КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

•

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

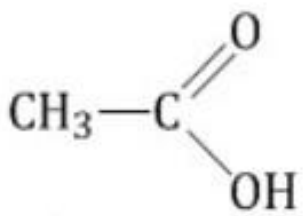
- Имеют разнообразное промышленное применение и большое биологическое значение. Общая формула одноосновных карбоновых кислот $C_nH_{2n}O_2$.

Классификация карбоновых кислот

По числу карбоксильных групп:

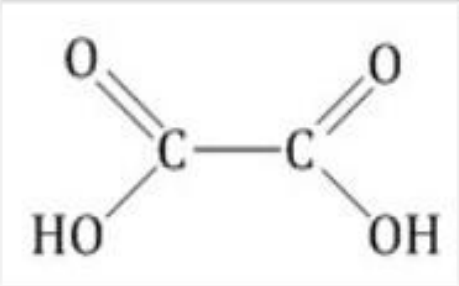
- **одноосновные карбоновые кислоты** — содержат одну карбоксильную группу -COOH. Общая формула **$C_nH_{2n+1}COOH$ или $C_nH_{2n}O_2$**.

Например, уксусная кислота



- **многоосновные карбоновые кислоты** — содержат две и более карбоксильные группы COOH. Например, общая формула двухосновных карбоновых кислот $\mathbf{C_nH_{2n}(COOH)_2}$ **или** $\mathbf{C_nH_{2n-2}O_4}$.

Например, щавелевая кислота



Классификация по строению углеводородного радикала

- **Предельные карбоновые кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с предельным радикалом. Например, этановая кислота CH_3–COOH.
- **Непредельные карбоновые кислоты** – карбоксильная группа COOH соединена с непредельным радикалом. Например, акриловая кислота: CH_2=CH–COOH.
- **Ароматические кислоты** — карбоксильная группа COOH соединена с непредельным радикалом. Например, бензойная кислота: C_6H_5COOH.
- **Циклические кислоты** — карбоксильная группа COOH соединена с углеводородным циклом. Например, циклопропанкарбоновая кислота: C_3H_5COOH.

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 (этаноат)	CH_3COOH
Пропионовая	Пропановая	Пропионат (пропаноат)	CH_3CH_2COOH
Масляная	Бутановая	Бутират (бутаноат)	$CH_3(CH_2)_2COOH$
Валериановая	Пентановая	Пентаноат	$CH_3(CH_2)_3COOH$
Капроновая	Гексановая	Гексаноат	$CH_3(CH_2)_4COOH$

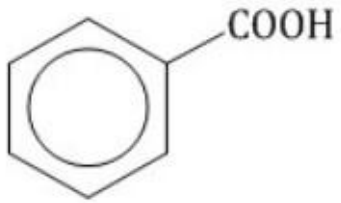
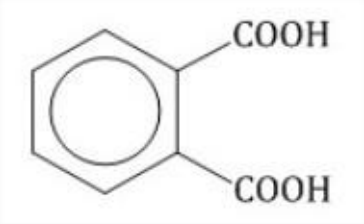
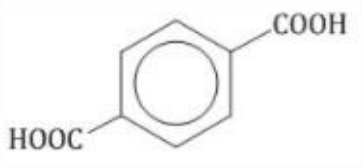
Таблица. Непредельные одноосновные карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Акриловая	Пропеновая	Акрилат	$CH_2=CH-COOH$
Метакриловая	2-Метилпропеновая	Метакрилат	$CH_2=C(CH_3)-COOH$
Кротоновая	*транс*-2-Бутеновая	Кротонат	$CH_3-CH=CH-COOH$

Таблица. Двухосновные карбоновые кислоты.

Тривиальное название	Систематическое название	Название соли и эфира	Формула кислоты
Щавелевая	Этандиовая	Оксалат	HOOC – COOH
Малоновая	Пропандиовая	Малонат	$HOOC\text{-}CH_2\text{-}COOH$
Янтарная	Бутандиовая	Сукцинат	$HOOC\text{-}(CH_2)_2\text{-}COOH$
Глутаровая	Пентандиовая	Глутарат	$HOOC\text{-}(CH_2)_3\text{-}COOH$

Таблица. Ароматические карбоновые кислоты.

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

Формула	Температура плавления °C	Температура кипения °C
$HCOOH$	8,3	100,8
CH_3COOH	16,8	118,1
CH_3CH_2COOH	−20,8	141,1
$CH_3CH_2CH_2COOH$	−5	163,5
$(CH_3)_2CH_2COOH$	−47	154,4
$CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$	34,5	185,4

Формула	Растворимость, $\frac{г}{100\ г}$ при 20 °C
$HCOOH$	∞
CH_3COOH	∞
CH_3CH_2COOH	∞
$CH_3CH_2CH_2COOH$	∞
$(CH_3)_2CHCOOH$	20
C_4H_9COOH	3,7
$C_5H_{11}COOH$	0,886
$C_7H_{15}COOH$	0,25
$C_9H_{19}COOH$	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:

$$R{-}COOH \leftrightarrows R\text{-}COO^{-} + H^{+}$$

1.1. Взаимодействие с основаниями

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

$$CH_3COOH + NaOH = CH_3COONa + H_2O$$

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

Например, уксусная кислота растворяет осадок гидроксида меди (II)

$$2CH_3COOH + Cu(OH)_2 \longrightarrow (CH_3COO)_2Cu + 2H_2O$$

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

$$CH_3COOH + NH_3 = CH_3COONH_4$$

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.

$$2\,CH_3COOH + Ca \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2\uparrow$$

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.

$$2CH_3COOH + BaO \longrightarrow (CH_3COO)_2Ba + H_2O$$

Например, уксусная кислота реагирует с оксидом меди (II)

$$\mathbf{2CH_3COOH + CuO = H_2O + (CH_3COO)_2Cu}$$

1.4. Взаимодействие с 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

$$2CH_3COOH + CaCO_3 \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O + CO_2\uparrow$$

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

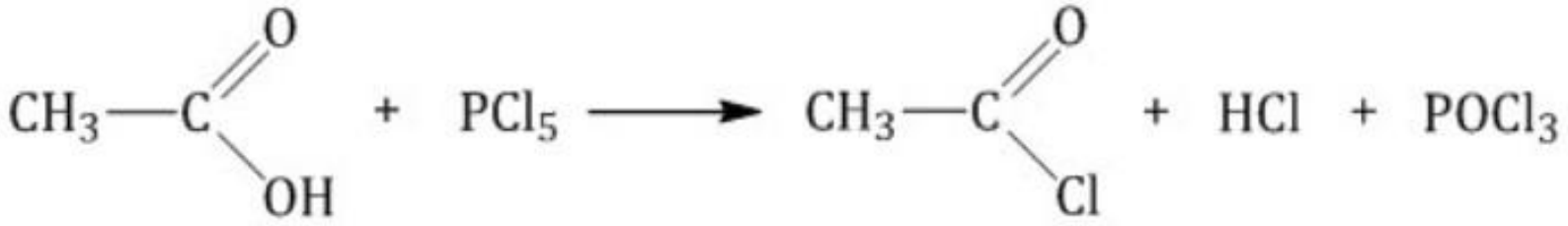
$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2\uparrow$$

2. Реакции замещения группы OH

2.1. Образование галогенангидридов

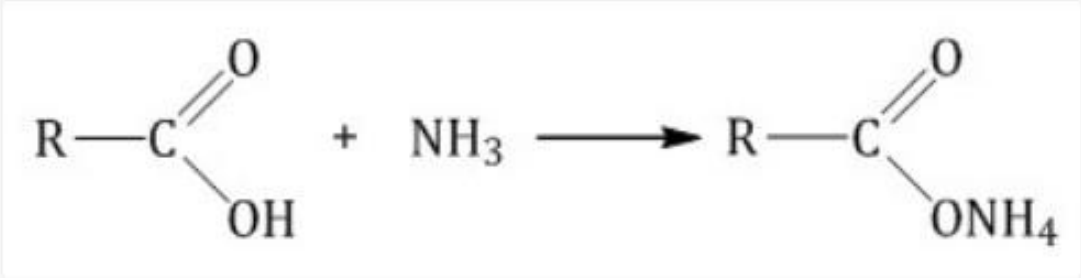
Под действием галогенагидридов минеральных кислот-гидроксидов (пента- или трихлорид фосфора) происходит замещение группы OH на галоген.

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

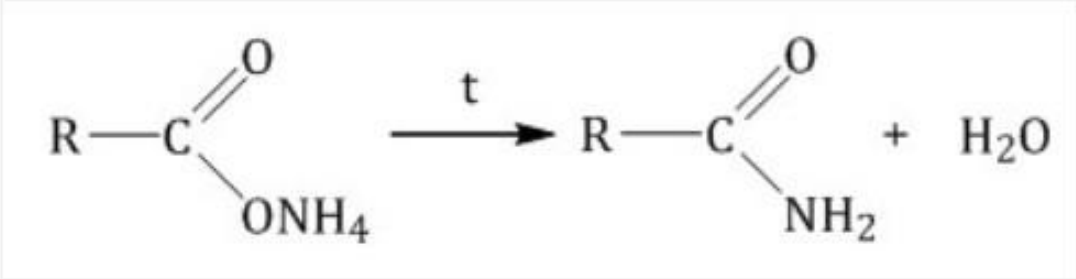


2.2. Взаимодействие с аммиаком

При взаимодействии аммиака с карбоновыми кислотами образуются соли аммония:



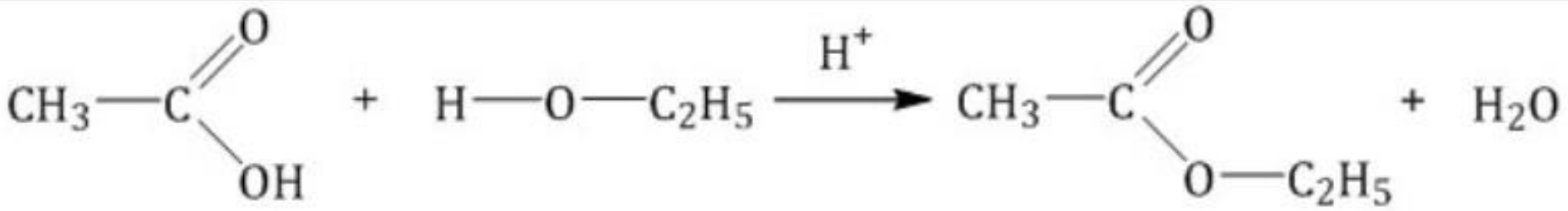
При нагревании карбоновые соли аммония разлагаются на амид и воду:



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.

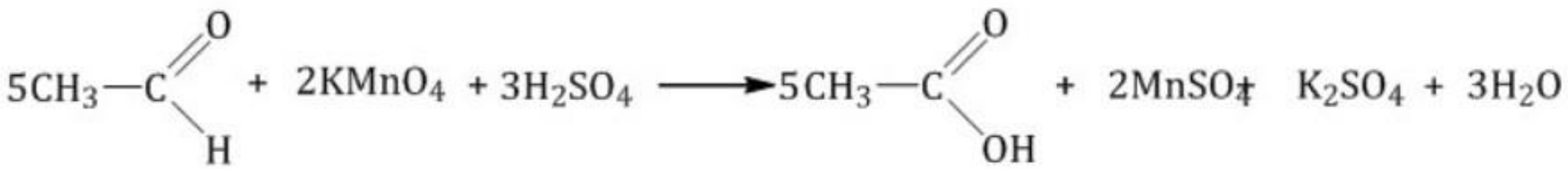
Например, при окислении этанола в жестких условиях образуется уксусная кислота

$$5CH_3-CH_2-OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 5CH_3-C(=O)OH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$$

2. Окисление альдегидов

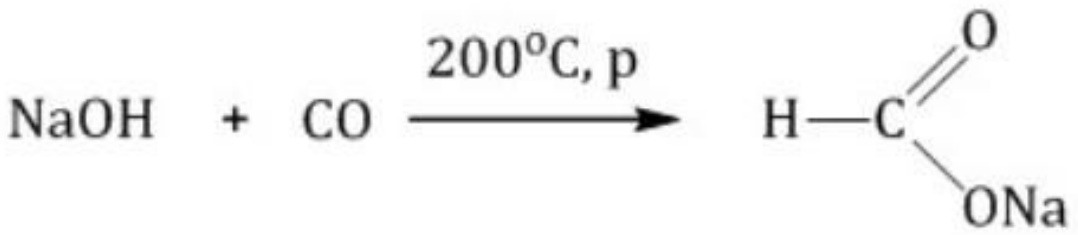
Альдегиды реагируют с раствором перманганата или дихромата калия в кислой среде при нагревании, а также с гидроксидом меди при нагревании.

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:



$$HOOC-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$$

яблочная кислота

$$\begin{array}{c} CH_2-COOH \\ | \\ HO-C-COOH \\ | \\ CH_2-COOH \end{array}$$

лимонная кислота

$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ COOH \end{array}$$

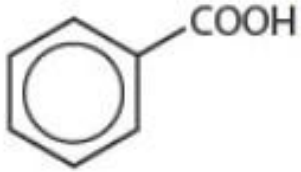
щавелевая кислота

$$HOOC-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$$

виноградная кислота

$$H_3C-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-COOH$$

молочная кислота



бензойная кислота

- ПРИМЕНЕНИЕ МУРАВЬИННОЙ КИСЛОТЫ (МЕТАНОВАЯ КИСЛОТА)
-
- Самым известным местом применения муравьиной кислоты является *пищевая промышленность*. Известная как Е236 по международной классификации, муравьиная кислота является одним из самых востребованных консервантов. По ее долю 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 Е236 в Европе в качестве консерванта в пищевых продуктах запрещено.

ПРИМЕНЕНИЕ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ (ЭТАНОВАЯ КИСЛОТА)

маринование овощей

производство фотоплёнки

производство красок

в быту

производство клея

крашение тканей

ПРИМЕНЕНИЕ МАСЛЯННОЙ КИСЛОТЫ (БУТАНОВАЯ КИСЛОТА)

- Очень важна для поддержания здоровья желудочно-кишечного тракта человека (подавляет кишечную палочку, поддерживает PH)
- Натриевые и кальциевые соли бутановой кислоты применяют в животноводстве, как кормовые добавки.
- В пищепроме 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