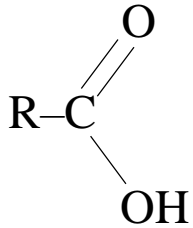




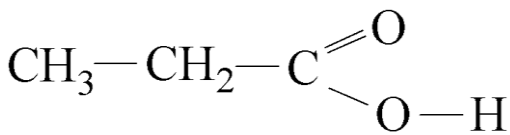
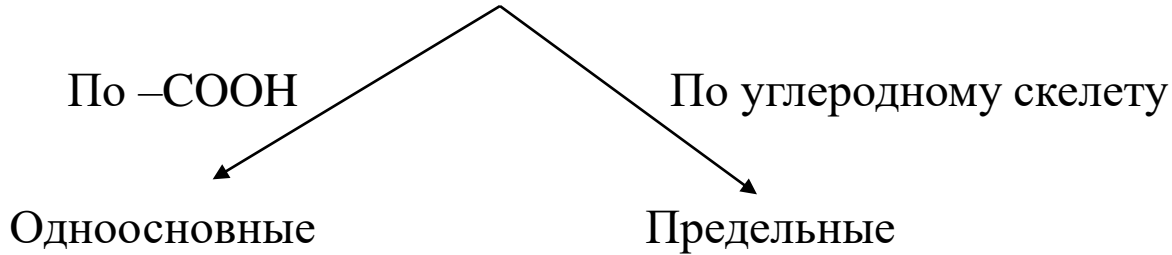
Первый Санкт-Петербургский государственный  
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова  
Кафедра общей и биоорганической химии

# **Карбоновые кислоты**

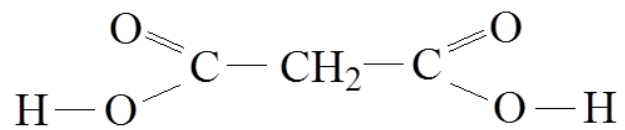
**Карбоновые кислоты** – это производные углеводородов, содержащие в составе молекуле одну или несколько карбоксильных групп.



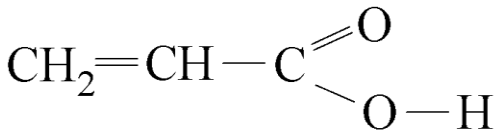
Карбоновые кислоты



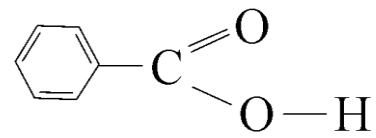
Многоосновные



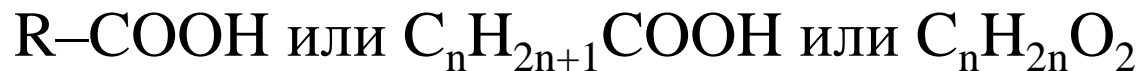
Непредельные



Ароматические



Общая формула одноосновных алифатических карбоновых кислот



### Номенклатура

К названию соответствующего алкана прибавляется окончание -овая и слово кислота:

Метан – метановая кислота  $HCOOH$

Этан – этановая кислота  $CH_3COOH$

Пропан – пропановая  $CH_3CH_2COOH$

Бутан – бутановая кислота  $CH_3CH_2CH_2COOH$

Существуют также тривиальные названия: метановая – муравьиная, этановая – уксусная, пропановая – пропионовая, бутановая – масляная, пентановая – валериановая и др.

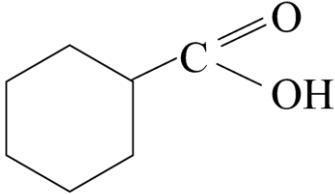
### Физические свойства

Низшие карбоновые кислоты – жидкости с острым запахом, хорошо растворимые в воде.

С повышением относительной молекулярной массы растворимость кислот в воде уменьшается, а температура кипения повышается.

Высшие кислоты, начиная с пеларгоновой (нонановой)  $CH_3-(CH_2)_7-COOH$ , - твердые вещества, без запаха, нерастворимые в воде.

Гомологический ряд	Название		
	Способ I (IUPAC)	Способ II	Тривиальное
$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	метановая		муравьиная
$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	этановая	метилкарбоновая	уксусная
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	пропановая	этилкарбоновая	пропионовая
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	бутановая	пропилкарбоновая	масляная
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	пентановая	бутилкарбоновая	валериановая
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_4-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	гексановая	пентилкарбоновая	капроновая
$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_5-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$	гептановая	гексилкарбоновая	энантовая

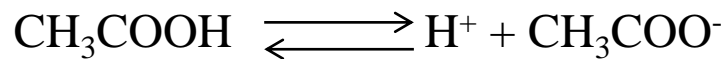
Гомологический ряд	Название		
	Способ I	Способ II	Тривиальное
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{14} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \text{OH} \end{array}$	гексадекановая	Пентадеценкарбоновая	пальмитиновая
$\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{16} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=} \text{O} \\ \text{OH} \end{array}$	октадекановая	Гептадеценкарбоновая	стеариновая
	Циклогексанкарбоновая	Циклогексилкарбоновая	

## Химические свойства кислот

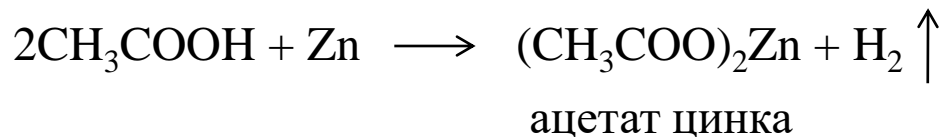
Общие свойства карбоновых кислот аналогичны соответствующим свойствам неорганических кислот:

1. Диссоциируют в водном растворе.
2. Реагируют с металлами.
3. Реагируют с основными и амфотерными оксидами и гидроксидами.
4. Реагируют с солями более слабых летучих кислот.
5. Реагируют со спиртами.

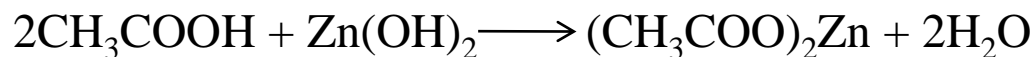
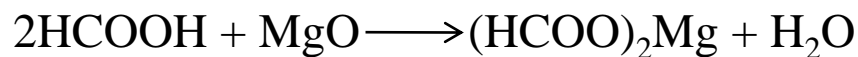
1. Кислоты диссоциируют на ионы водорода и ионы кислотного остатка:



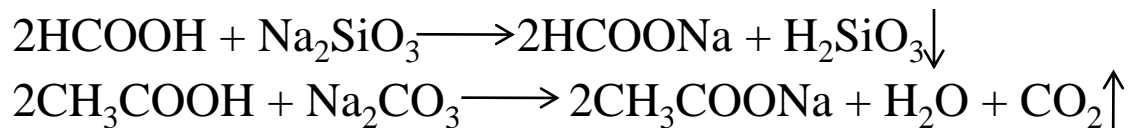
2. Реагируют с металлами:



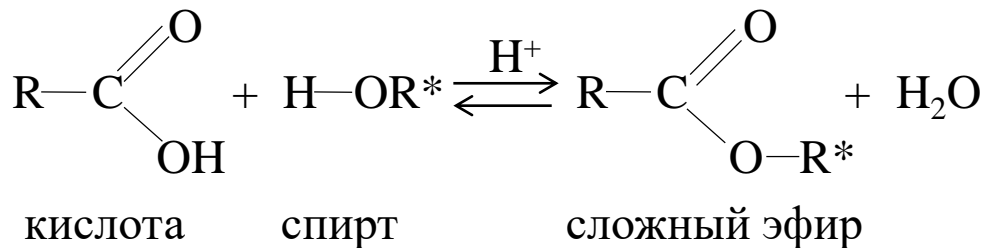
3. Реагируют с основными и амфотерными оксидами и гидроксидами.



4. Реагируют с солями более слабых летучих кислот.

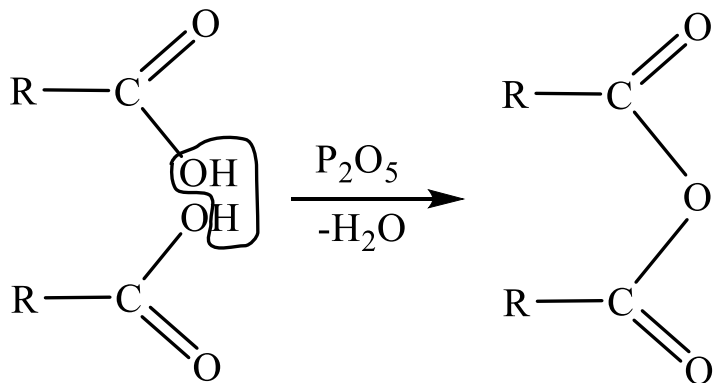


5. Реагируют со спиртами (этерификация).

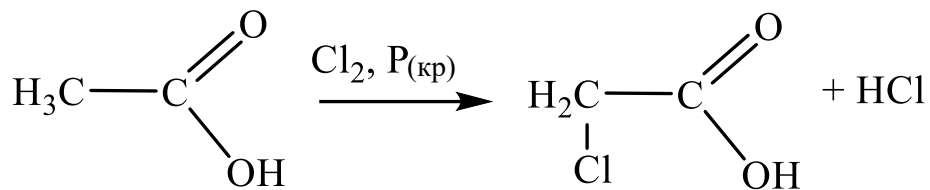


### Особые химические свойства

Образование ангидридов

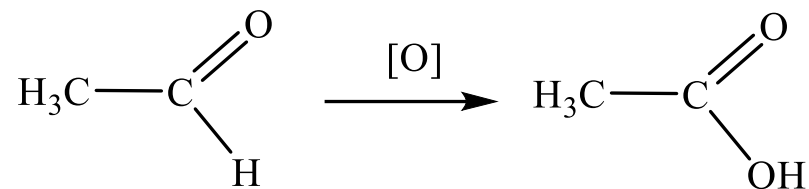


# Хлорирование углеводородного радикала в присутствии красного фосфора

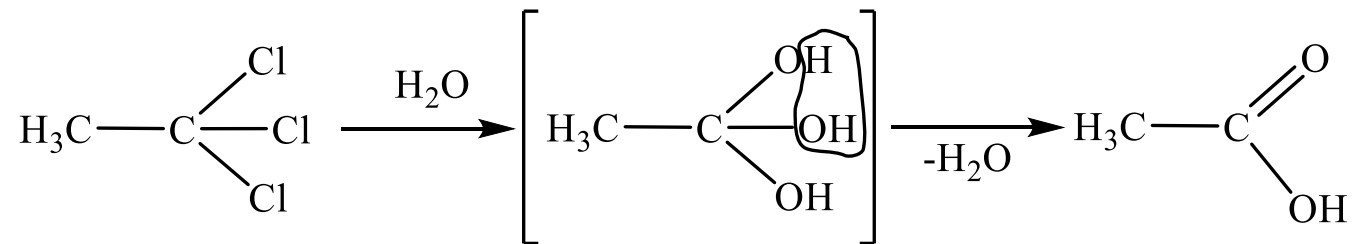


## Получение

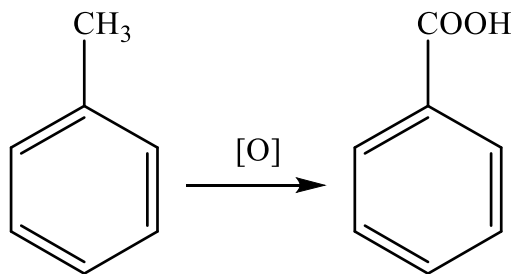
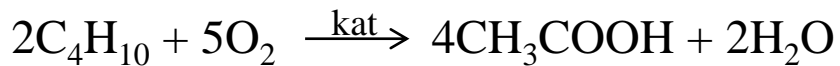
### 1. Окисление альдегидов



### 2. Гидролиз тригалогеналкилов

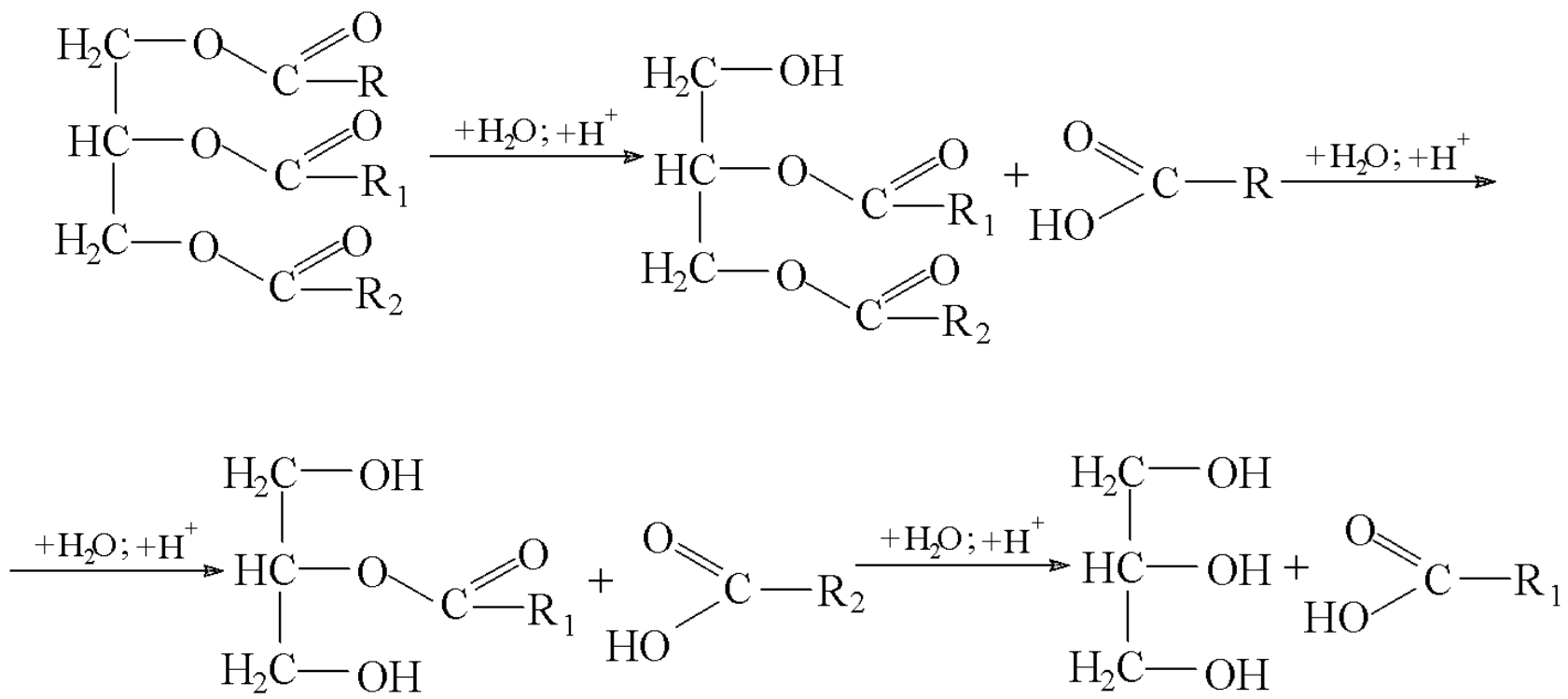


### 3. Окисление углеводородов





4. Гидролиз сложных эфиров глицерина (жиров). Реакция широко применяется для получения высокомолекулярных (C14–C22) карбоновых кислот.





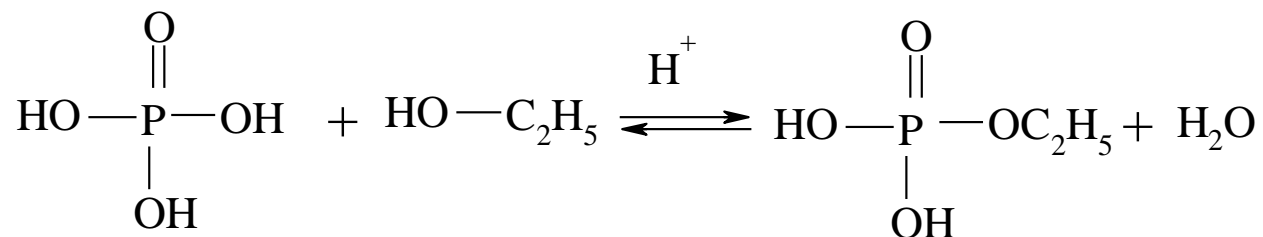
Первый Санкт-Петербургский государственный  
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова  
Кафедра общей и биоорганической химии

## Сложные эфиры

Сложные эфиры – продукт реакции взаимодействия спиртов с кислотами.

Сложные эфиры могут быть образованы:

1) минеральными кислотами

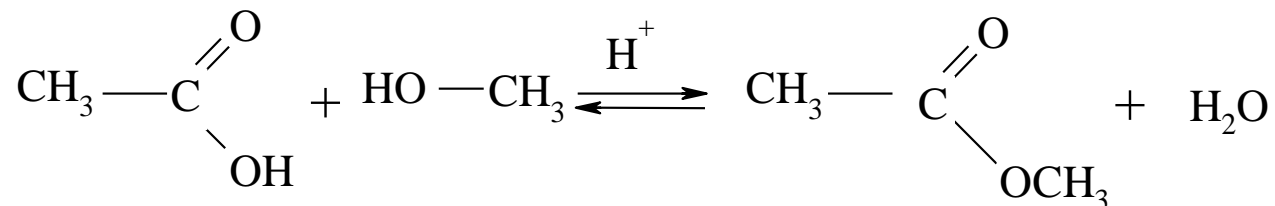


ортофосфорная  
кислота

этанол

сложный эфир: этиловый эфир  
ортофосфорной кислоты

2) органическими кислотами



этановая кислота

метанол

сложный эфир: метилэтанат или  
метилэтановый эфир этановой кислоты

## Номенклатура

Согласно IUPAC, сначала называют радикал, входивший в состав спирта, затем добавляют название остатка кислоты с суффиксом –оат.

Формула сложного эфира	Название согласно IUPAC	Тривиальное название
$\text{HCOOCH}_3$	метилформиат	метиловый эфир муравьиной кислоты
$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	бутилэтаноат	бутилацетат; бутиловый эфир уксусной кислоты
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_3\text{H}_7$	пропилбутаноат	пропилбутират; пропиловый эфир масляной кислоты
$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOCH}_3$	метил-2- гидроксипропаноат	метиловый эфир молочной кислоты

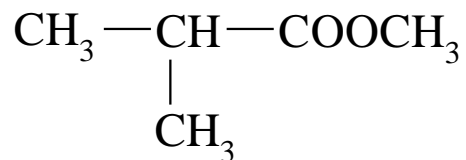
# Изомерия

Рассмотрим на примере вещества состава  $C_5H_{10}O_2$

изомерия углеродного скелета.



метибутаноат

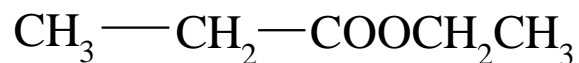


метил-2-метилпропаноат

Изомерия положения радикалов.



метилбутаноат



этилпропаноат

Межклассовая изомерия: сложные эфиры – изомеры карбоновых кислот.



метилбутаноат



пентановая кислота

## **Физические свойства.**

При обычных условиях низшие сложные эфиры – газообразные вещества, в отличие от жидких карбоновых кислот. Это объясняется отсутствием водородной связи между молекулами сложных эфиров, тогда как молекулы карбоновых кислот образуют линейные олигомеры или циклические димеры.

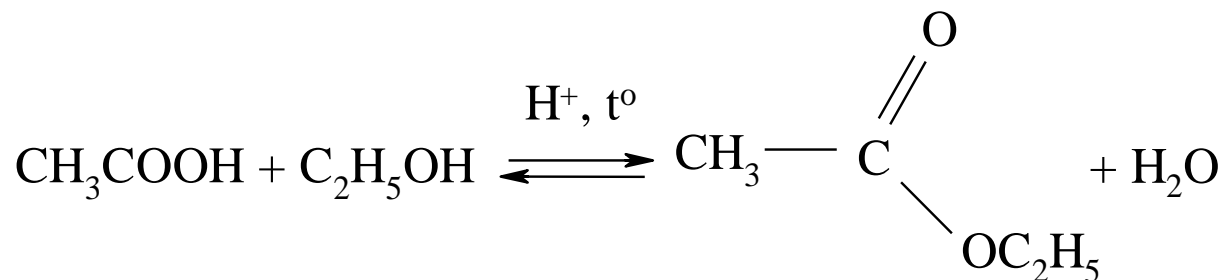
Сложные эфиры ограниченно растворимы в воде, что также связано с отсутствием водородных связей с молекулами воды.

Сложные эфиры обладают ярко выраженными запахами: этилформиат имеет запах рома, бензилацетат – жасмина.

## Получение сложных эфиров.

Образование сложных эфиров главным образом происходит по механизму электрофильного замещения.

1. Реакция этерификации: взаимодействие карбоновой кислоты со спиртом:



этановая	этанол	этилэтаноат
(уксусная)		(этиловый эфир
кислота		уксусной кислоты)

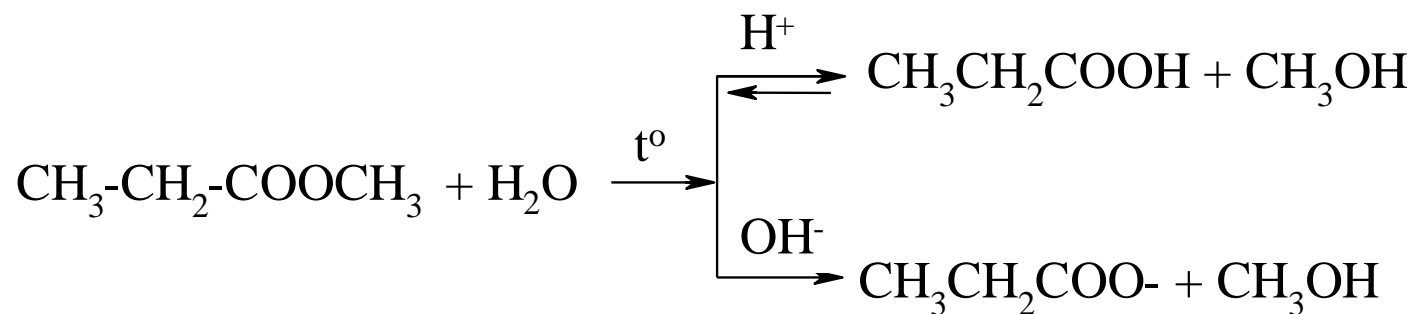
исходный изоамиловый эфир уксусной кислоты имеет запах груши, а конечный продукт – изоамиловый эфир масляной кислоты имеет сложный запах ананаса и банана.

## Химические свойства.

1. Сложные эфиры вступают в реакции нуклеофильного замещения.

1) Реакция сложных эфиров с водой – гидролиз – является наиболее

важной:



метилпропаноат

В кислой среде гидролиз протекает с образованием карбоновой кислоты и

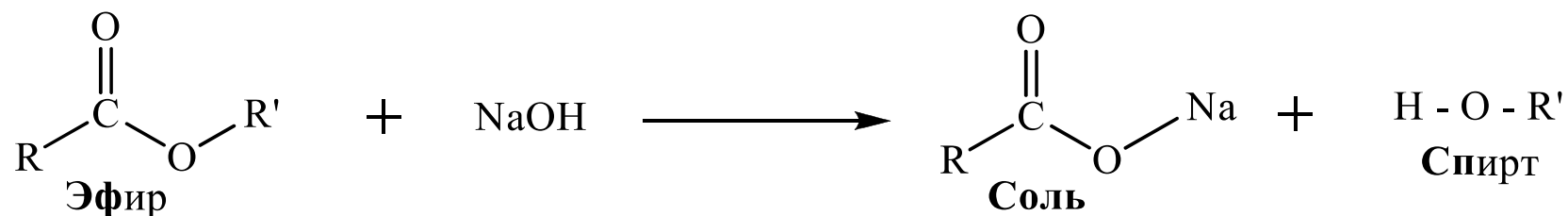
спирта; продукты реакции взаимодействуют между собой, вступая в реакцию

этерификации, поэтому **в кислой среде гидролиз обратим. В щелочной среде**

**гидролиз необратим.**



Уравнение щелочного гидролиза сложного эфира можно записать так:



2. Сложные эфиры горят в кислороде, при этом образуются углекислый газ и вода:





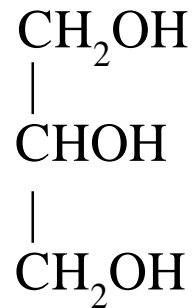
Первый Санкт-Петербургский государственный  
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова  
Кафедра общей и биоорганической химии

# Жиры

## Жиры.

Природные животные и растительные жиры относятся к простым омыляемым липидам. Эти соединения представляют собой сложные эфиры глицерина и жирных кислот.

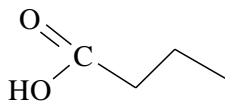
Глицерин – пропантриол-1,2,3 – трехатомный насыщенный спирт:



Жирные кислоты – неразветвлённые карбоновые кислоты с чётным количеством атомов углерода C<sub>4</sub>-C<sub>24</sub>.

## Насыщенные жирные кислоты:

Масляная кислота -  $C_3H_7COOH$



Пальмитиновая кислота

$C_{15}H_{31}COOH$



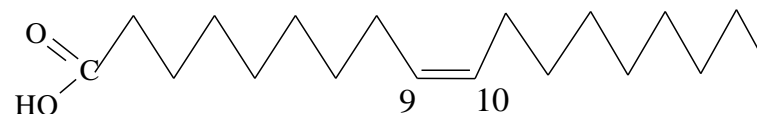
Стеариновая кислота –  $C_{17}H_{35}COOH$



## Ненасыщенные жирные кислоты<sup>1</sup>:

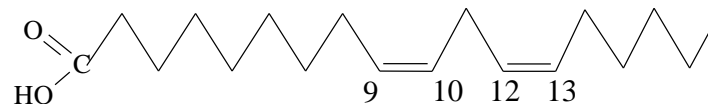
Олеиновая кислота –  $C_{17}H_{33}COOH$

(D<sub>9</sub> – номер атома углерода, у которого расположена двойная связь)



– Линолевая кислота –  $C_{17}H_{31}COOH$

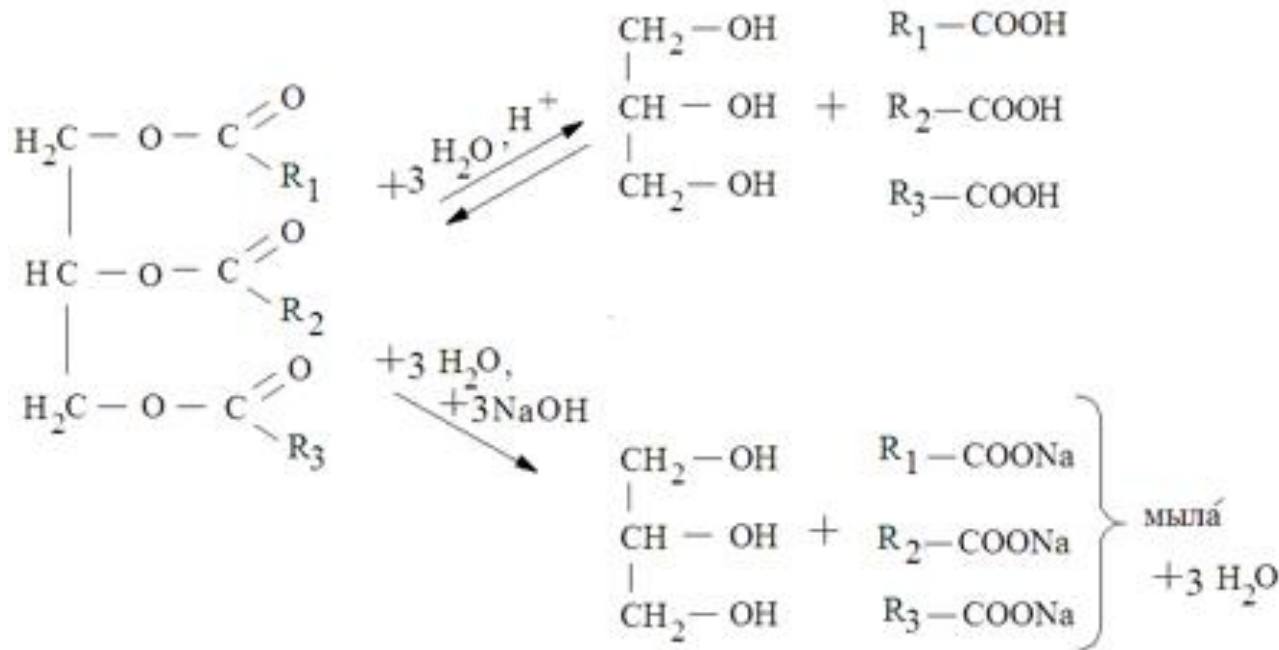
(D<sub>9,12</sub>)



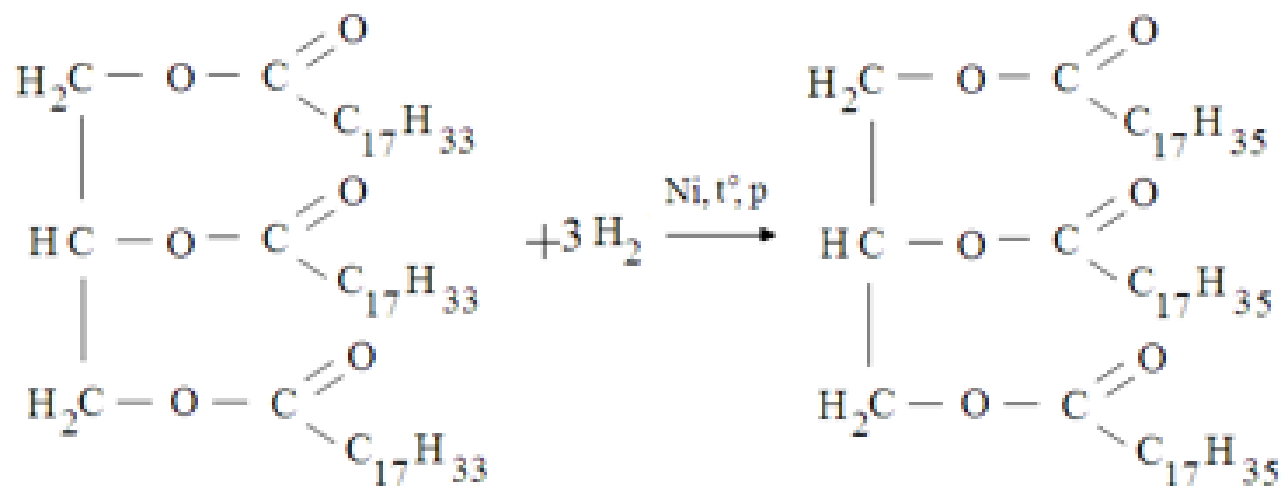


# Химические свойства жиров

1. Для жиров, как сложных эфиров, наиболее характерной является реакция взаимодействия с водой – **гидролиз**. В присутствии сильных минеральных кислот, т.е. **в кислой среде**, гидролиз протекает **обратимо**. В щелочной среде гидролиз жиров называют **омылением**, т.к. в результате реакции образуются соли высших жирных кислот – мыла; **в щелочной среде гидролиз необратим**:

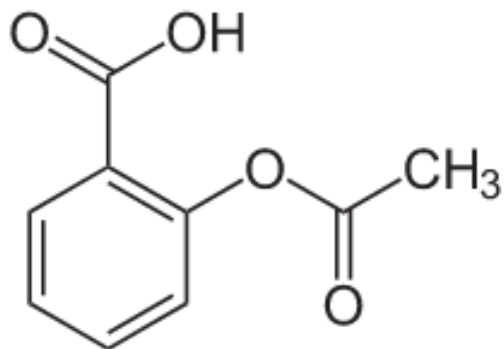


**2. Гидрогенизация** жиров представляет собой присоединение водорода по двойной связи в радикалах остатков непредельных жирных кислот, что ведёт к получению твёрдых жиров из жидких:

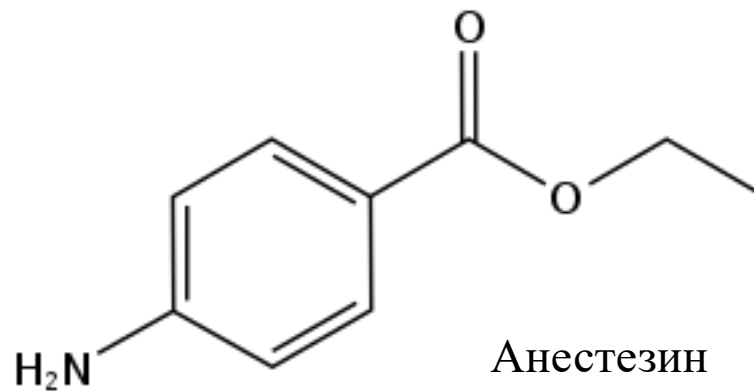


# ПРИМЕНЕНИЕ И МЕДИКО- БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ЭФИРОВ

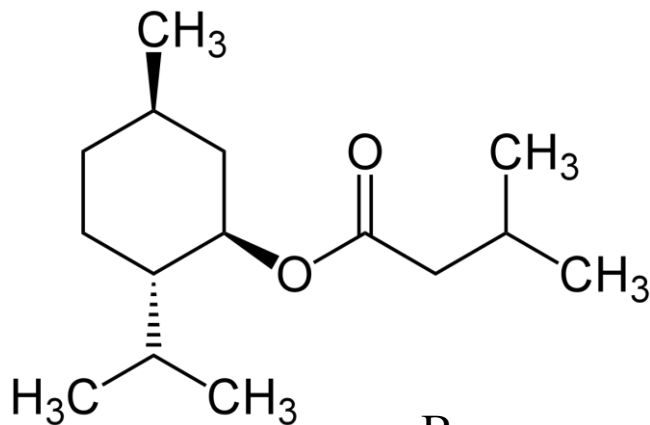
Многие сложные эфиры являются лекарственными препаратами.



Аспирин



Анестезин



Валидол