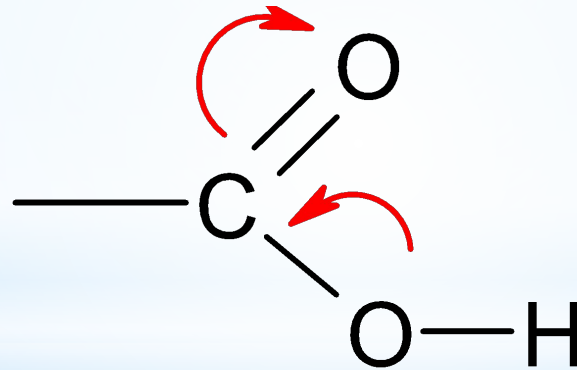
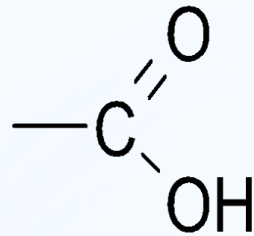
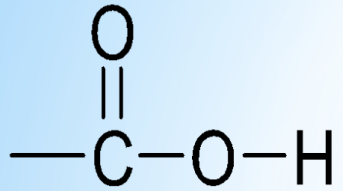


# Карбоновые кислоты

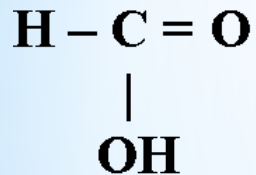
Карбоновые кислоты - производные углеводородов,  
содержащие карбоксильную группу **-COOH**



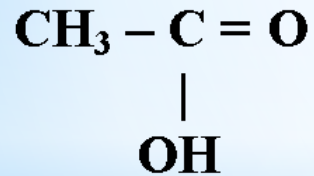
# I. Классификация

1. В зависимости от количества карбоксильных групп карбоновые кислоты бывают:

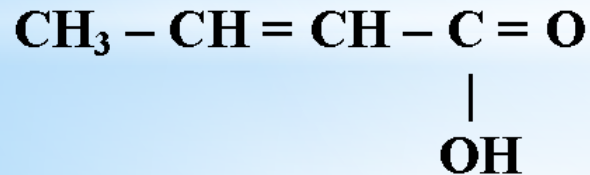
1) одноосновные кислоты



муравьиная кислота

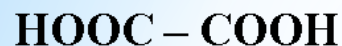


уксусная кислота



котоновая кислота

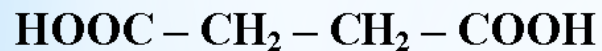
## 2) двухосновные кислоты



щавелевая кислота  
этандиовая кислота

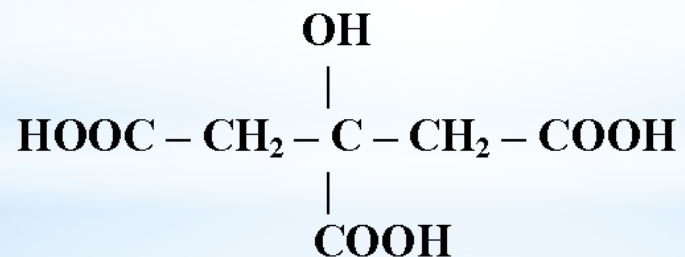


малоновая кислота  
пропандиовая кислота



янтарная кислота  
бутандиовая кислота

## 3) многоосновные кислоты

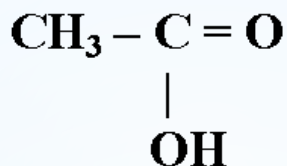


лимонная кислота  
3-гидрокси-3-карбокси-  
пентандиовая

## 2. В зависимости от строения углеводородного скелета кислоты бывают:

### 1) алифатические кислоты

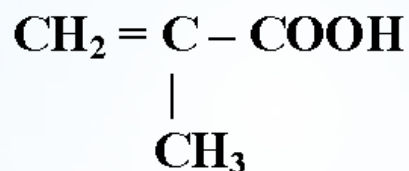
- насыщенные



- ненасыщенные

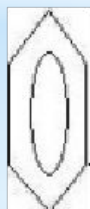


акриловая кислота  
(пропеновая)



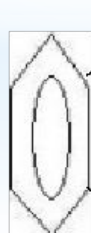
метакриловая кислота  
(2-метилпропеновая)

### 2) ароматические кислоты



COOH

бензойная кислота



COOH

COOH

фталевая кислота

## II. Изомерия и номенклатура

1. Тривиальная (эмпирическая) номенклатура:

### Насыщенные карбоновые кислоты

$\text{H} - \text{COOH}$  муравьиная кислота

$\text{CH}_3 - \text{COOH}$  уксусная кислота

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  пропионовая кислота

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  масляная кислота

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  валериановая кислота

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  капроновая кислота

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{COOH}$  пальметиновая кислота

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{COOH}$  стеариновая кислота

# Ненасыщенные карбоновые кислоты

$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{COOH}$  акриловая кислота

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{COOH}$  кротоновая кислота

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$  олеиновая кислота

$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH}$

линолевая кислота

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH} \end{array}$

линоленовая кислота



## Двухосновные карбоновые кислоты

$\text{HOOC} - \text{COOH}$  щавелевая кислота

$\text{HOOC} - \text{CH}_2 - \text{COOH}$  малоновая кислота

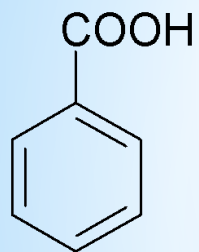
$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$  янтарная кислота

$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$  глутаровая кислота

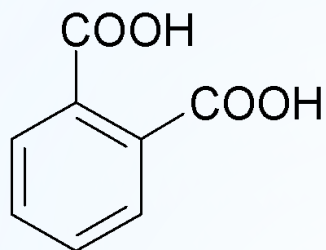
$\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_4 - \text{COOH}$  адипиновая кислота



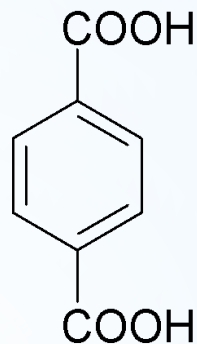
# Ароматические кислоты



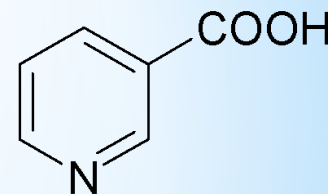
*бензойная  
никотиновая  
кислота*



*фталевая  
кислота*

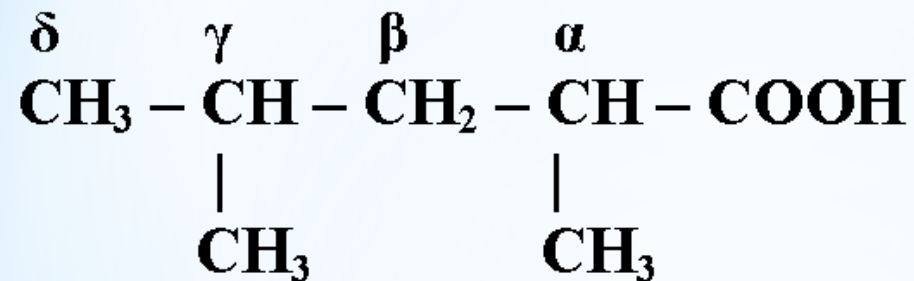


*терефталевая  
кислота*



*кислота*

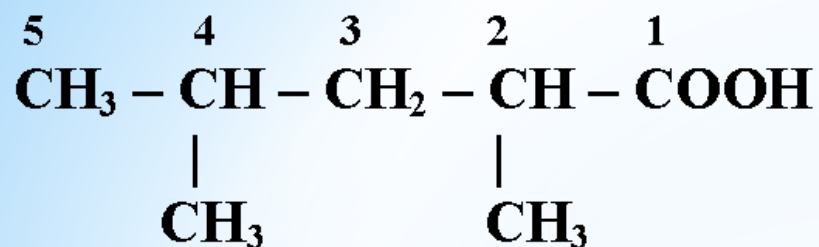
## 2. Рациональная номенклатура:



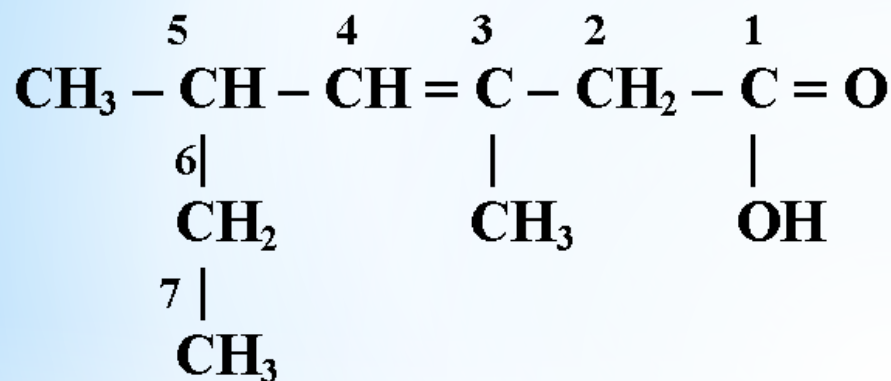
$\alpha, \gamma$  – диметилвалериановая кислота

$\alpha$  – метилизокапроновая кислота

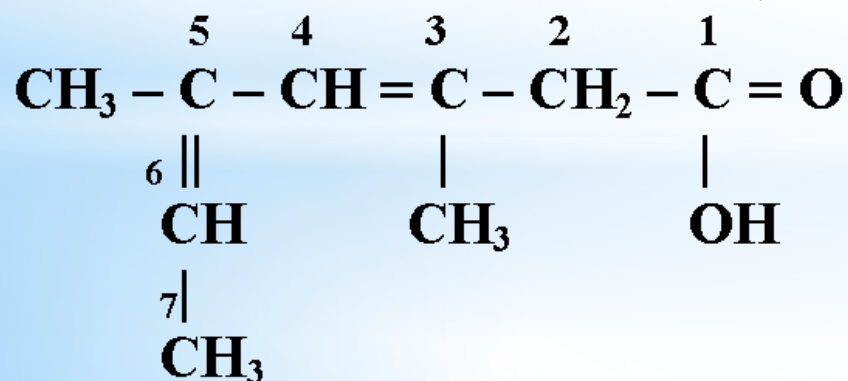
### 3. Систематическая (ИЮПАК) номенклатура:



2,4 – диметилпентановая кислота

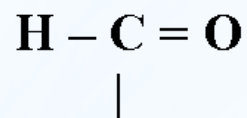


3,5 – диметилгептен – 3 – овая кислота

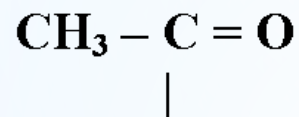


3, 5 – диметилгептадиен – 3, 5 – овая кислота

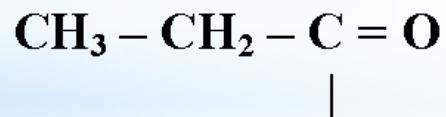
При отщеплении **-ОН** от карбоксильной группы образуются - **ацилы**



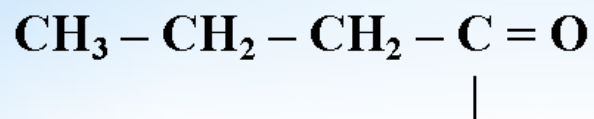
формил, метаноил



ацетил, этаноил

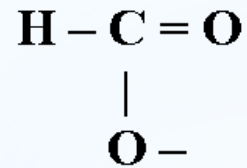


пропиоил, пропаноил

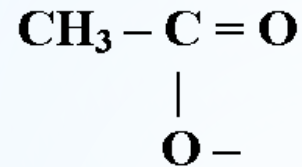


бутирил, бутаноил

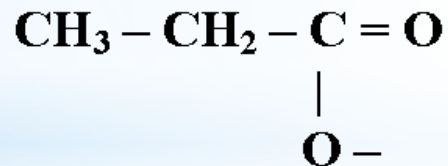
# При отщеплении $\text{H}^+$ образуются карбоксилат – анионы



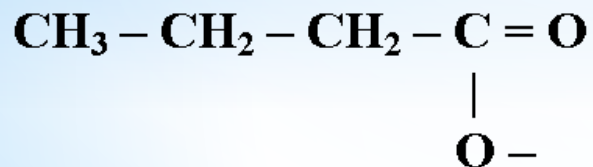
**формиат, метаноат**



**ацетат, этаноат**



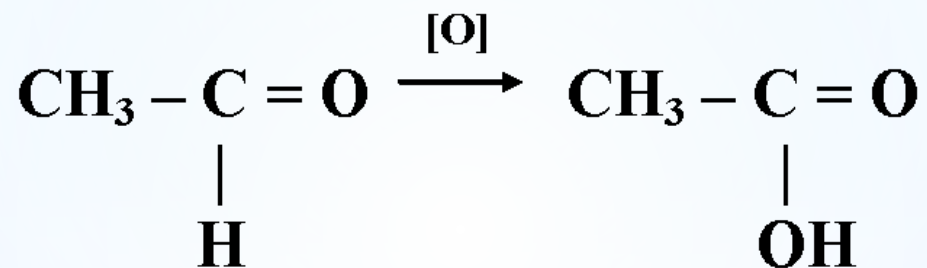
**пропионат, пропаноат**



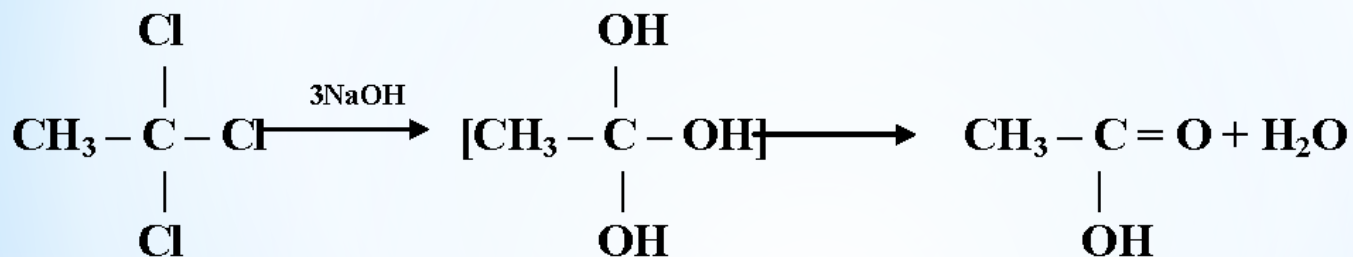
**бутират, бутаноат**

## III. Способы получения

### 1. окисление альдегидов:

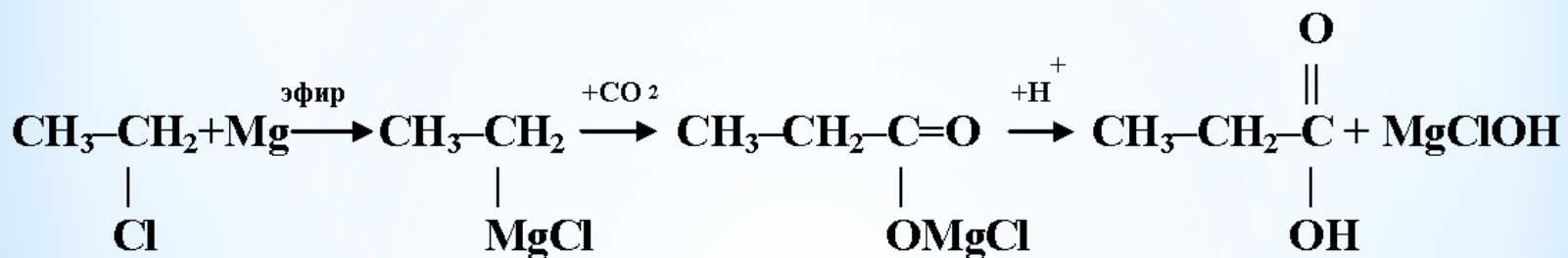


## 2. гидролиз тригалогенопроизводных углеводородов:

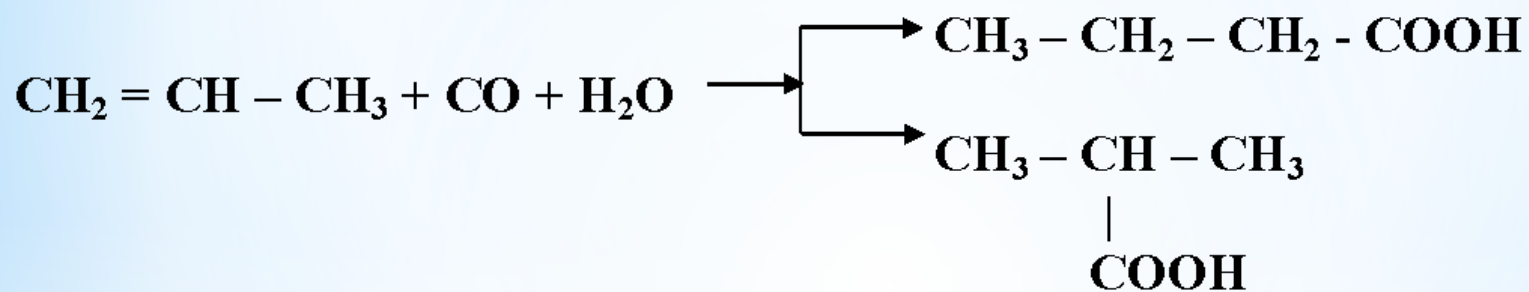




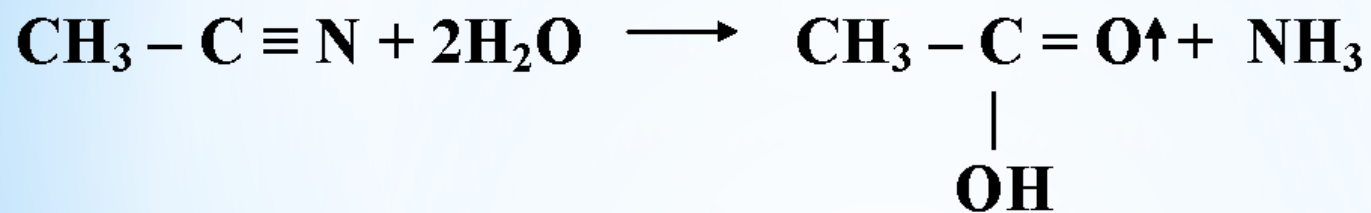
### 3. реакция карбоксилирования:



## 4. Реакция оксосинтеза:

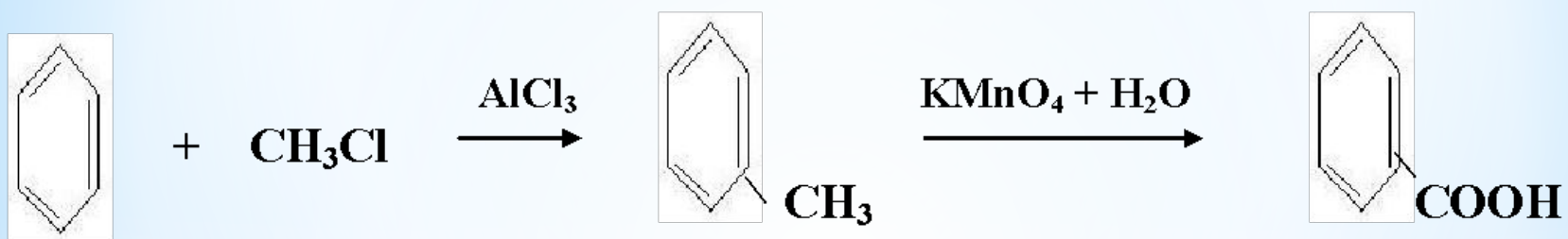


## 5. Омыление нитрилов:



нитрил уксусной  
кислоты

## 6. Получение карбоксильной группы в ароматическом кольце:



## IV .Физические и биологические свойства

Низшие жирные кислоты представляют собой легкоподвижные жидкости, средние члены – масла, высшие – твёрдые

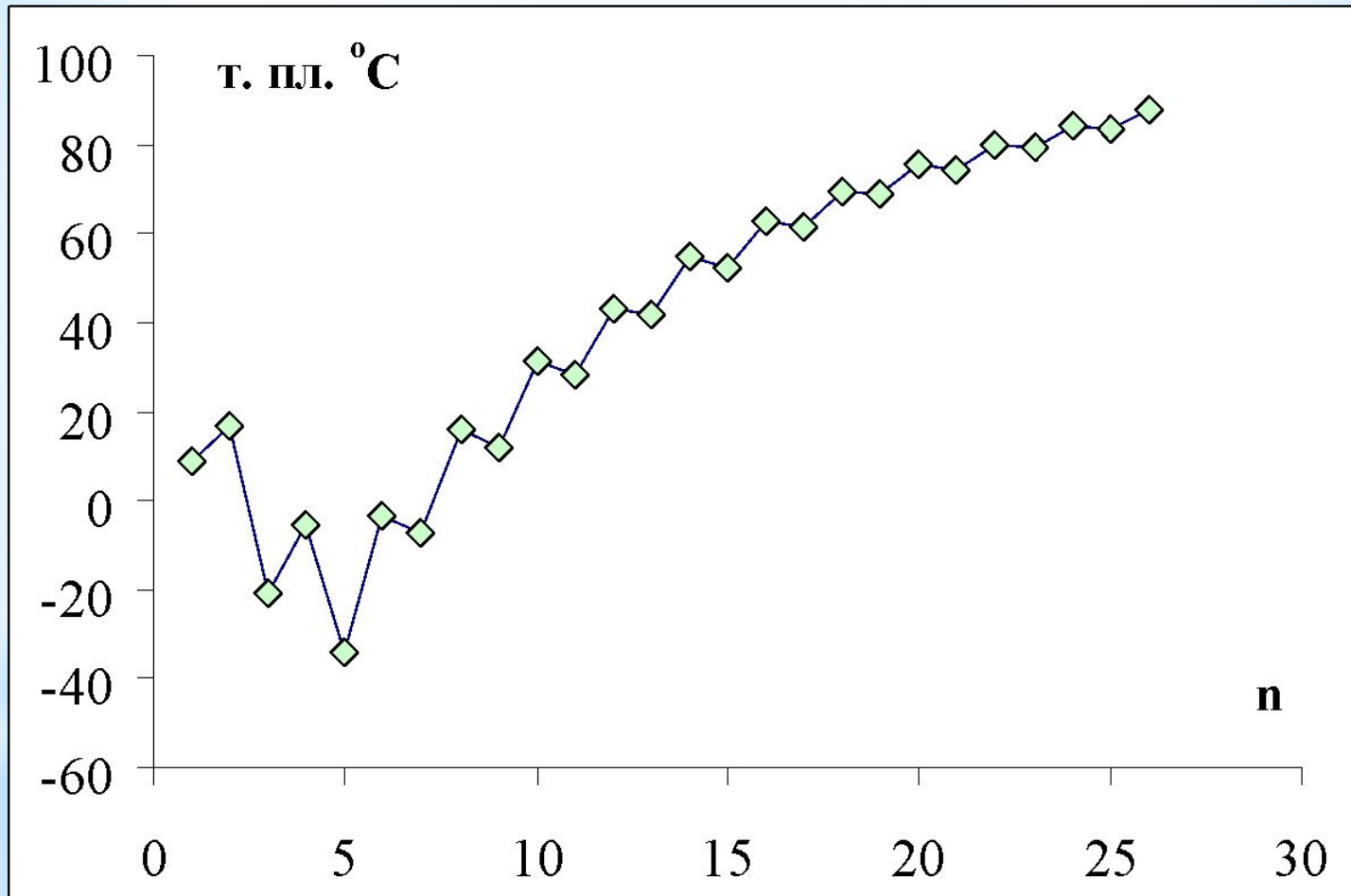
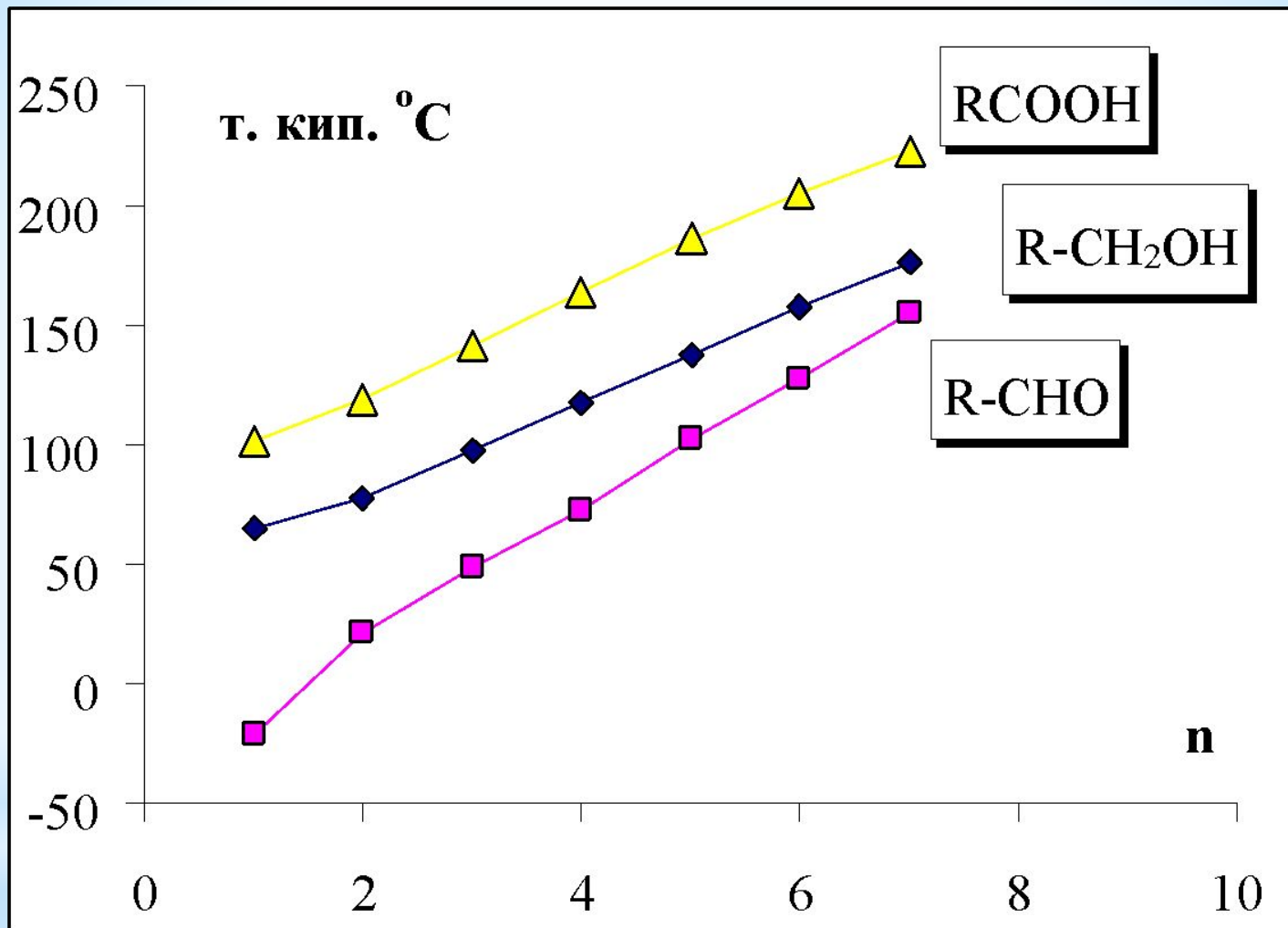
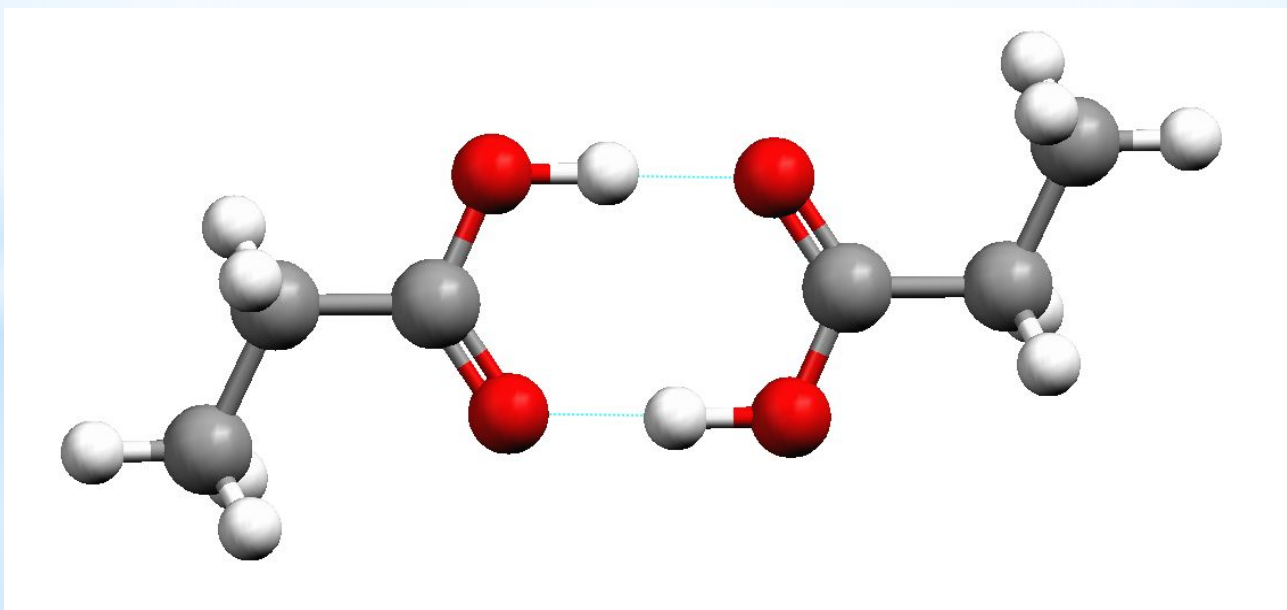
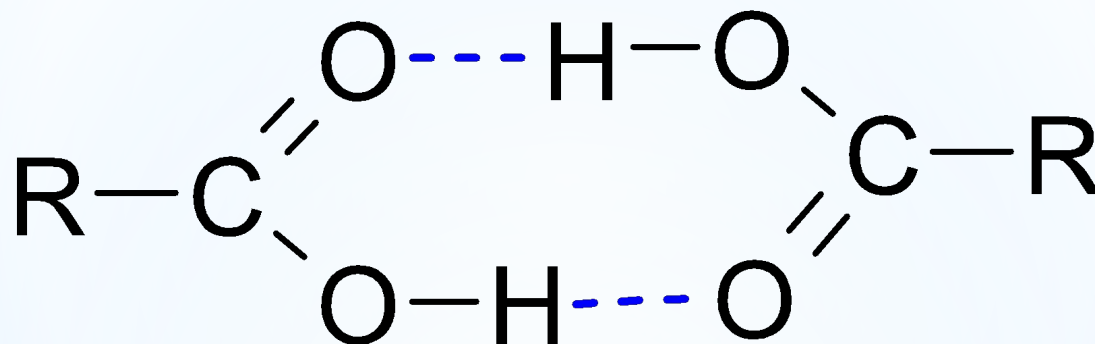


Рис. 1. Температуры плавления карбоновых кислот.



**Рис. 2. Температуры кипения в гомологическом ряду карбоновых кислот, альдегидов и спиртов.**

Почему же температуры кипения кислот больше,  
чем соответствующих спиртов?





**Первые члены гомологического ряда карбоновых кислот обладают резким запахом, средние – прогорклым, неприятным, например, масляная кислота пахнет потом, высшие карбоновые кислоты вследствие нелетучести лишены запаха.**

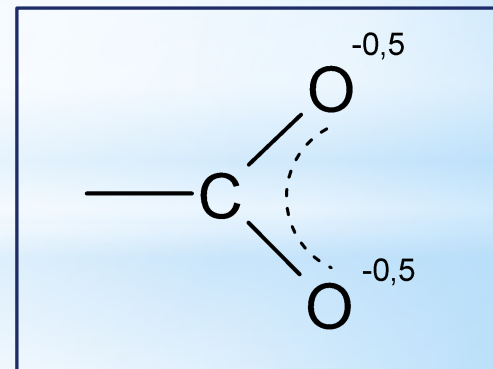
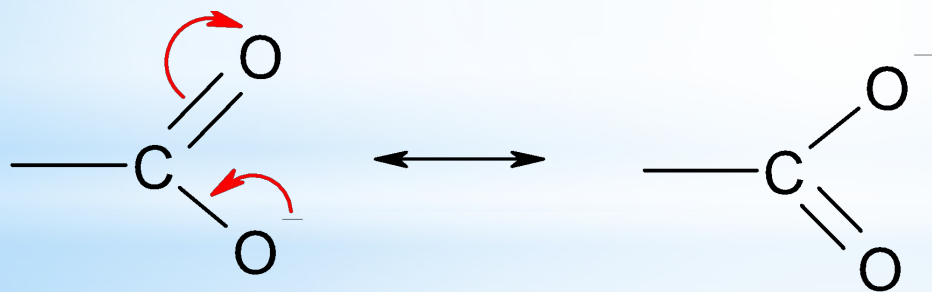
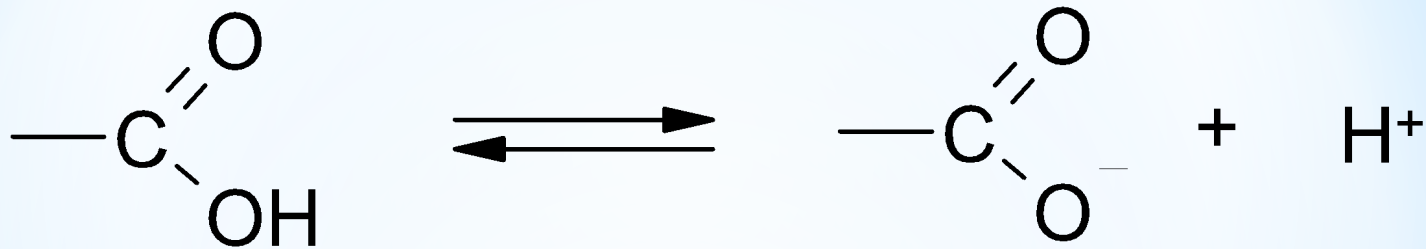
**Карбоновые кислоты, как правило, не ядовиты, однако приём внутрь концентрированных растворов (например, уксусной эссенции) вызывает тяжёлые ожоги. Нежелательно попадание этих растворов на кожу и тем более внутрь.**

Муравьиная кислота,  $\text{НСООН}$ , жидкость с резким запахом,  $t_{\text{кип}} 100,8 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Применяют в качестве протравы при крашении текстиля и бумаги, обработки кожи, для получения лекарственных средств, пестицидов, растворителей (ДМФА), как консервант фруктовых соков, сена и для дезинфекции бочек для пива и вина.

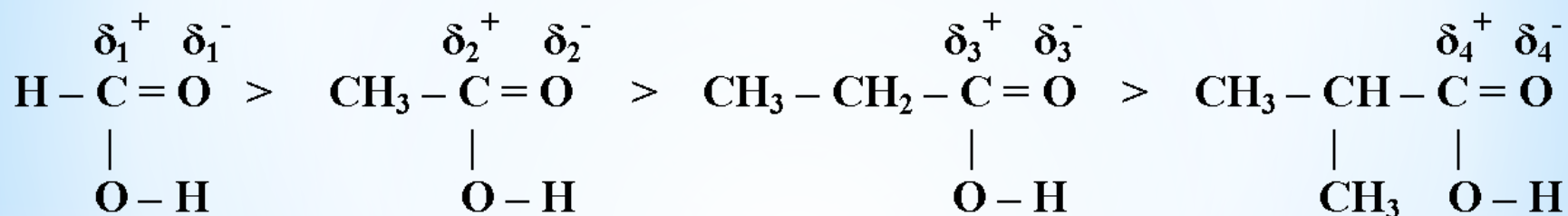
Уксусная кислота,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , бесцветная с резким запахом жидкость. Т.пл.  $16,75\text{ }^\circ\text{C}$ , т. кип.  $118,1\text{ }^\circ\text{C}$ . Применяют в пищевой промышленности, для получения солей, эфиров, уксусного ангидрида, ацетилхлорида, ацетатного волокна, лекарственных (аспирин) и душистых веществ, хлоруксусных кислот, как растворитель, например, в производстве ацетата целлюлозы (ацетатного волокна).

# V. Химические свойства

## 1. Кислотные свойства

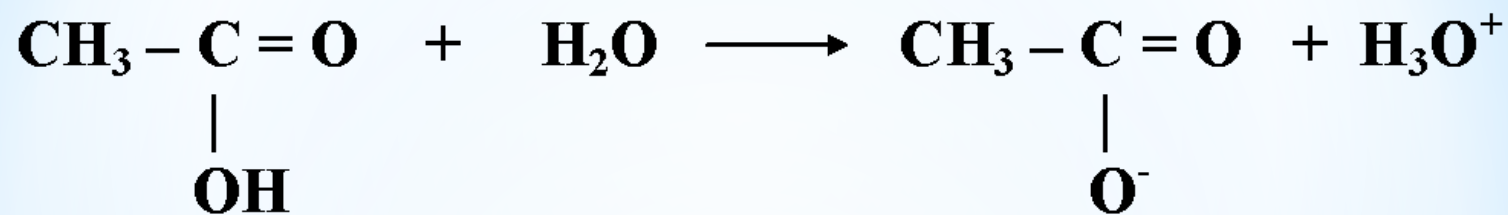


расщепление  $O \perp H$



$$\delta_1^+ > \delta_2^+ > \delta_3^+ > \delta_4^+$$

## Кислоты слабые электролиты

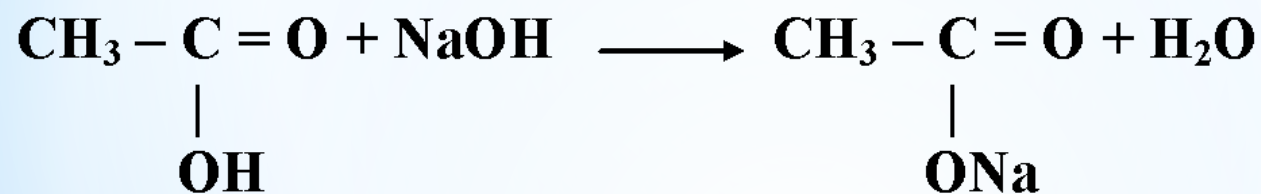
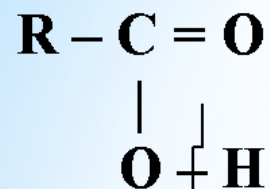








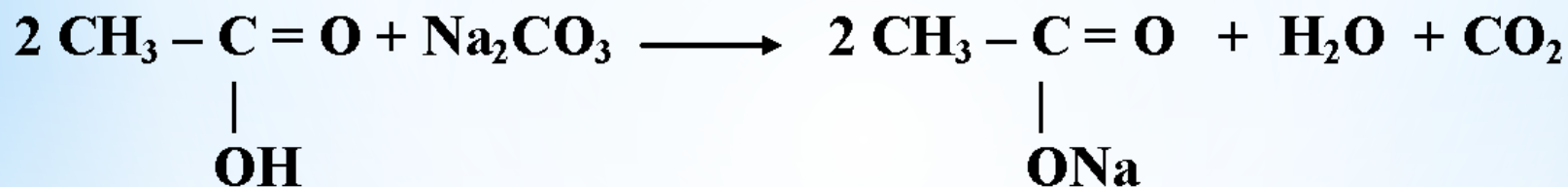
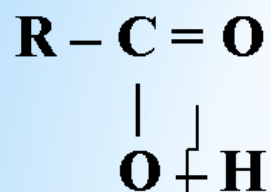
## 1) образование солей:



натриевая соль уксусной кислоты,  
ацетат натрия



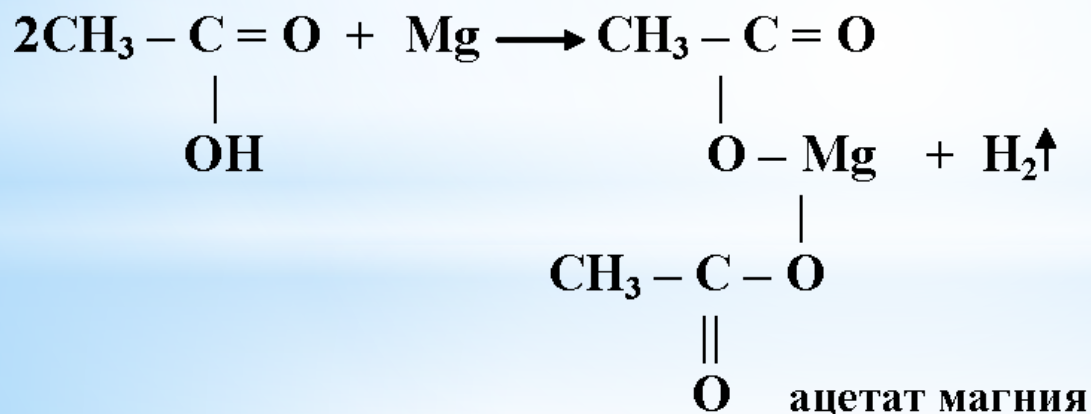
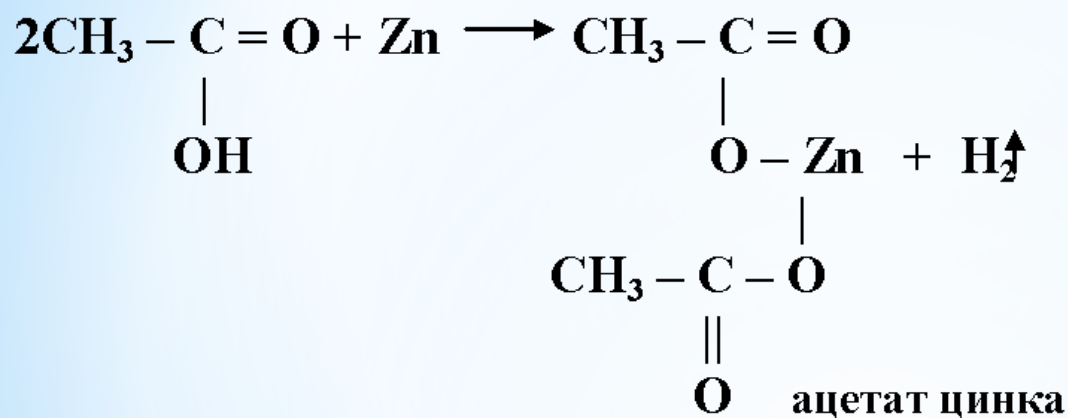
## Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия



натриевая соль уксусной кислоты,  
ацетат натрия



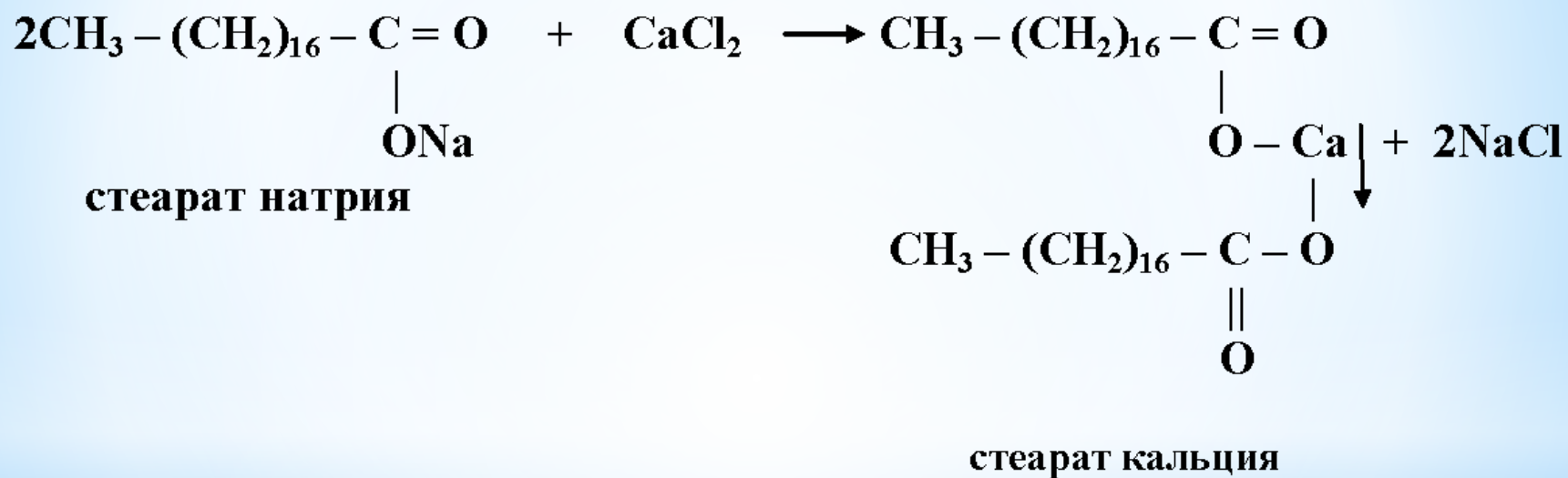
## Взаимодействие уксусной кислоты с металлами





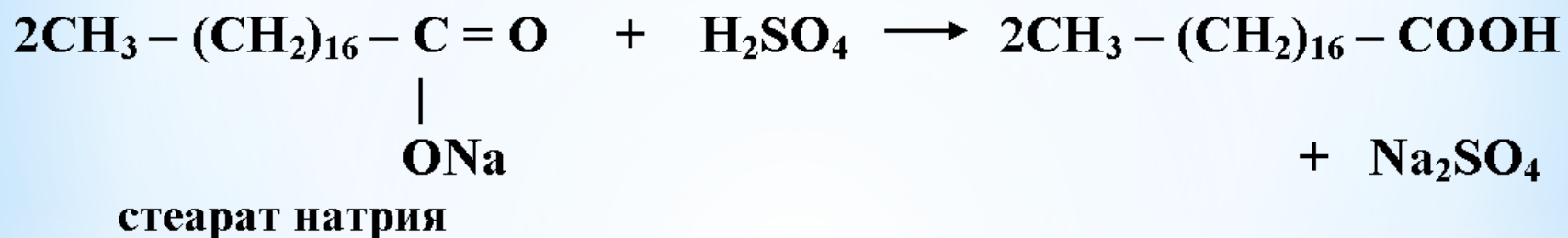


## Образование кальциевых солей жирных кислот



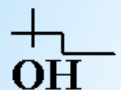


## Выделение жирных кислот из мыла

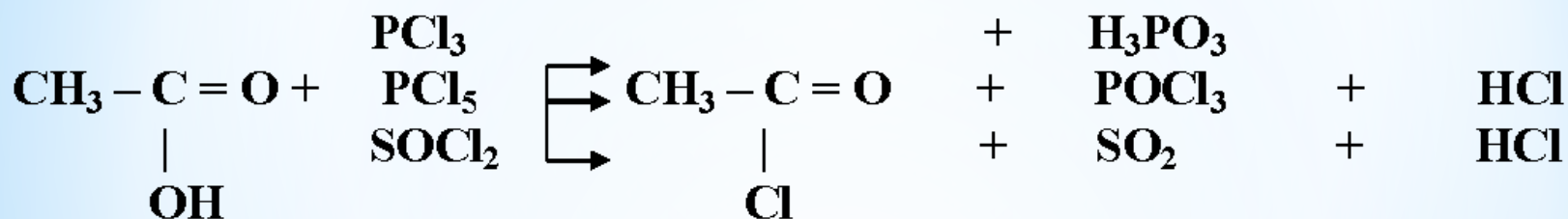




## 2. Образование функциональных производных карбоновых кислот:

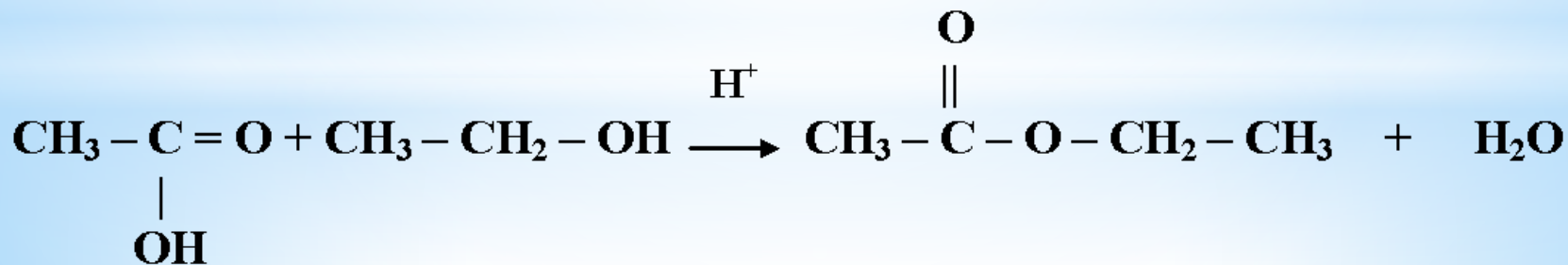


а) образование галогенангидридов карбоновых кислот



хлорангидрид уксусной кислоты  
(ацетилхлорид)

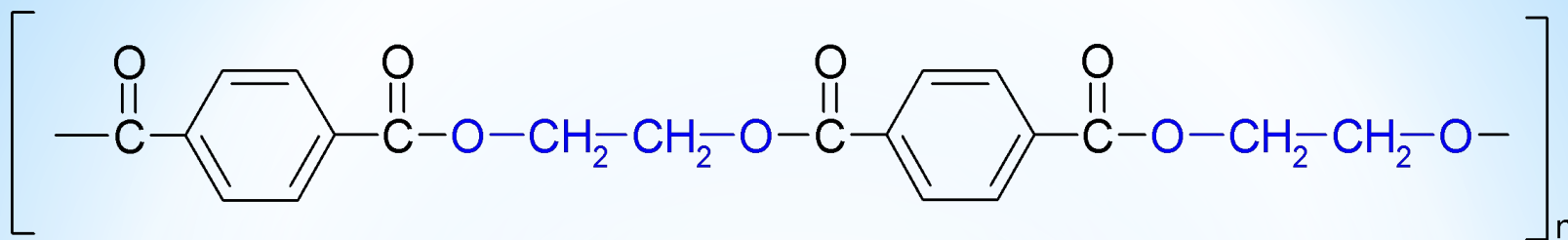
б) образование сложных эфиров



этиловый эфир уксусной кислоты  
этилацетат



## Полимерные сложные эфиры



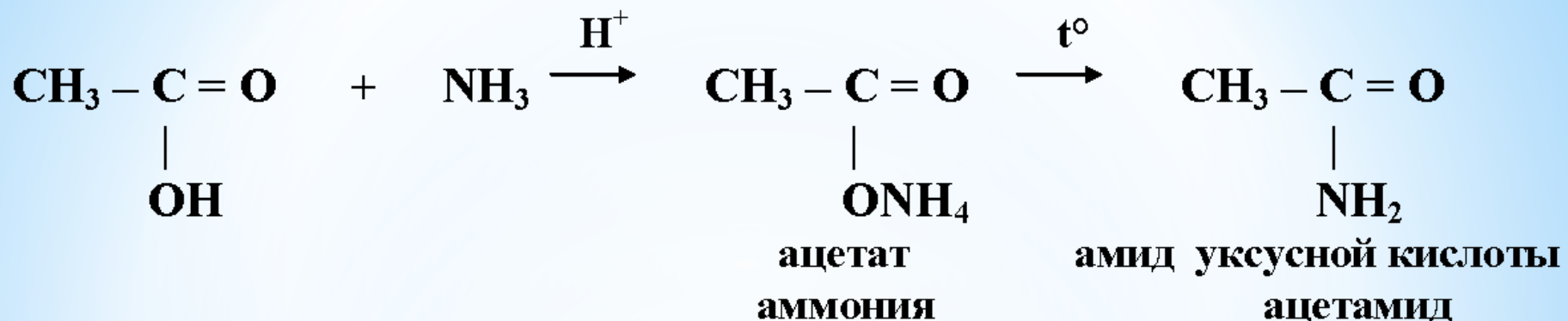
**Полиэтилентерефталат** - синтетический полимер, продукт поликонденсации **этиленгликоля с терефталевой кислотой** (или ее диметилowym эфиром);

Полиэтилентерефталат перерабатывают главным образом в полиэфирные волокна - лавсан (дакрон, терилен и др. торговые названия), идущие на производство тканей.

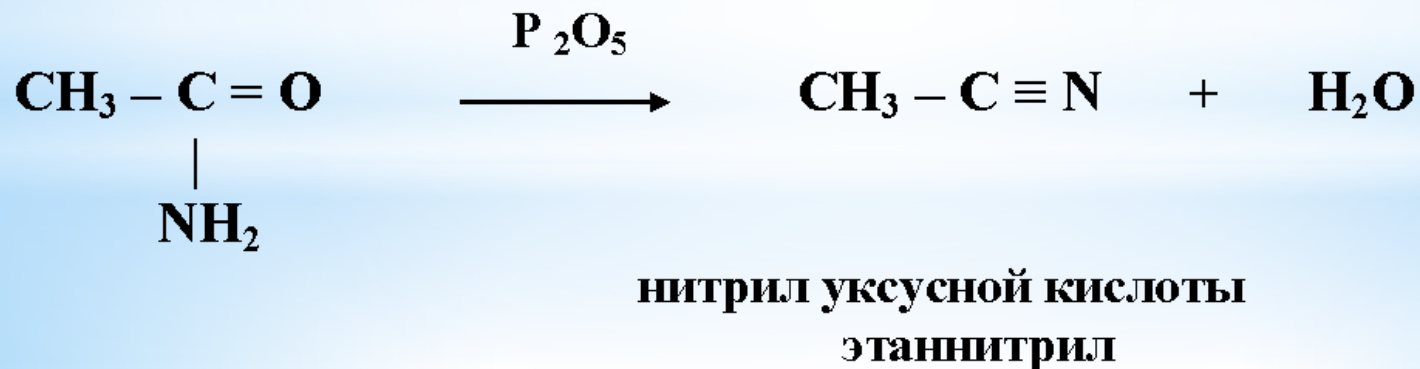
**Глифталевые смолы** являются продуктами поликонденсации **фталевой кислоты и глицерина** (в промышленности их получают из глицерина и фталевого ангидрида). Являются вязкими, липкими веществами, которые используются для производства алкидных лаков и олифы.



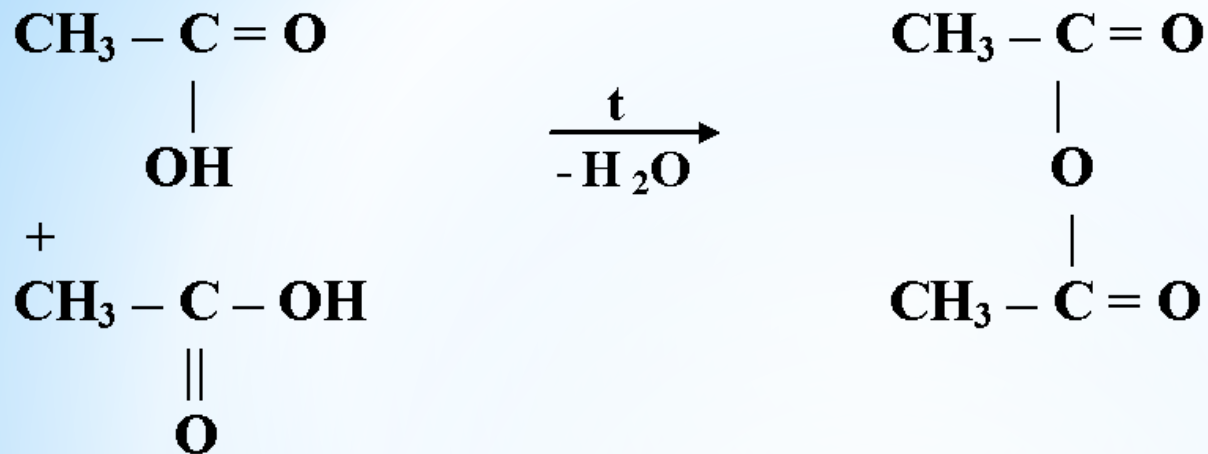
### в) образование амидов:



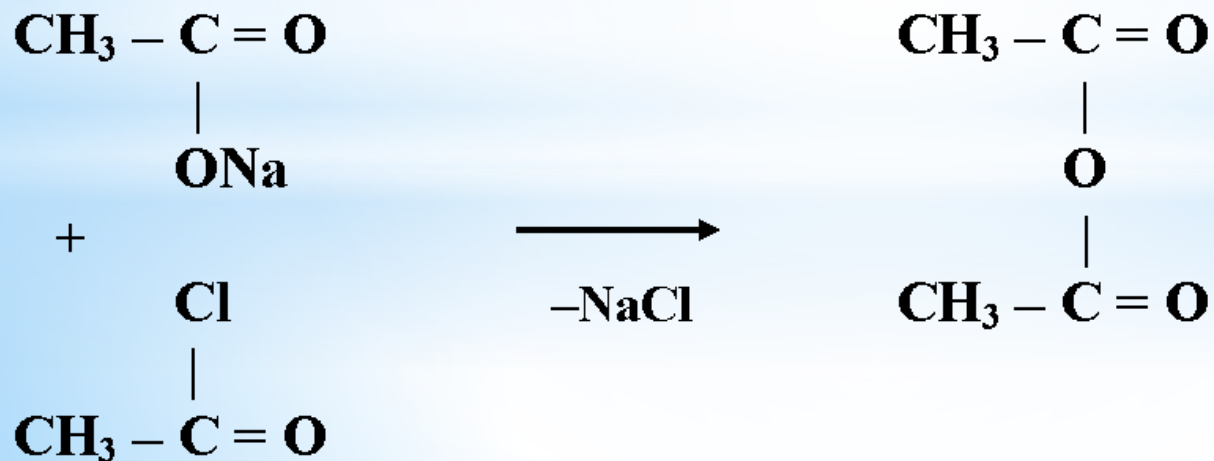
### г) образование нитрилов:



## д) образование ангидридов карбоновых кислот:

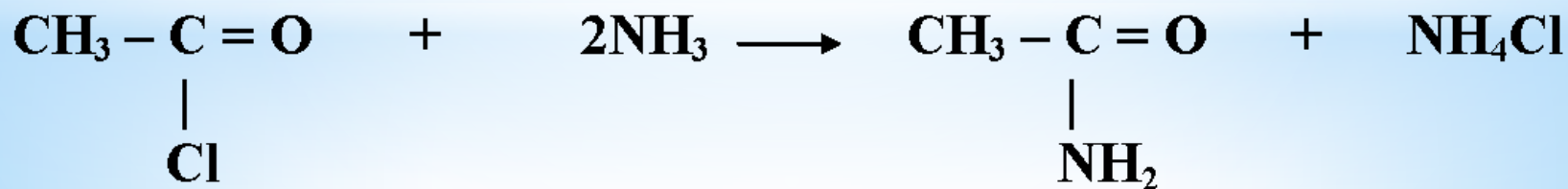
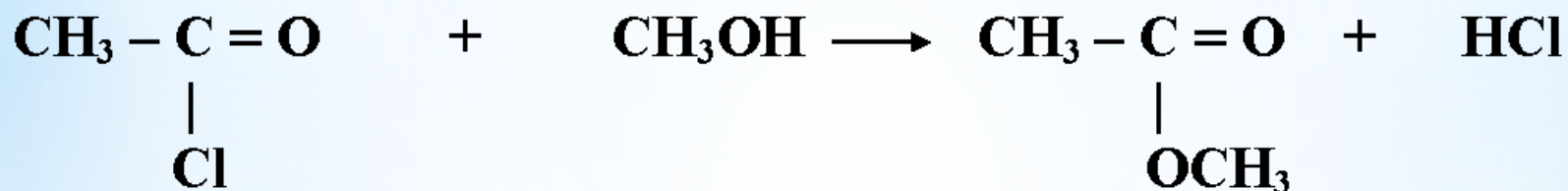
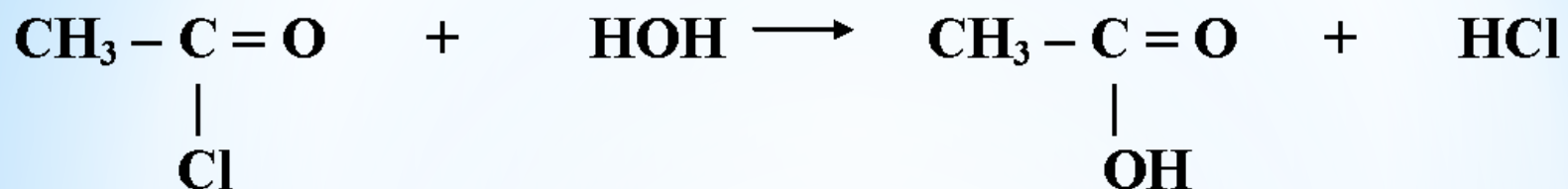


ангидрид уксусной кислоты

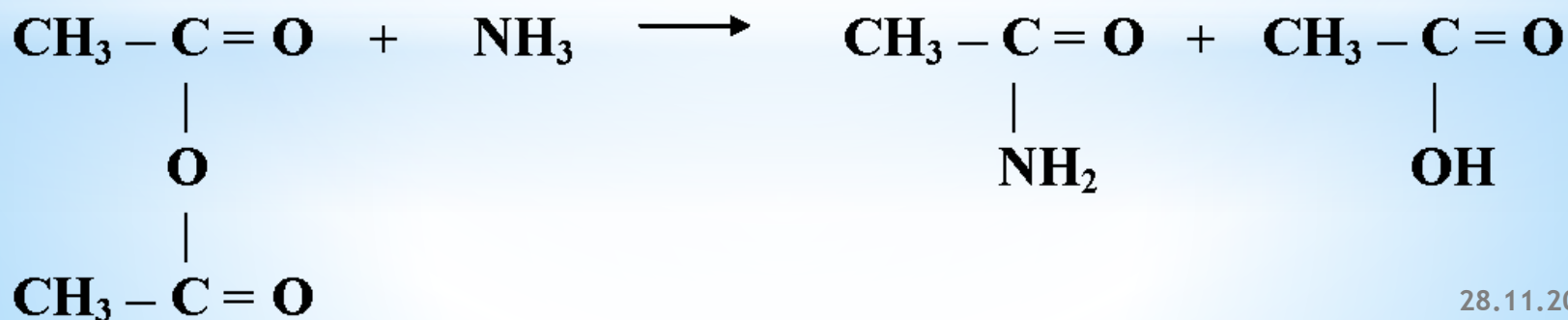
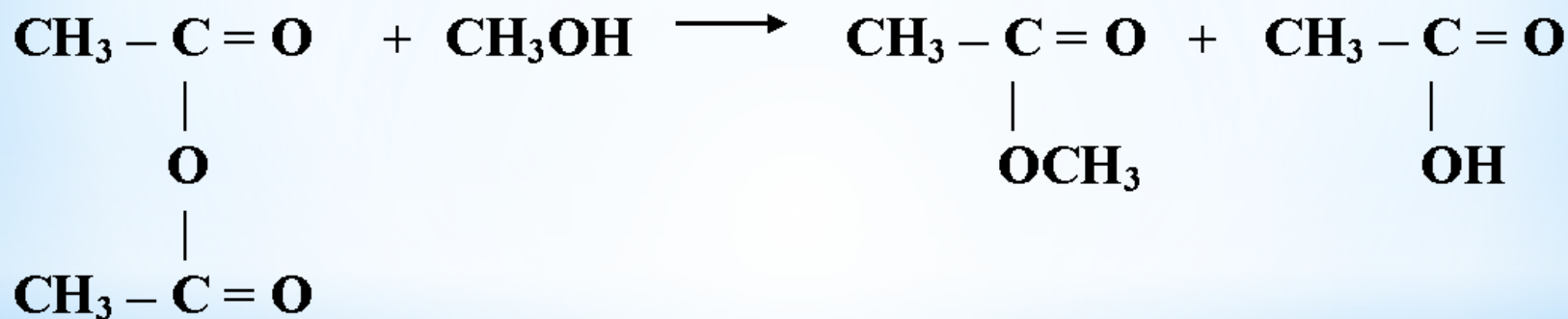


### 3. Реакции функциональных производных карбоновых кислот:

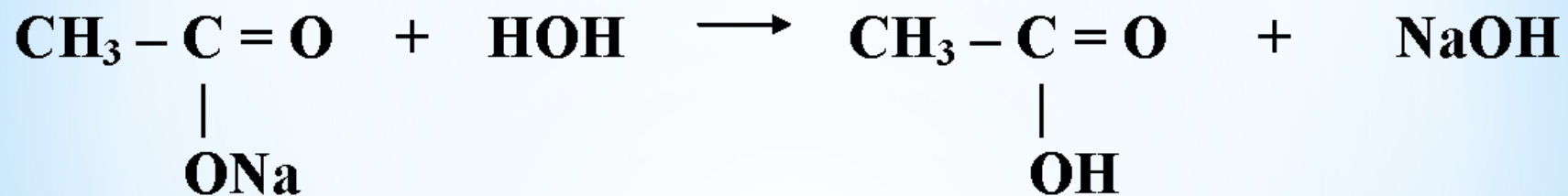
#### 1) реакции галогенангидридов



## 2) реакции ангидридов карбоновых кислот

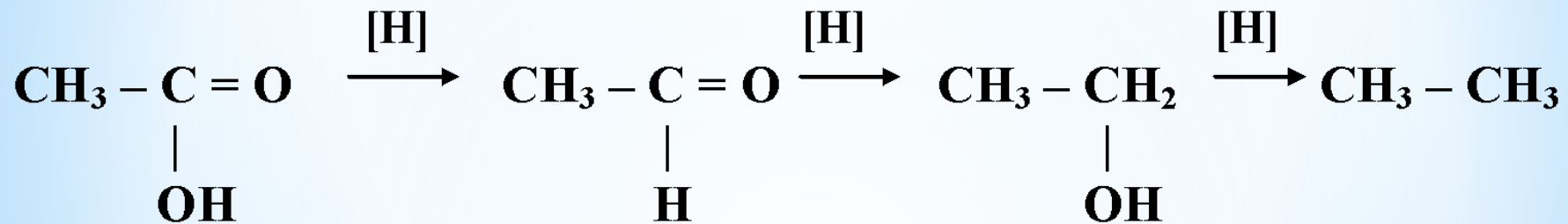


### 3) реакции солей карбоновых кислот





## 4. Реакции восстановления:

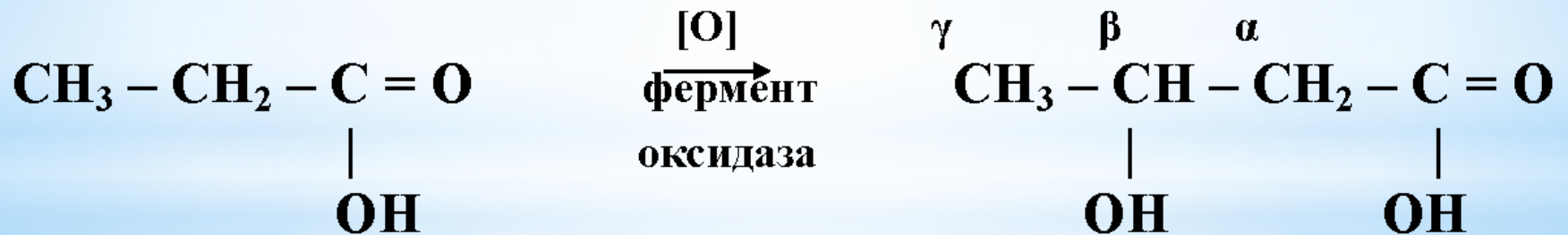


**Карбоксильная группа** восстанавливается с большим трудом. Для того чтобы восстановить карбоновую кислоту до углеводорода требуется длительное кипячение с **H<sub>2</sub>** в присутствии фосфора.

Прямое восстановление карбоновых кислот до спиртов водородом достигается при использовании **высоких давлений и катализаторов** (Cu, Ni, Co, Zn-Cr-Cu-Cd, Шраут, Норманн).

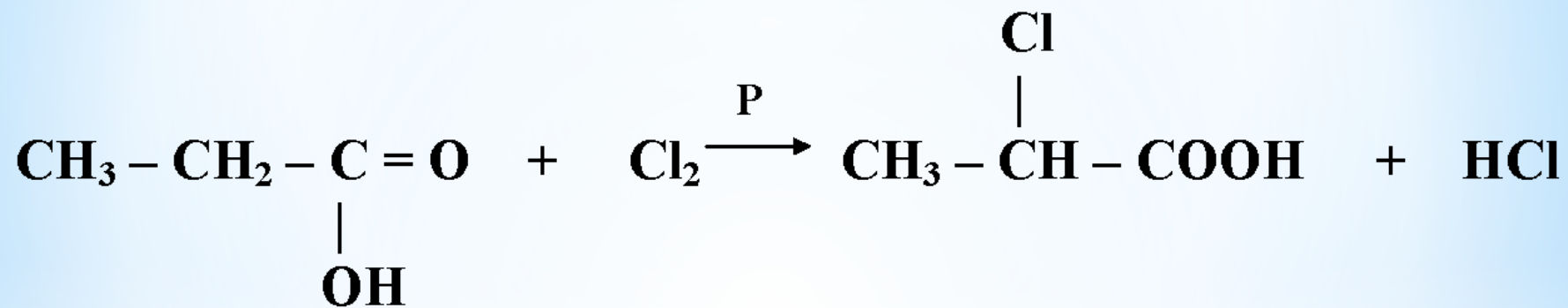


## 5. Реакции окисления:

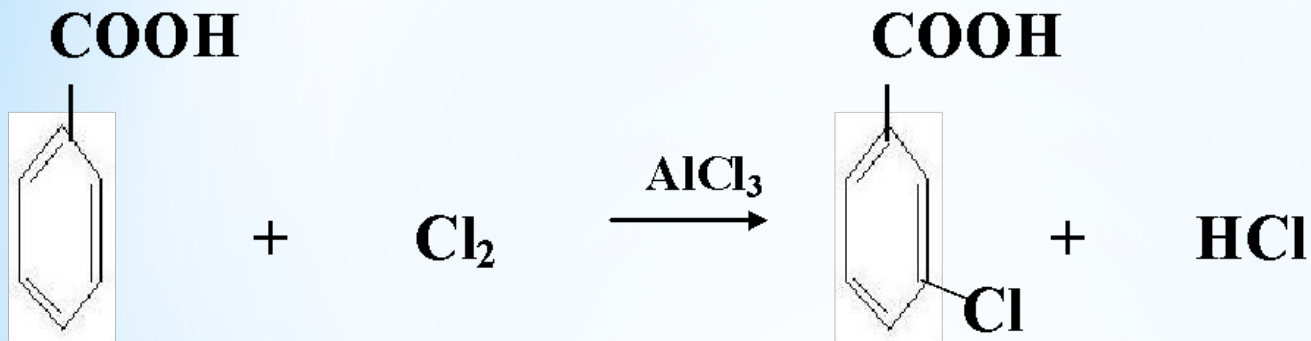




## 6. Реакции замещения:



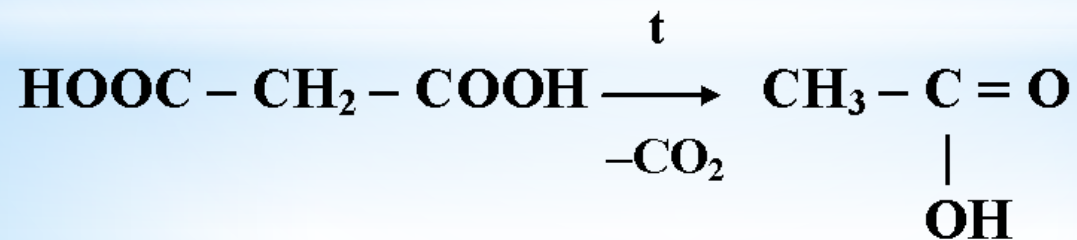
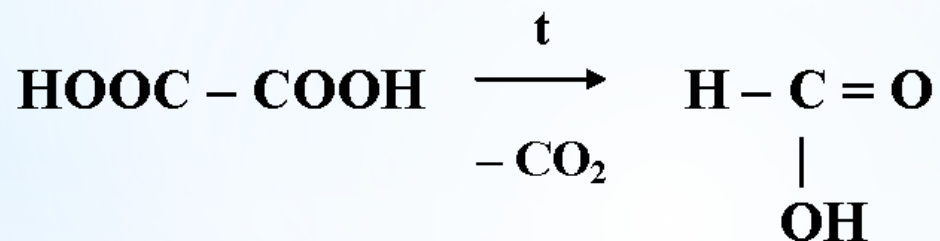
## 7. Реакции ароматических карбоновых кислот:



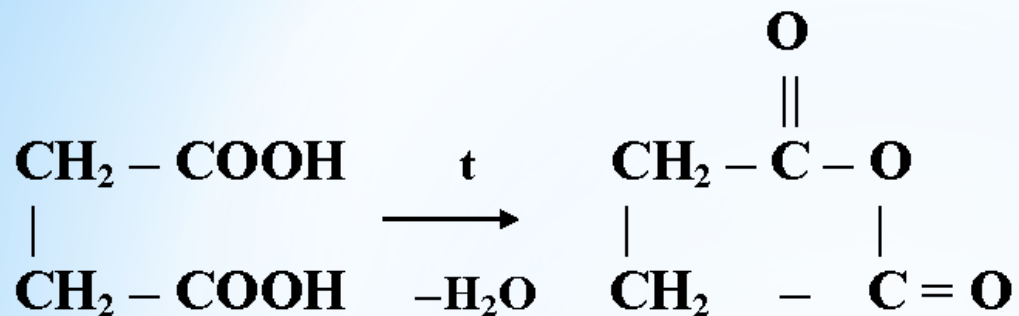
**Карбоксильная группа – заместитель II рода, в реакциях электрофильного замещения направляет следующий заместитель в мета-положение**

## 8. Реакции двухосновных карбоновых кислот:

### 1) реакции декарбоксилирования

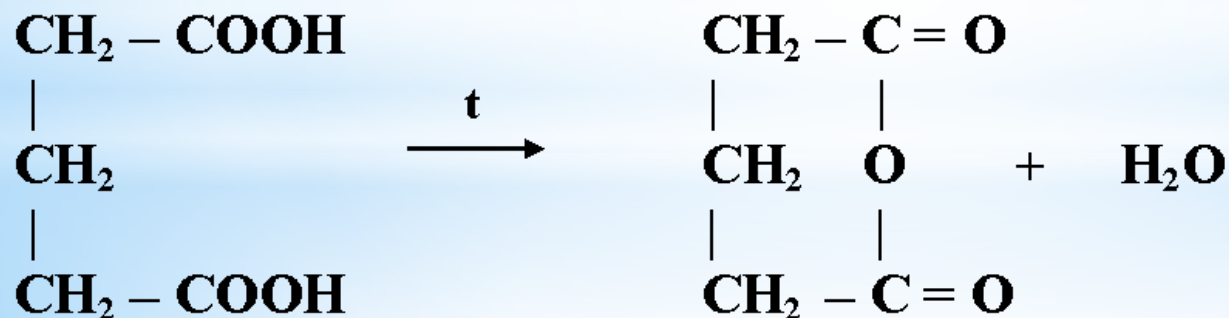


## 2) реакции дегидратации:



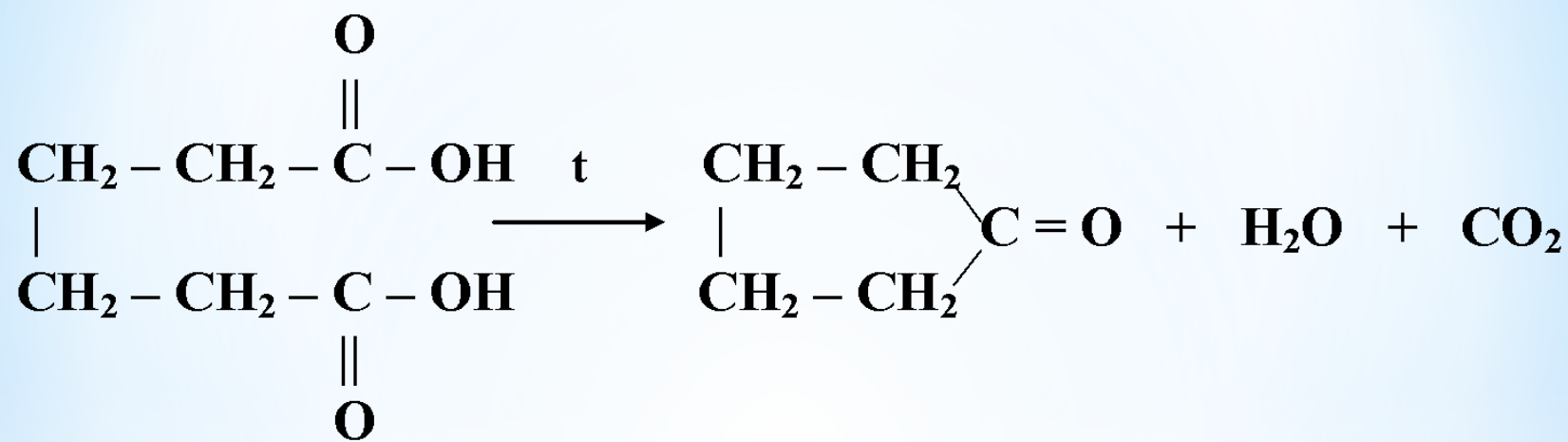
янтарная кислота

ангидрид янтарной кислоты



глутаровая кислота

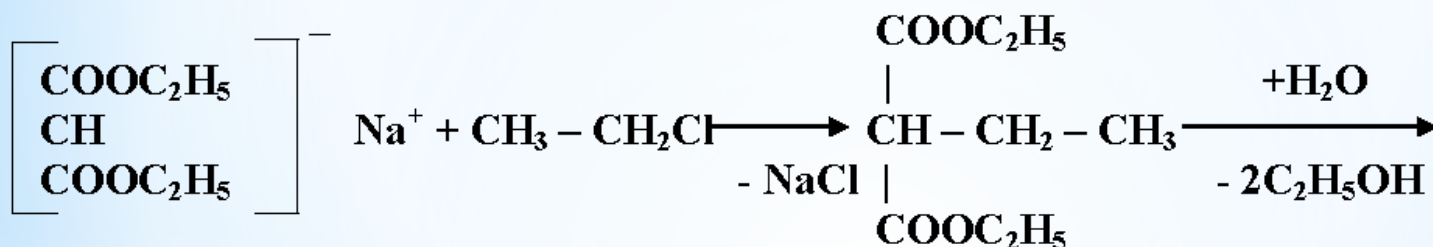
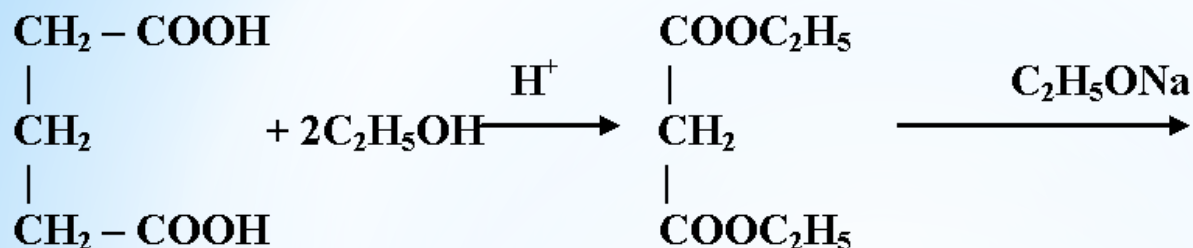
ангидрид глутаровой кислоты



**адипиновая кислота**

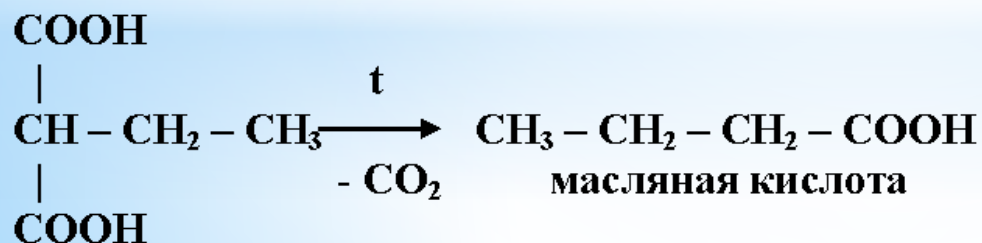
**циклопентанон**

# Синтез карбоновых кислот при помощи малоновой кислоты:



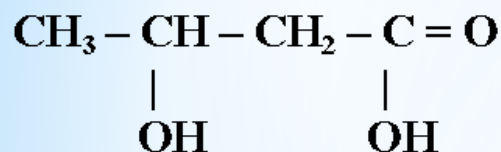
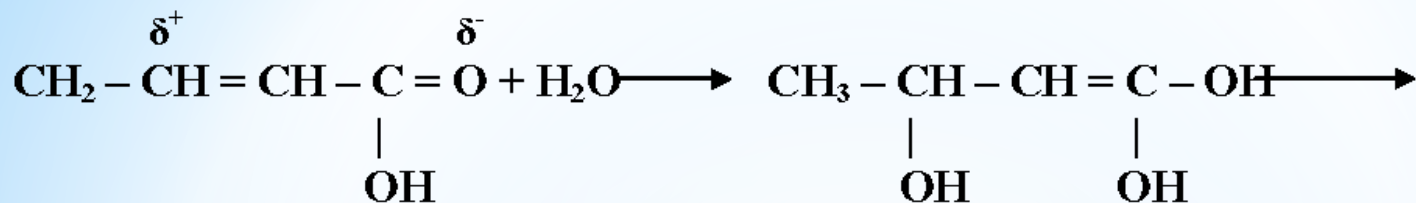
натрий малоновый  
эфир

этилмалоновая кислота

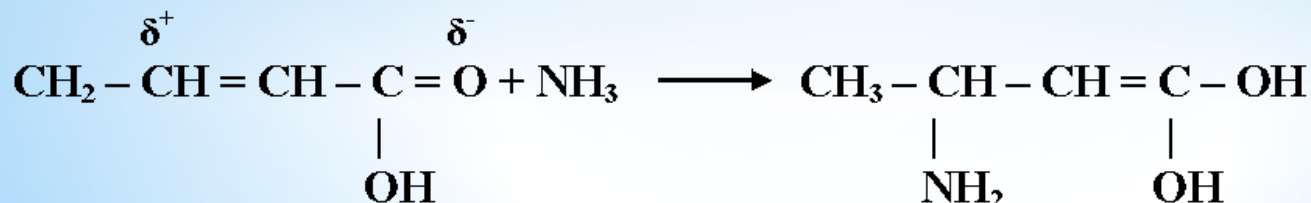
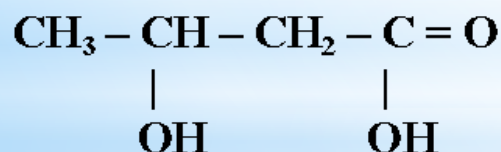
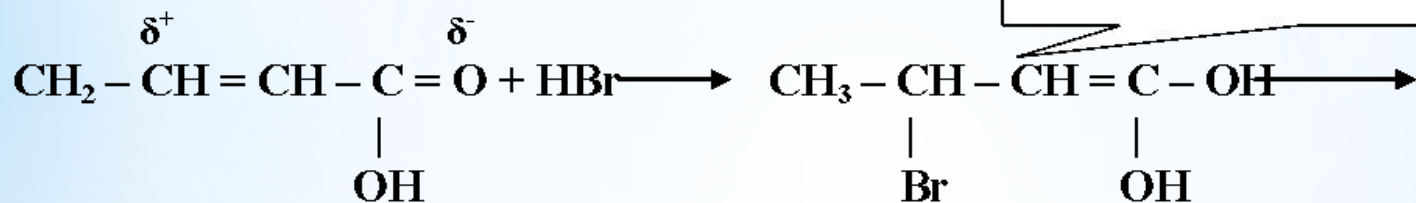




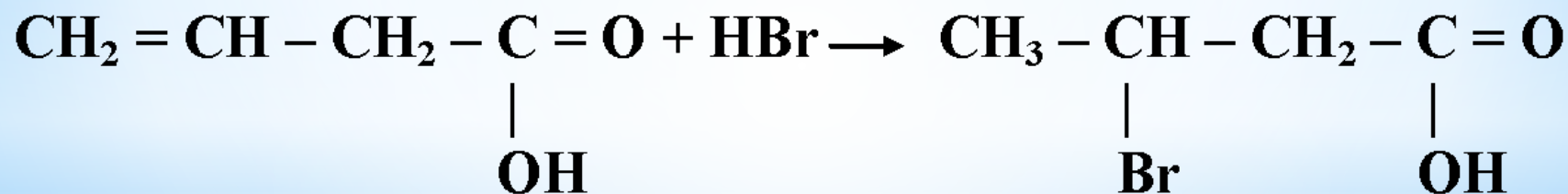
## 9. Реакция ненасыщенных карбоновых кислот (двойные связи в сопряжении относительно друг друга)



**В этом случае водород всегда направляется в α-положение относительно углерода карбоксильной группы**



**Если двойные связи изолированные относительно друг друга, то реакция идёт по правилу Марковникова**



## Взаимодействие олеиновой кислоты с бромной водой



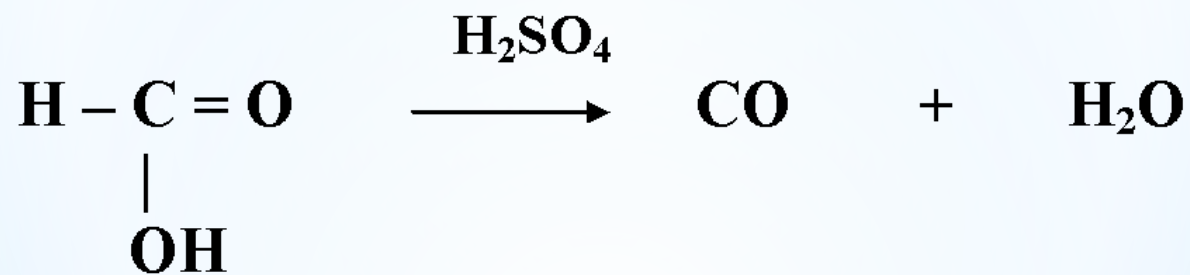
олеиновая кислота



Происходит обесцвечивание раствора



## Реакция разложения муравьиной кислоты



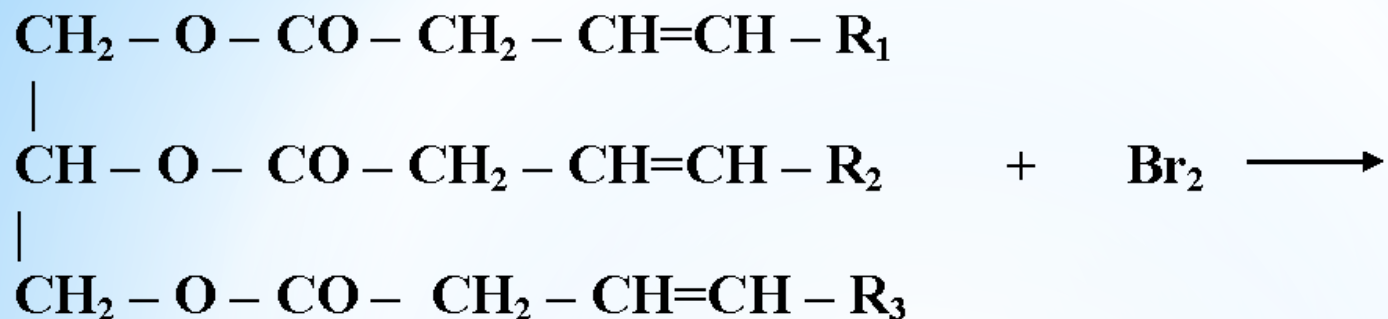




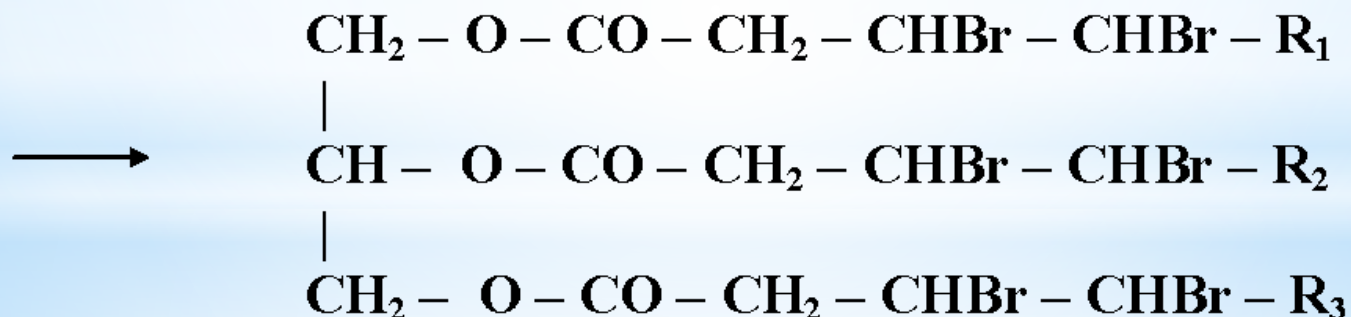




## Определение непредельности жиров



**Жир – сложный эфир глицерина и высших карбоновых кислот**



**Происходит обесцвечивание раствора**





**Спасибо  
за  
Ваше внимание!**