
В сравнение со спиртами у карбоновых кислот температуры кипения выше, так как образуются прочные ассоциаты за счет межмолекулярных водородных связей:

## Межмолекулярные связи:



## Образование ассоциатов

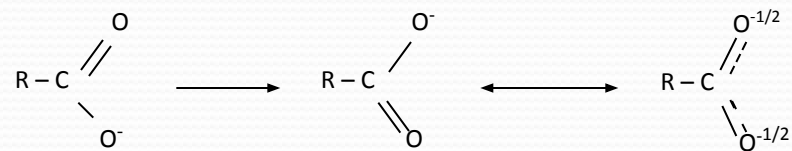
**Химические свойства** карбоновых кислот зависят от электронного строения карбоксильной группы: атом углерода в карбоксиле находится в  $sp^2$  гибридном состоянии, связь между атомами углерода и кислорода одна  $\sigma$ ; другая  $\pi$ . Электроотрицательность атома кислорода выше, чем у атома углерода, поэтому  $\pi$ - электроны смещены в сторону атома кислорода. p-электроны атома кислорода в гидроксильной группе перекрываются с  $\pi$ -электронами карбонильной группы, в связи с чем образуется  $p, \pi$ -перекрывание (мезомерный эффект  $+M$ ).





Благодаря этому электронному эффекту связь между атомом водорода и кислорода еще больше поляризуется. Поэтому карбоновые кислоты легко отдают протон, проявляя кислотные свойства.

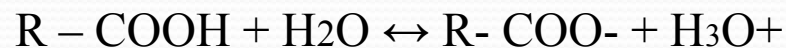
Строение карбоксилат- иона:



Заряды равномерно распределены между связями, поэтому карбоксилат-ионы устойчивы.

По теории Бренстеда- Лоури карбоновые кислоты относятся к ОН -кислотам .

В водных растворах карбоновые кислоты диссоциируют :



карбоксилат гидроксоний

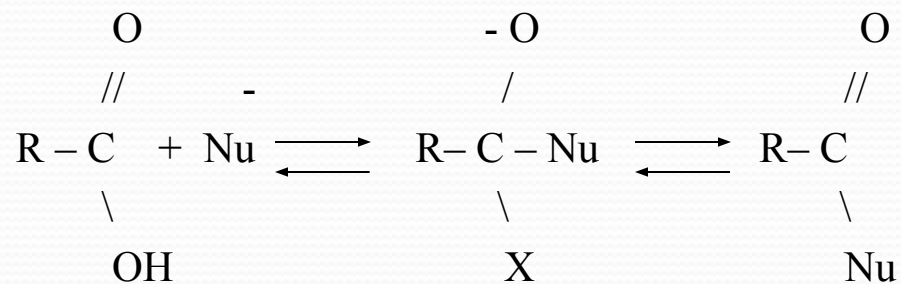
ион катион

Карбоновые кислоты являются слабыми кислотами.

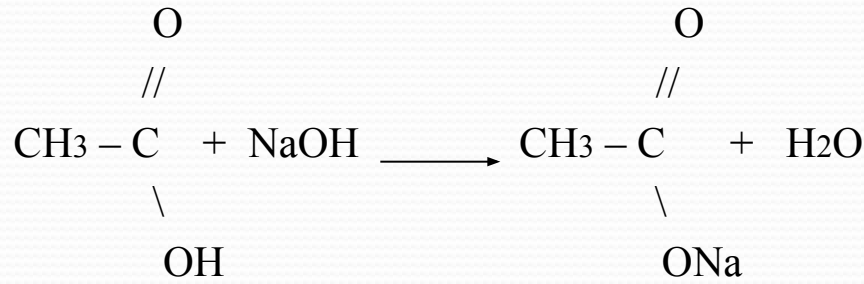
Сила кислоты определяется величиной константы ионизации, которая зависит от природы заместителя R, связанного с карбоксильной группой.

- **Электронодонорные заместители**, подавляя электронную плотность на атоме углерода карбоксильной группы, уменьшают частичный положительный заряд на нем. Следствием этого является уменьшение поляризации связи О-Н и ослабление силы кислоты. С увеличением предельного алифатического радикала сила кислот и константа диссоциации уменьшается .
- **Электроноакцепторные заместители** , оттягивая на себя электронную плотность, способствуют большей поляризации связи О-Н, что приводит к повышению кислотных свойств .

Карбоновые кислоты по своему электронному строению склонны к реакциям **нуклеофильного замещения (S<sub>N</sub>)** (реакции этерификации, получение галоген ангидридов, ангидридов, амидов, гидразидов).

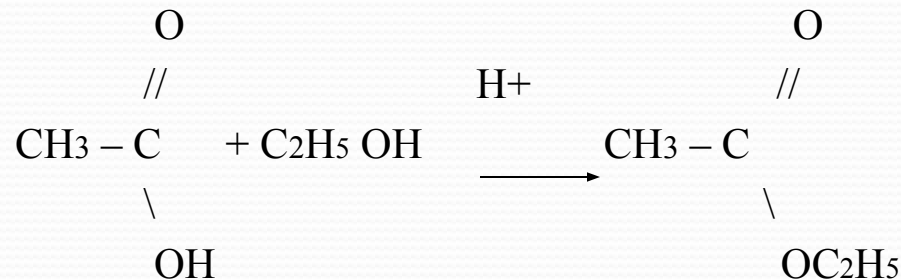


**1) Кислотные свойства проявляются в образовании солей ( с металлами, оксидами , гидроксидами, карбонатами, гидрокарбонатами)**

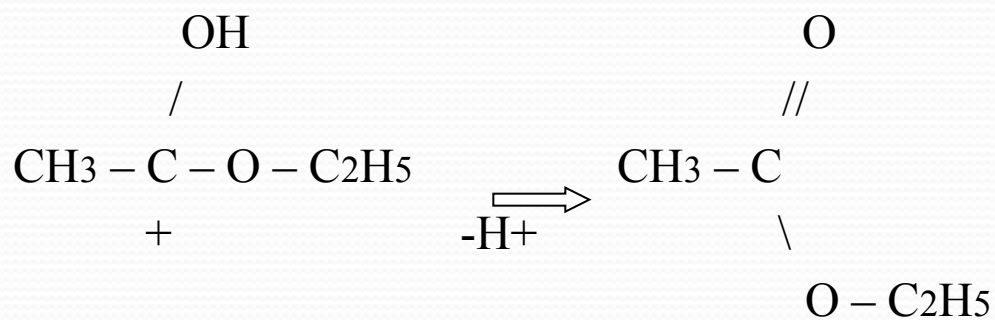
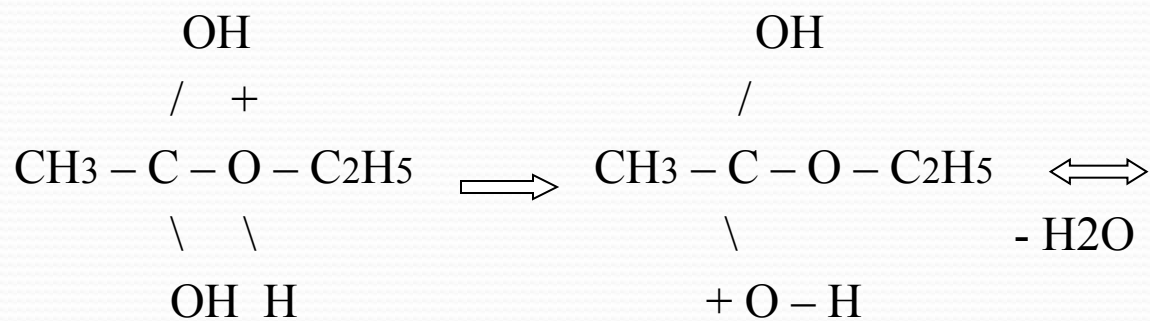
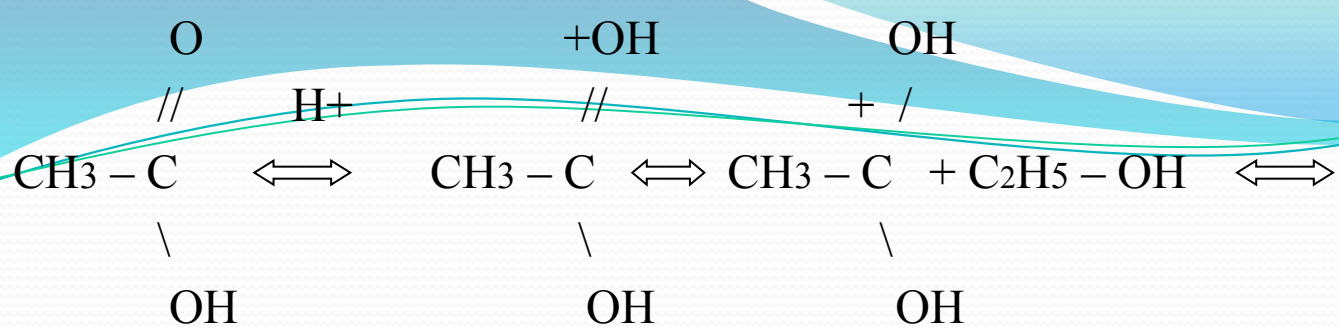


Натриевая соль уксусной кислоты  
ацетат натрия  
натрия этаноат

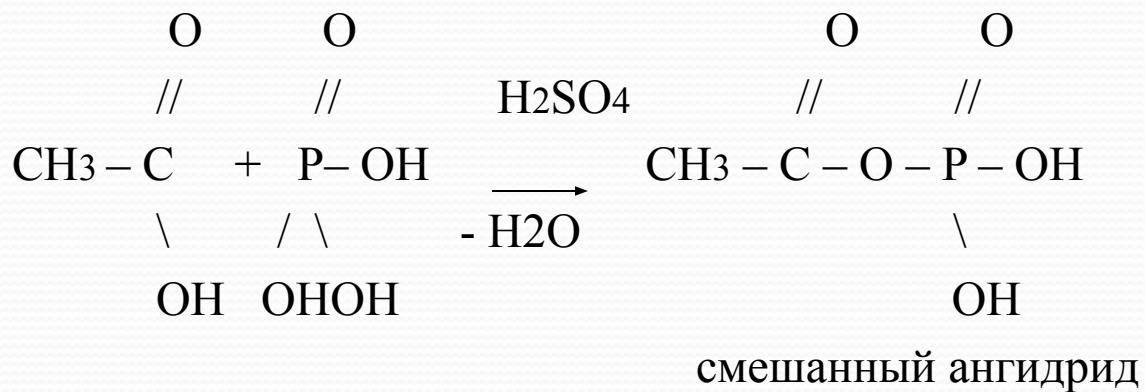
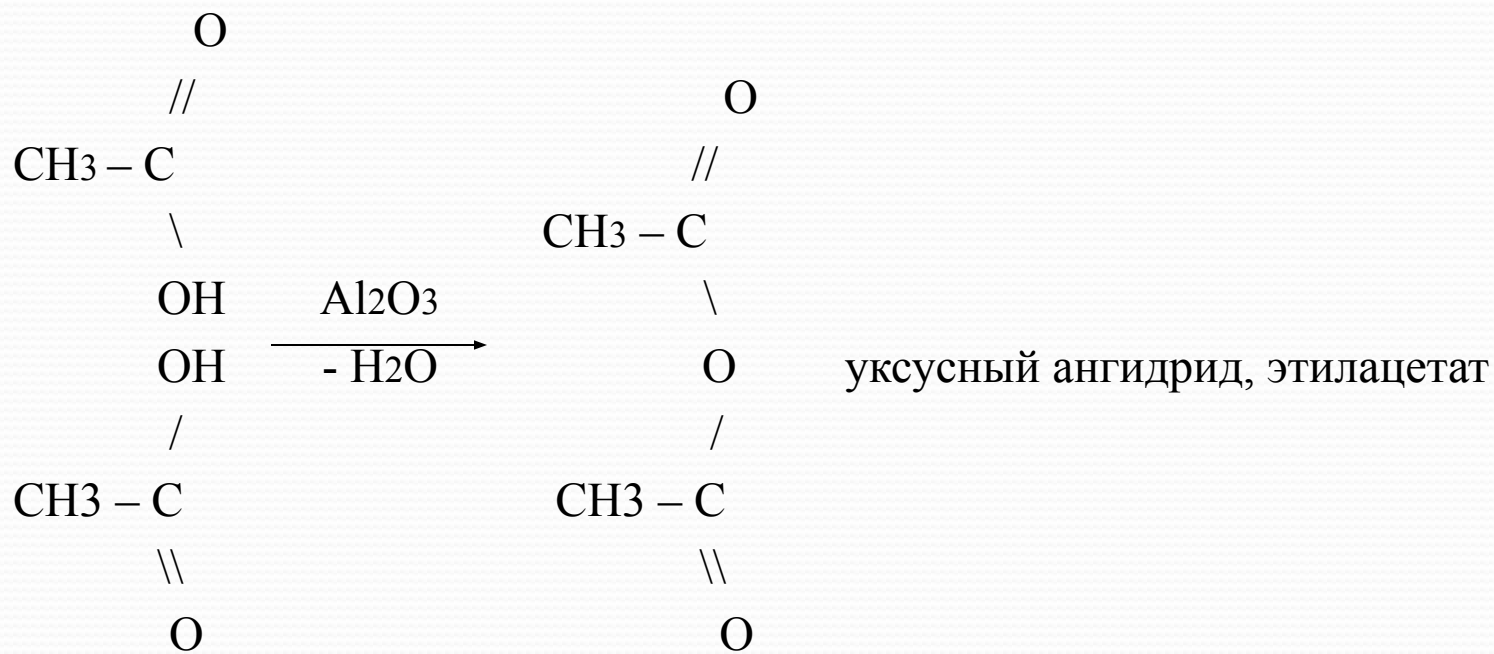
**2) Со спиртами карбоновые кислоты образуют сложные эфиры ( Все карбоновые кислоты взаимодействуют по этому механизму):**



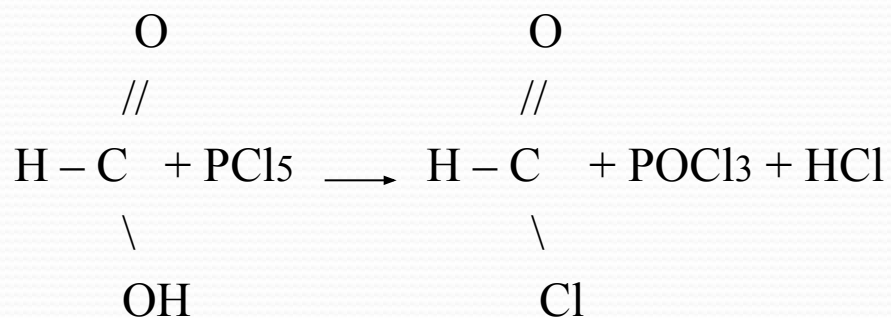
Этиловый эфир уксусной кислоты  
этил этаноат  
этилацетат



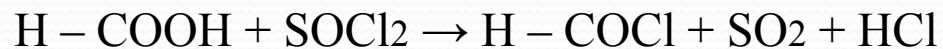
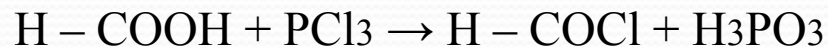
### 3) Получение ангидридов с органическими и неорганическими кислотами:



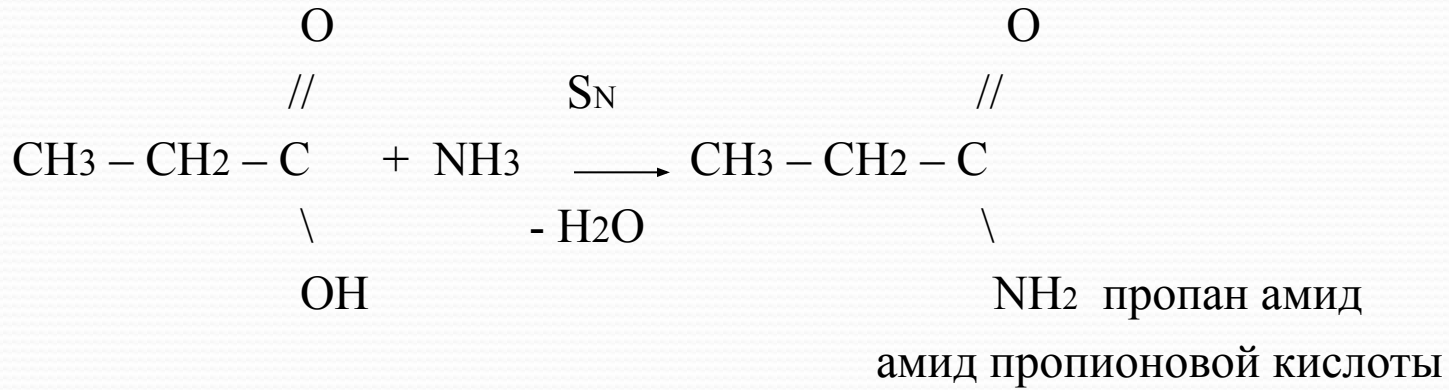
#### 4) Получение галогенангидридов:



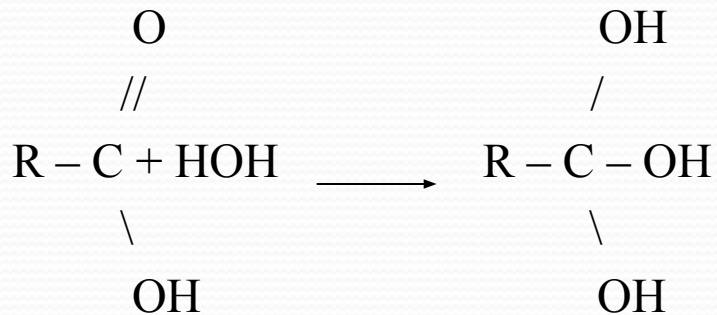
( H-COCl-хлорный метаноил  
формил хлорид  
хлорангидрид муравьиной кислоты



### 5) Получение амидов.

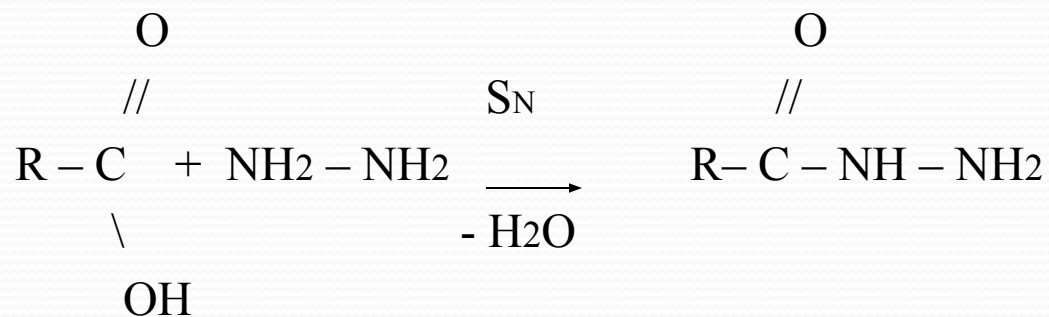


б) С водой образуют неустойчивые гидраты (орто гидраты, эфиры более устойчивы- ортоэфиры).

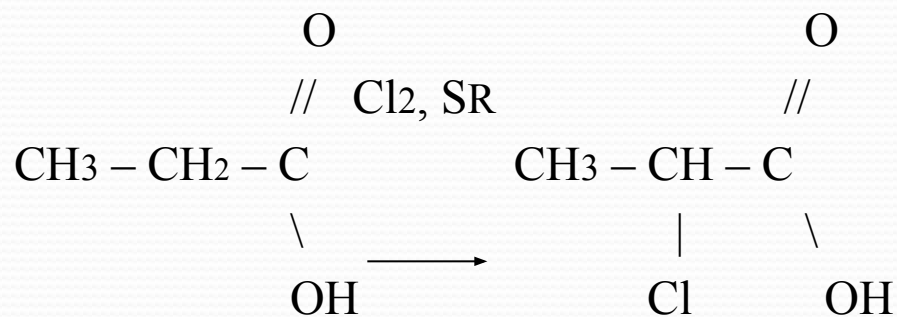




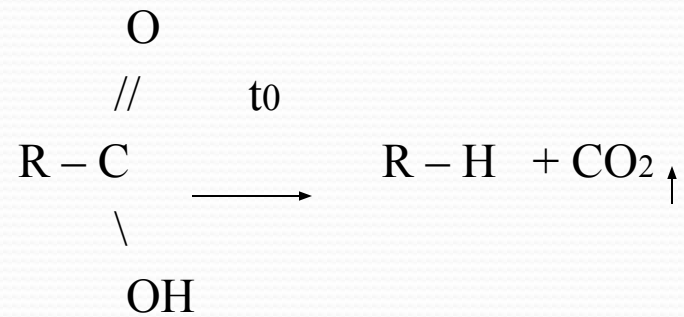
### 7) С гидразином образует гидразид



### 8) Замещение галогена в $\alpha$ -положении

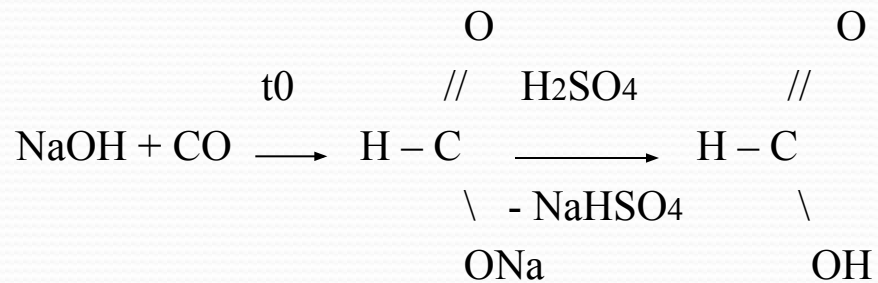


**9) Под действием ферментов при нагревании карбоновые кислоты подвергаются декарбоксилированию.**

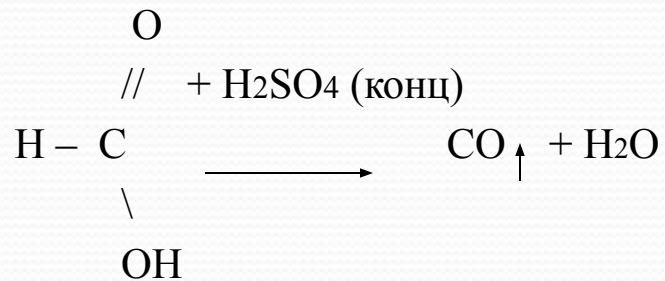


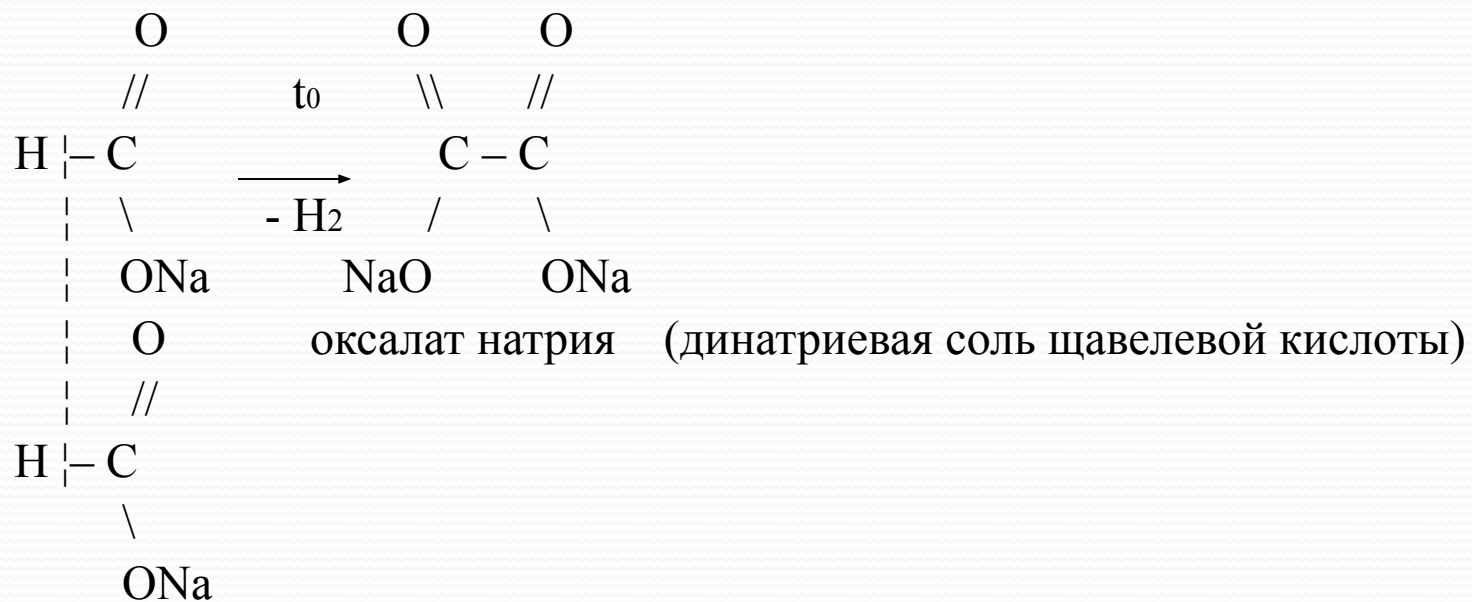
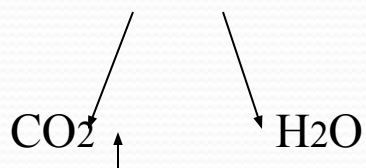
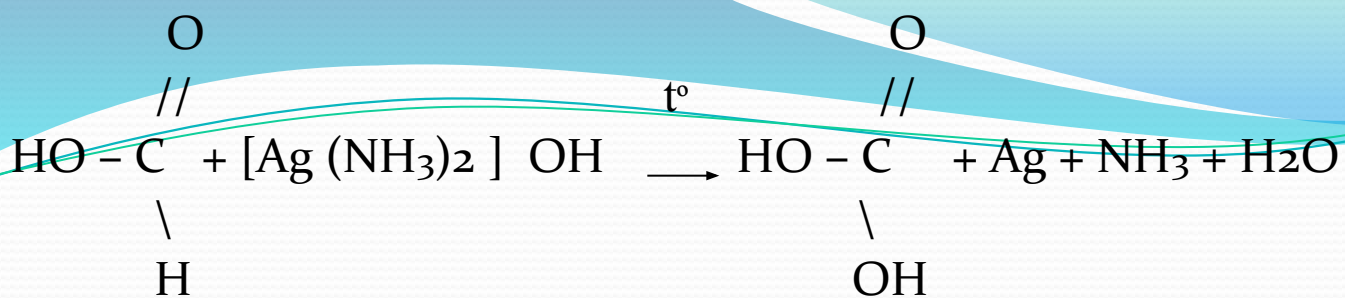
## Особые свойства муравьиной кислоты.

### 1. Получение:



### 2. Свойства:

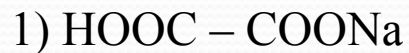




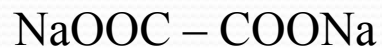
## Дикарбоновые кислоты

Дикарбоновые кислоты проявляют все химические свойства монокарбоновых кислот. Они образуют моно- и дизамещенные производные.

Дикарбоновые кислоты диссоциируют ступенчато:

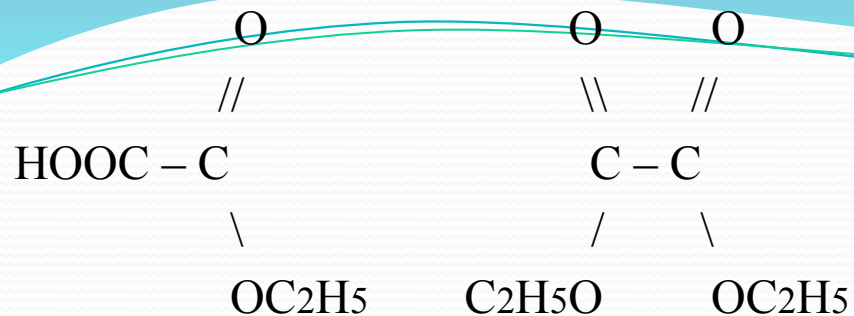


моно Na соль



ди Na соль

2)



моноэтиловый эфир

диэтиловый эфир

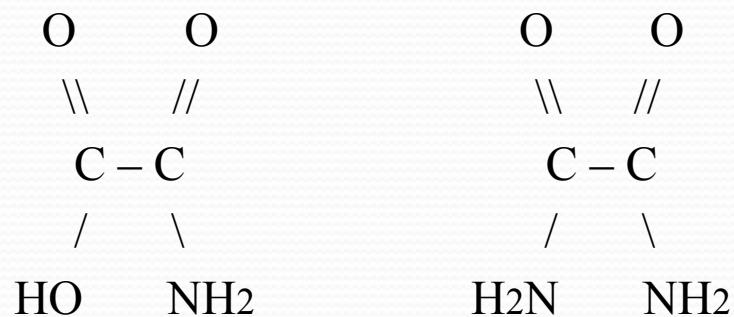
3)



моноклор ангидрид

дихлор ангидрид

4)

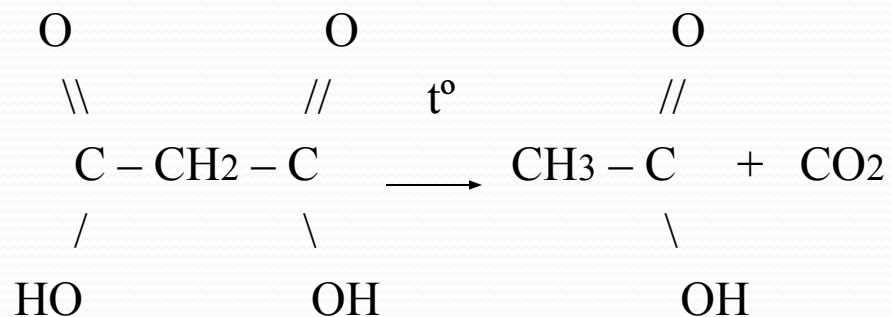
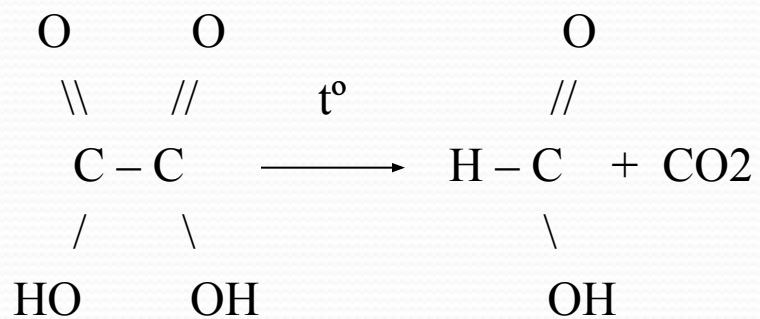


моно амид

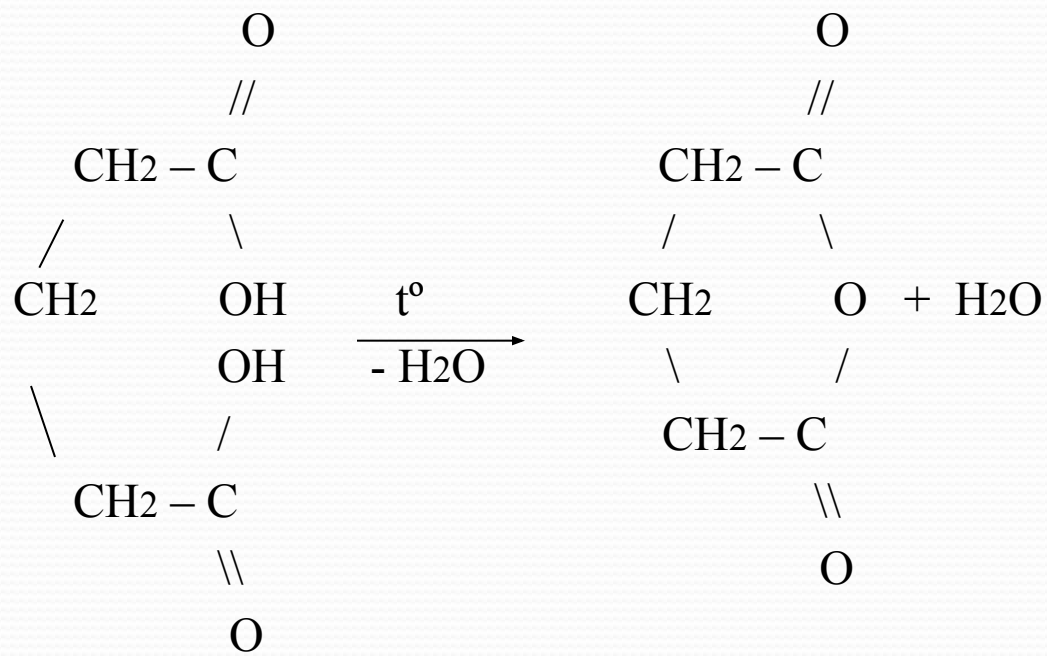
диамид щавелевой кислоты

## Дикарбоновые кислоты проявляют особые свойства:

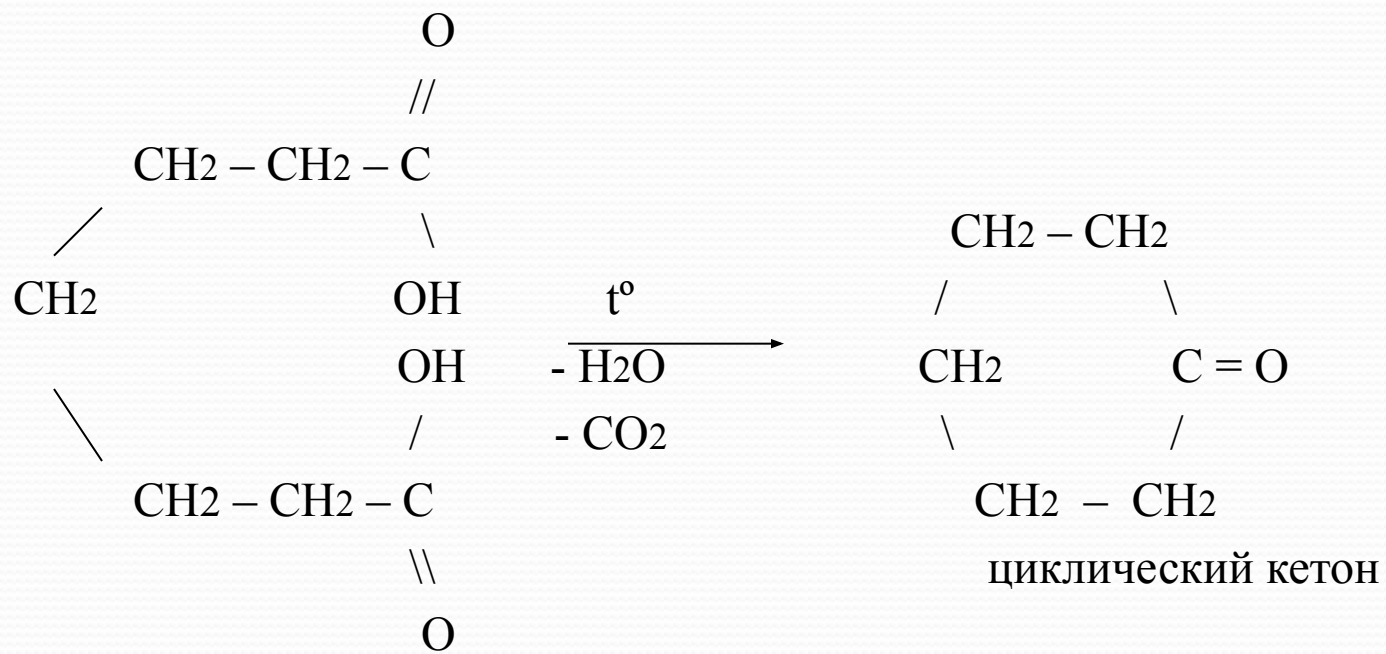
При высокой температуре щавелевая и малоновая кислоты декарбоксилируются с образованием монокарбоновых кислот.



**Янтарная и глутаровая кислоты** при высокой температуре выделяют воду и образуют циклические ангидриды.



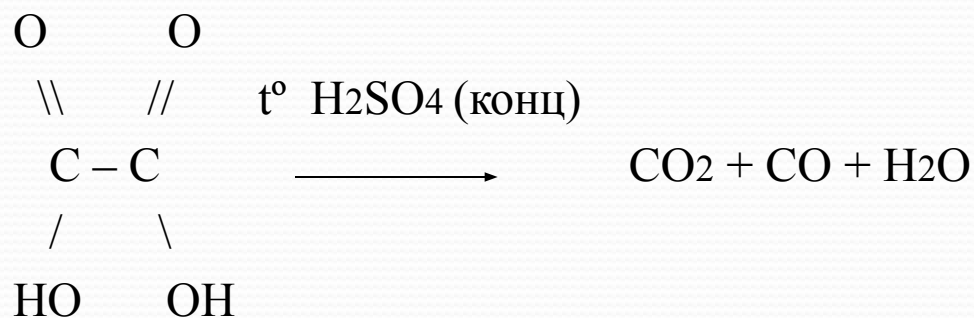




Гептандиовая кислота

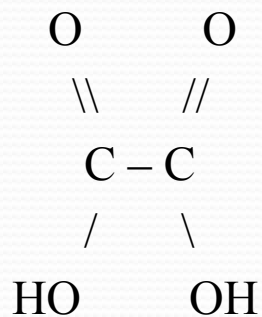
## При нагревание с концентрированной $\text{H}_2\text{SO}_4$

Щавелевая кислота при нагревании с концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислотой разлагается на  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .



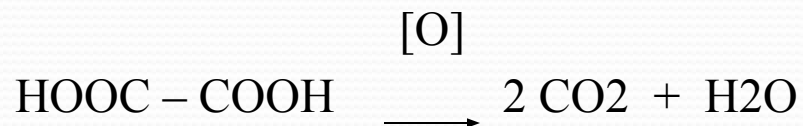
**Отдельные представители :**

**Щавелевая кислота**

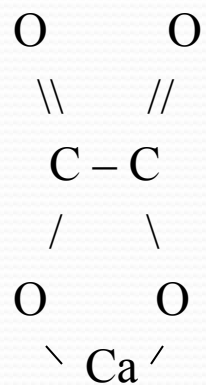


соли оксалаты

**Окисление щавелевой кислоты**



**Ионы кальция  $\text{Ca}^{2+}$  образуют нерастворимые оксалаты с щавелевой кислотой**



Эта реакция используется в аналитической химии для открытия ионов кальция и оксалат-ионов.