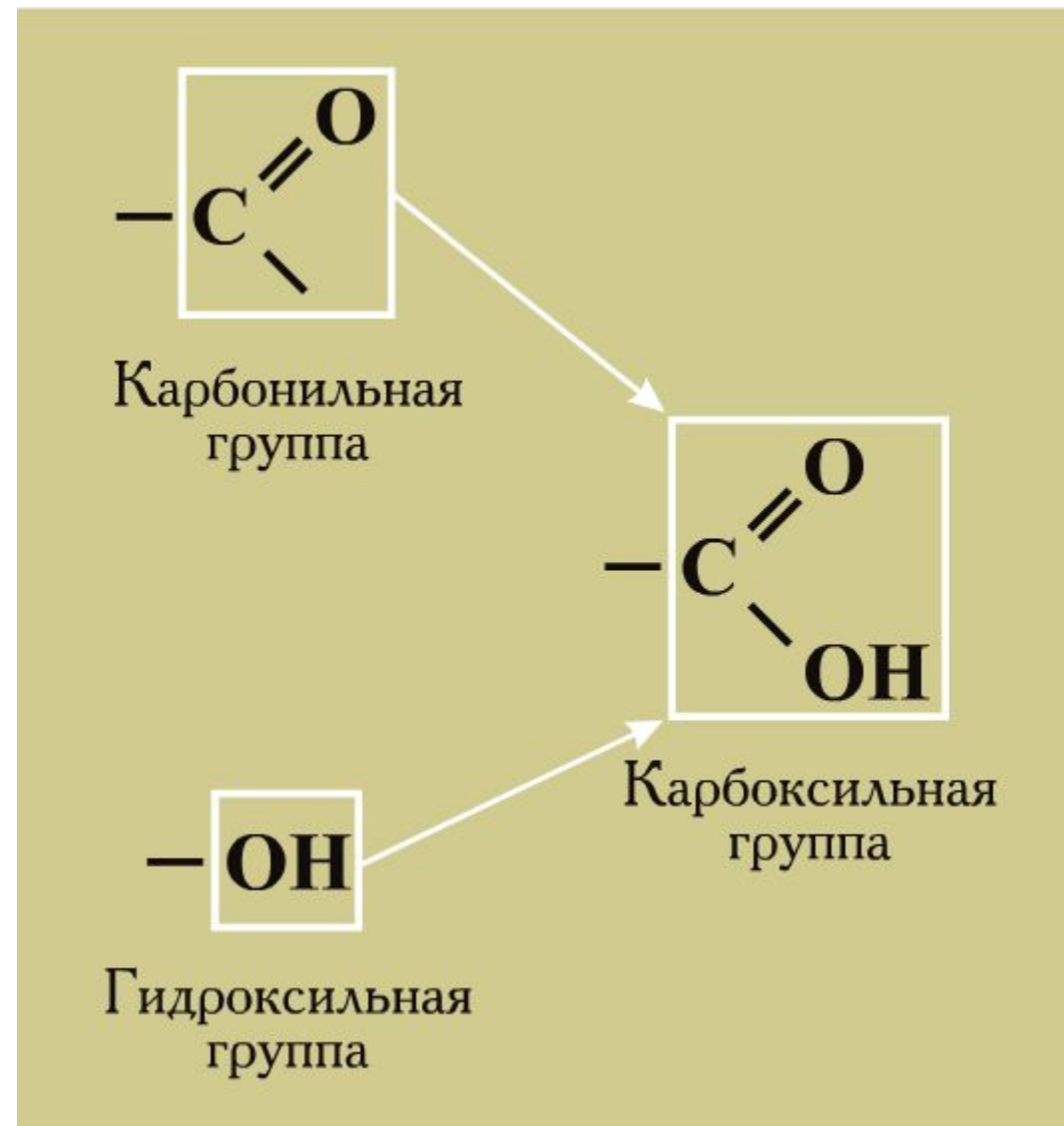


КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

- Карбоновые кислоты - класс органических соединений, молекулы которых содержат одну или несколько **карбоксильных групп** **COOH**.

- Имеют разнообразное промышленное применение и большое биологическое значение. Общая формула одноосновных карбоновых кислот $C_n H_{2n} O_2$.

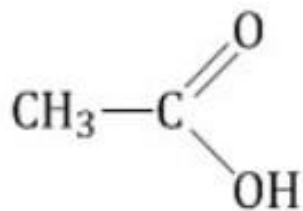


Классификация карбоновых кислот

По числу карбоксильных групп:

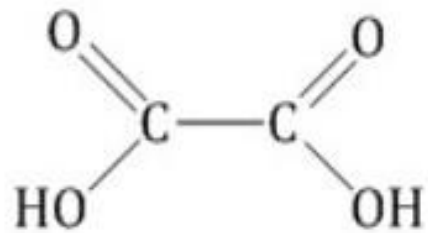
- **одноосновные карбоновые кислоты** — содержат одну карбоксильную группу -COOH. Общая формула $C_nH_{2n+1}COOH$ или $C_nH_{2n}O_2$.

Например, уксусная кислота



- **многоосновные карбоновые кислоты** – содержат две и более карбоксильные группы COOH . Например, общая формула двухосновных карбоновых кислот $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{COOH})_2$ или $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_4$.

Например, щавелевая кислота



Классификация по строению углеводородного радикала

- **Предельные карбоновые кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с предельным радикалом. Например, этановая кислота CH_3COOH .
- **Непредельные карбоновые кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с непредельным радикалом. Например, акриловая кислота: $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$.
- **Ароматические кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с непредельным радикалом. Например, бензойная кислота: $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.
- **Циклические кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с углеводородным циклом. Например, циклопропанкарбоновая кислота: $\text{C}_3\text{H}_5\text{COOH}$.

Водородные связи и физические свойства карбоновых кислот

В жидком состоянии и в растворах молекулы карбоновых кислот образуют **межмолекулярные водородные связи**. Водородные связи вызывают притяжение и ассоциацию молекул карбоновых кислот.

Это приводит к **увеличению растворимости в воде и высоким температурам кипения низших** карбоновых кислот.

С увеличением молекулярной массы растворимость кислот в воде уменьшается.

Предельные одноосновные карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Муравьиная	Метановая	Формиат (метаноат)	HCOOH
Уксусная	Этановая	Ацетат (этаноеат)	CH_3COOH
Пропионовая	Пропановая	Пропионат (пропаноат)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
Масляная	Бутановая	Бутират (бутаноат)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$
Валериановая	Пентановая	Пентаноат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
Капроновая	Гексановая	Гексаноат	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$

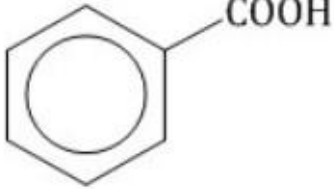
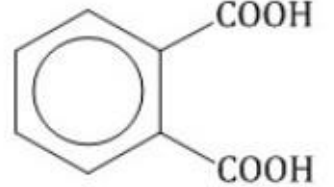

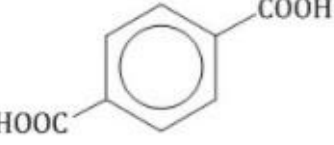
Таблица. Непредельные одноосновные карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Акриловая	Пропеновая	Акрилат	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
Метакриловая	2-Метилпропеновая	Метакрилат	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$
Кротоновая	<i>транс</i> -2-Бутеновая	Кротонат	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}$

Таблица. Двухосновные карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Щавелевая	Этандиовая	Оксалат	$\text{HOOC} - \text{COOH}$
Малоновая	Пропандиовая	Малонат	$\text{HOOC-CH}_2\text{-COOH}$
Янтарная	Бутандиовая	Сукцинат	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH}$
Глутаровая	Пентандиовая	Глутарат	$\text{HOOC-(CH}_2\text{)}_3\text{-COOH}$

Таблица. Ароматические карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Бензойная	Фенилкарбоновая	Бензоат	
Фталевая	Бензол-1,2-дикарбоновая кислота	Фталат	
Изофталева	Бензол-1,3-дикарбоновая кислота	Изофталат	
Терефталева	Бензол-1,4-дикарбоновая кислота	Терефталат	

Формула	Температура плавления °С	Температура кипения °С
HCOOH	8,3	100,8
CH_3COOH	16,8	118,1
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	-20,8	141,1
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	-5	163,5
$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{COOH}$	-47	154,4
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	34,5	185,4

Формула	Растворимость, $\frac{\text{г}}{100 \text{ г}}$ при 20 °С
НСООН	∞
СН ₃ СООН	∞
СН ₃ СН ₂ СООН	∞
СН ₃ СН ₂ СН ₂ СООН	∞
(СН ₃) ₂ СНСООН	20
С ₄ Н ₉ СООН	3,7
С ₅ Н ₁₁ СООН	0,886
С ₇ Н ₁₅ СООН	0,25
С ₉ Н ₁₉ СООН	0,015

Химические свойства карбоновых кислот

Для карбоновых кислот характерны следующие свойства:

- кислотные свойства, замещение водорода на металл;
- замещение группы OH
- замещение атома водорода в алкильном радикале
- образование сложных эфиров – этерификация

1. Кислотные свойства

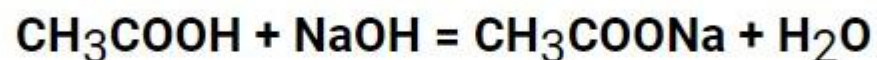
Карбоновые кислоты – кислоты средней силы.

В водном растворе карбоновые кислоты частично диссоциируют на ионы:



1.1. Взаимодействие с основаниями

Карбоновые кислоты реагируют с большинством оснований. При взаимодействии карбоновых кислот с основаниями образуются соли карбоновых кислот и вода.

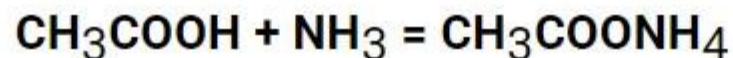


Карбоновые кислоты реагируют с щелочами, амфотерными гидроксидами, водным раствором аммиака и нерастворимыми основаниями.

Например, уксусная кислота растворяет осадок гидроксида меди (II)



Например, уксусная кислота реагирует с водным раствором аммиака с образованием ацетата аммония



1.2. Взаимодействие с металлами

Карбоновые кислоты реагируют с активными металлами. При взаимодействии карбоновых кислот с металлами образуются соли карбоновых кислот и водород.

Например, уксусная кислота взаимодействует с кальцием с образованием ацетата кальция и водорода.



1.3. Взаимодействие с основными оксидами

Карбоновые кислоты реагируют с основными оксидами с образованием **солей карбоновых кислот и воды.**

Например, уксусная кислота взаимодействует с оксидом бария с образованием ацетата бария и воды.



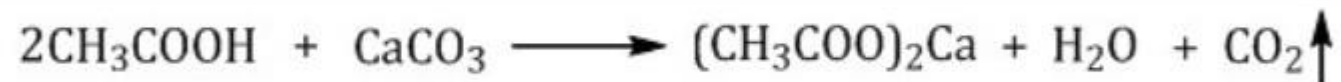
Например, уксусная кислота реагирует с оксидом меди (II)



1.4. Взаимодействие с солями более слабых и летучих (или нерастворимых) кислот

Карбоновые кислоты реагируют с солями более слабых, нерастворимых и летучих кислот.

Например, уксусная кислота растворяет карбонат кальция



Качественная реакция на карбоновые кислоты: взаимодействие с содой (гидрокарбонатом натрия) или другими гидрокарбонатами. В результате наблюдается выделение углекислого газа

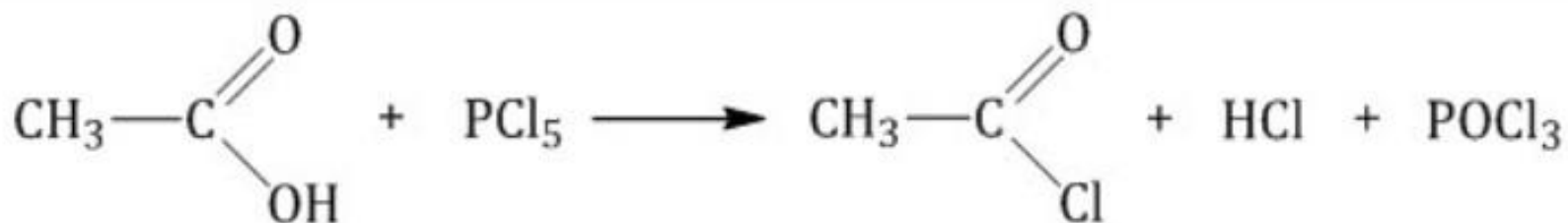


2. Реакции замещения группы ОН

2.1. Образование галогенангидридов

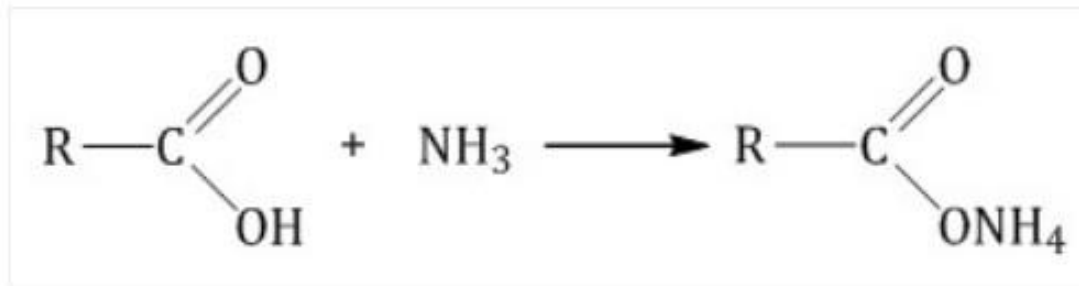
Под действием галогенангидридов минеральных кислот-гидроксидов (пента- или трихлорид фосфора) происходит замещение группы ОН на галоген.

Например, уксусная кислота реагирует с пентахлоридом фосфора с образованием хлорангидрида уксусной кислоты

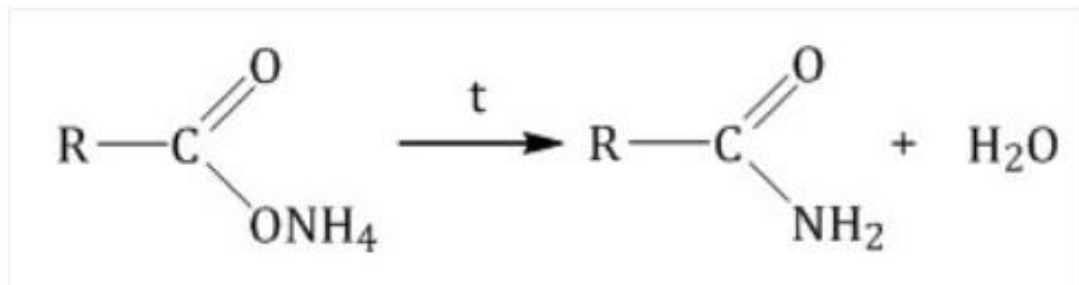


2.2. Взаимодействие с аммиаком

При взаимодействии аммиака с карбоновыми кислотами образуются соли аммония:



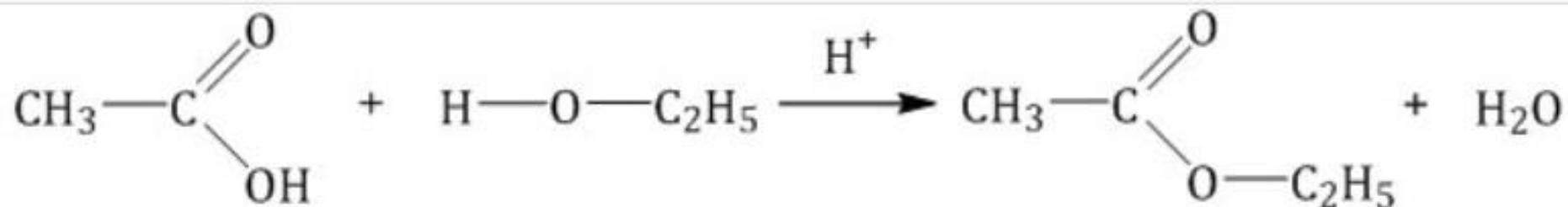
При нагревании карбоновые соли аммония разлагаются на амид и воду:



2.3. Этерификация (образование сложных эфиров)

Карбоновые кислоты вступают в реакции с одноатомными и многоатомными спиртами с образованием **сложных эфиров**.

Например, этанол реагирует с уксусной кислотой с образованием этилацетата (этилового эфира уксусной кислоты):

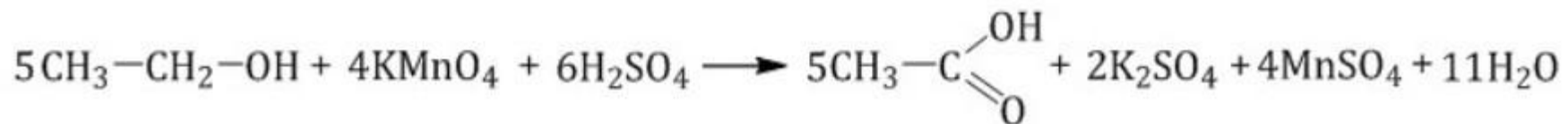


Получение карбоновых кислот

1. Окисление спиртов, алкенов и алкинов

При окислении спиртов, алкенов, алкинов и некоторых других соединений подкисленным раствором перманганата калия образуются карбоновые кислоты.

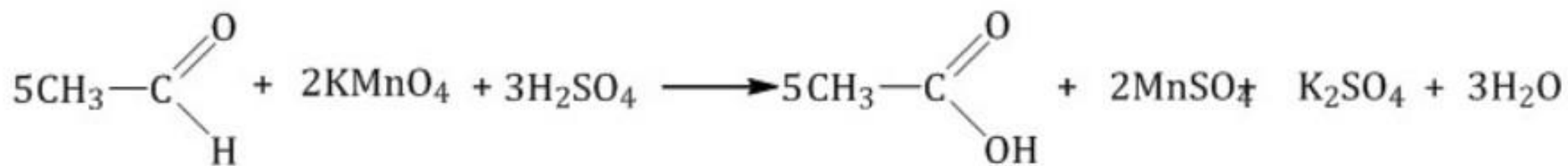
Например, при окислении этанола в жестких условиях образуется уксусная кислота



2. Окисление альдегидов

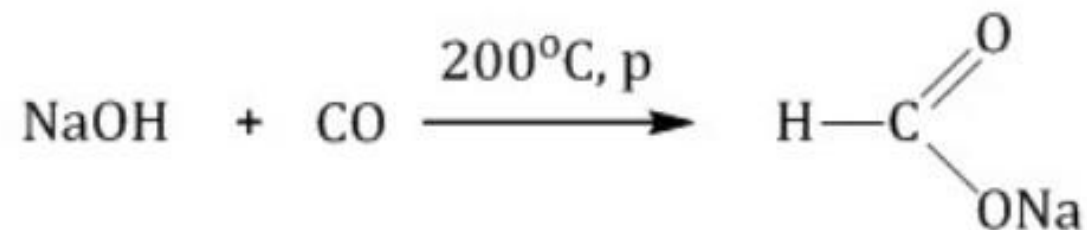
Альдегиды реагируют с раствором перманганата или дихромата калия в кислой среде при нагревании, а также с гидроксидом меди при нагревании.

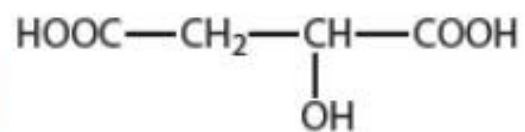
Например, при окислении уксусного альдегида перманганатом калия в серной кислоте образуется уксусная кислота.



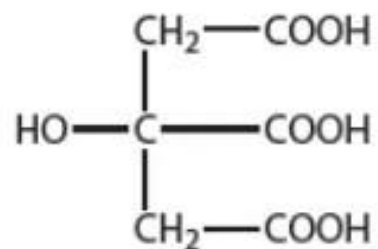
Получение муравьиной кислоты из угарного газа

Соль муравьиной кислоты получают нагреванием оксида углерода (II) с твёрдым гидроксидом натрия под давлением:





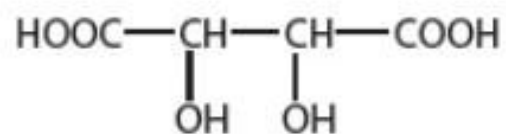
яблочная кислота



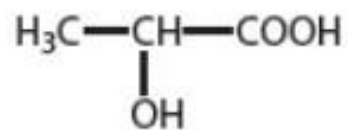
лимонная кислота



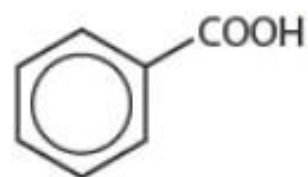
щавелевая кислота



виноградная кислота



молочная кислота



бензойная кислота

- ПРИМЕНЕНИЕ МУРАВЬИННОЙ КИСЛОТЫ (МЕТАНОВАЯ КИСЛОТА)
-
- Самым известным местом применения муравьиной кислоты является *пищевая промышленность*. Известная как E236 по международной классификации, муравьиная кислота является одним из самых востребованных консервантов. По ее доле выпадает самое большое количество использования среди односоставных карбоновых кислот.
- Однако, следует заметить, что применение в пищевой промышленности разрешено только на территории России, Беларуси, странах ЕАЭС. Применение E236 в Европе в качестве консерванта в пищевых продуктах запрещено.



ПРИМЕНЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ (ЭТАНОВАЯ КИСЛОТА)



маринование овощей



в быту



производство фотоплёнки



производство красок



производство клея



крашение тканей

ПРИМЕНЕНИЕ МАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ (БУТАНОВАЯ КИСЛОТА)

- Очень важна для поддержания здоровья желудочно-кишечного тракта человека (подавляет кишечную палочку, поддерживает РН)
- Натриевые и кальциевые соли бутановой кислоты применяют в животноводстве, как кормовые добавки.
- В пищевой промышленности на основе эфиров масляной кислоты изготавливают пищевые ароматизаторы с плодовыми запахами, например, с запахом яблока, груши, земляники, ананаса.

- Функциональная группа карбоновых кислот называется
- 1) карбонильной
- 2) гидроксильной
- 3) карбоксильной
- 4) сложноэфирной

- С увеличением числа атомов углерода в молекулах предельных одноосновных кислот их растворимость в воде
- 1) уменьшается
- 2) увеличивается
- 3) увеличивается незначительно
- 4) не изменяется

- В ходе реакции этерификации карбоновые кислоты реагируют
- 1) с металлами
- 2) с основаниями
- 3) со спиртами
- 4) с кислотами

• **Состав карбоновых кислот отражает общая формула**

1) RCOOR

2) RCOH

3) ROH

4) RCOOH

- **Функциональная группа карбоновых кислот состоит из...**
- 1) карбонильной и аминогруппы
- 2) гидроксильной и аминогруппы
- 3) карбонильной и гидроксильной группы
- 4) карбонильной и нитрогруппы

