

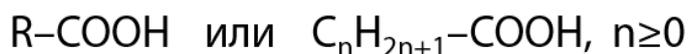
Карбоновые кислоты

Строение

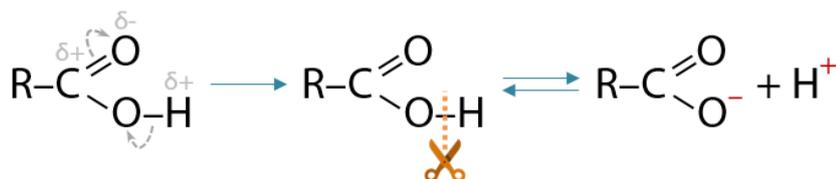
Карбоновые кислоты – органические кислородсодержащие вещества, содержащие в своем составе одну или несколько карбоксильных групп –COOH. Обладают кислотными свойствами.



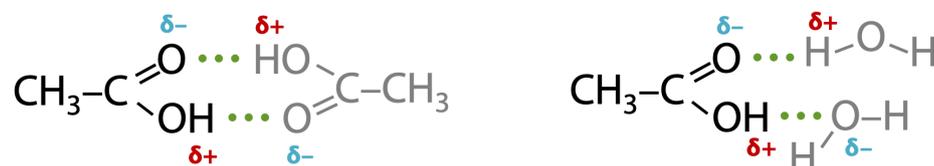
Формулу насыщенных карбоновых кислот можно выразить следующим видом:



Связь O–H сильно полярная и способна диссоциировать в водном растворе с отщеплением катиона водорода.



Чем длиннее углеводородный радикал рядом с карбоксильной группой –COOH, тем слабее кислота. Муравьиная кислота – HCOOH – самая сильная из предельных одноосновных карбоновых кислот.



Номенклатура

Для формирования названия карбоновой кислоты необходимо пронумеровать самую длинную углеродную цепь, включающую в состав –COOH, начиная с карбоксильной группы, и добавить суффикс **–овая**.

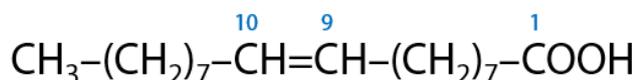
Структурная формула	Название	
	Систематическое	Тривиальное
H–COOH	Метан овая	Муравьиная
CH ₃ –COOH	Этан овая	Уксусная
CH ₃ –CH ₂ –COOH	Пропан овая	Пропионовая

Структурная формула	Название	
	Систематическое	Тривиальное
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$	Бутановая	Масляная
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$	Пentanовая	Валериановая
$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--COOH}$	Гексановая	Капроновая
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{--COOH}$	Гексадекановая	Пальмитиновая
$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{--COOH}$	Гептадекановая	Маргариновая
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{--COOH}$	Октадекановая	Стеариновая

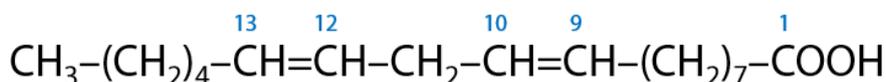
Из высших предельных карбоновых кислот (жирных кислот) надо помнить пальмитиновую и стеариновую.

Из высших непредельных - молекулярную формулу олеиновой, линолевой и линоленовой кислот.

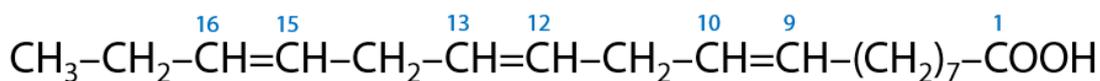
Олеиновая $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$



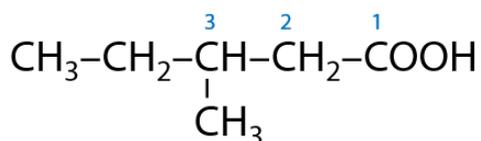
Линолевая $\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$



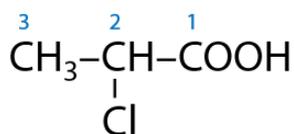
Линоленовая $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$



Если в структурной формуле появляются заместители или другие функциональные группы, то их указывают в самом начале названия вместе с их положением:



3-метилпентановая кислота



2-хлорпропановая кислота

Классификация карбоновых кислот

По числу карбоксильных групп

- **Одноосновные**
 CH_3COOH
- **Двухосновные**
 HOOC-COOH
- **Трехосновные**
 $\text{HOOC-CH(COOH)-COOH}$

По составу углеводородного радикала

- **Предельные**
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$
- **Непредельные**
 $\text{CH}_2=\text{CH-COOH}$
- **Ароматические**


По дополнительным функциональным группам

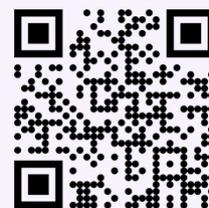
- **Гидроксикислоты**
 $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$
- **Аминокислоты**
 $\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$



Вся теория по органике на нашем бесплатном курсе «Органика с НУЛЯ».

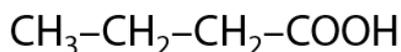
Соответствует ФГОС, более 1200 тестовых заданий.
Вся школьная органика в одном месте:

stepenin.ru/courses/organic10

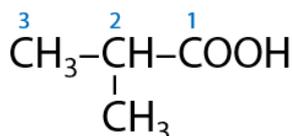


Изомерия

1. Изомерия углеродного скелета

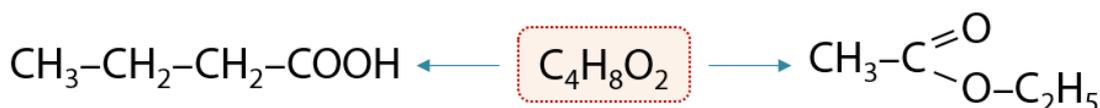


Бутановая кислота
(масляная кислота)



2-метилпропановая кислота
(изомасляная кислота)

2. Межклассовая изомерия: карбоновые кислоты изомерны сложным эфирам, а также циклическим диолам, альдегидо- или кетоспиртам



Бутановая кислота
(масляная кислота)

Этилэтанат, этилацетат
(этиловый эфир уксусной кислоты)

Получение

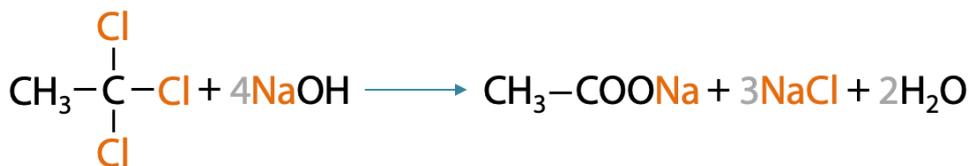
1. **Окисление спиртов и альдегидов перманганатами и дихроматами щелочных металлов.**

Окисление спиртов до карбоновых кислот происходит при нагревании. Альдегиды же более мягко окисляются до карбоновых кислот.

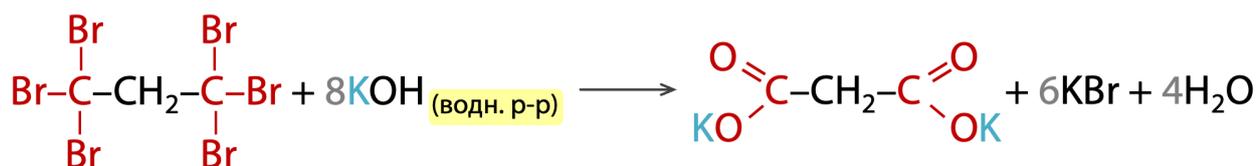


Больше информации в конспектах «Спирты» и «Карбонильные соединения».

2. **Щелочной гидролиз тригалогенопроизводных.** Из-за присутствия щелочи образуется соль. На втором этапе из соли получают кислоту путем реакции с более сильной кислотой.



1,1,1-трихлорэтан



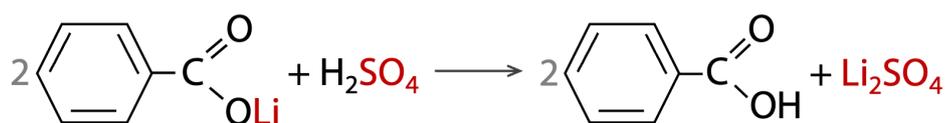
1,1,1,3,3,3-гексабромпропан

Малонат калия

Полученные соли подвергают взаимодействию с сильной кислотой:



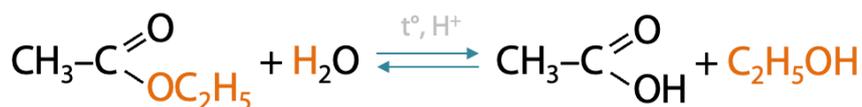
Этановая кислота
(уксусная кислота)



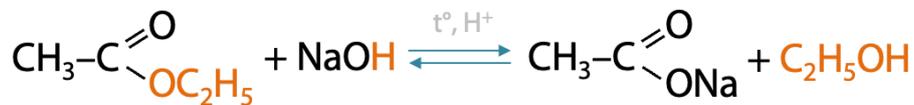
Бензоат лития

Бензойная кислота

3. **Гидролиз сложных эфиров.** Равновесная реакция. Этиловый эфир уксусной кислоты подвергается гидролизу в водной среде. Катализатор данного процесса – сильная кислота (серная H_2SO_4 , соляная HCl):



Если тот же гидролиз провести в щелочной среде, то образующаяся карбоновая кислота реагирует с щелочью и превращается в соль:

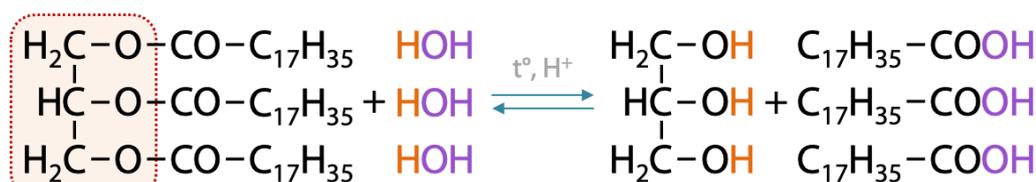


Этилацетат

Ацетат натрия

Заметьте, что спирты обладают очень слабыми кислотными свойствами, поэтому не реагируют с щелочью.

Еще один пример, жир – сложный эфир глицерина и высшей карбоновой кислоты, при водном гидролизе также образуются спирт (глицерин – многоатомный спирт) и кислота:

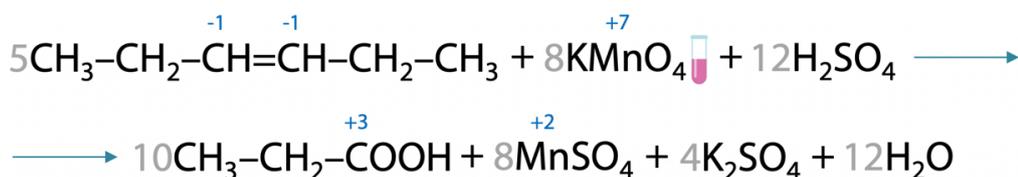


Тристеарат глицерина
(тристеарин)

Глицерин

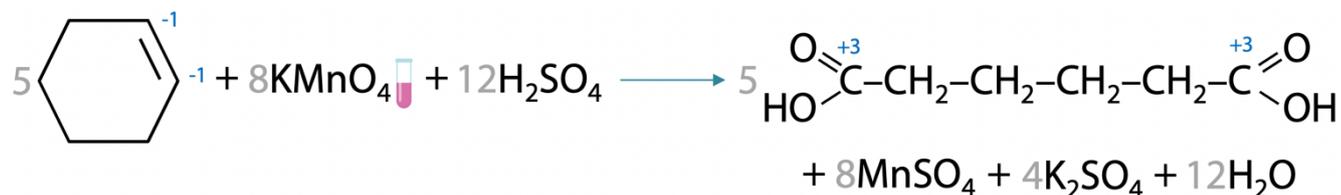
Октадекановая кислота
(стеариновая кислота)

4. **Окисление алкенов.** Взаимодействие алкенов нормального строения с перманганатом или дихроматом калия приводит к образованию одноосновных кислот.



Исключение: этилен или алкены с крайней двойной связью. Фрагмент =CH₂ окисляется до углекислого газа (см. конспект «Алкены»).

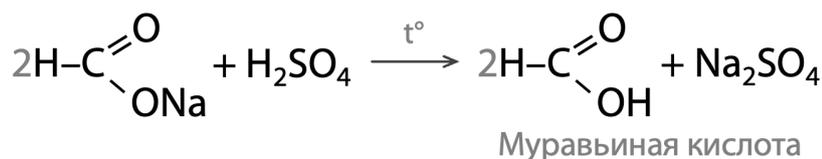
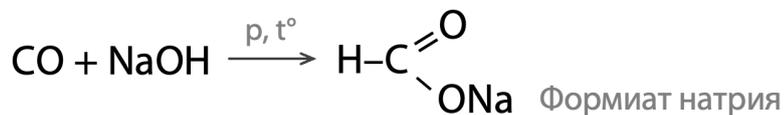
Окисление циклических алкенов приводит к образованию двух карбоксильных групп в составе кислоты (образование дикарбоновых кислот):



Получение муравьиной кислоты

Муравьиная кислота сильно отличается по строению от остальных кислот – у нее нет углеводородных радикалов. И способы получения у нее нестандартные:

1. **Твердая щелочь с угарным газом.** Необходимы высокая температура и давление:



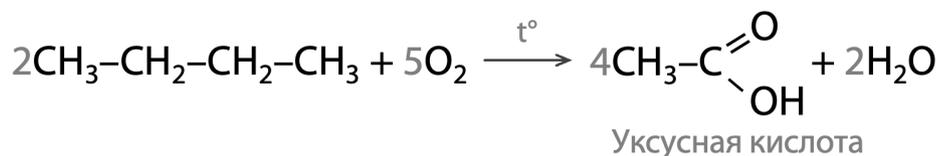
Получение уксусной кислоты

Уксусная кислота – второй представитель класса карбоновых кислот. Она применяется почти во всех сферах жизни, а значит и получать ее будут из самых доступных веществ и в больших количествах на производстве:

1. **Ферментативное брожение спирта.** Обязательное условие: белок-катализатор (фермент).



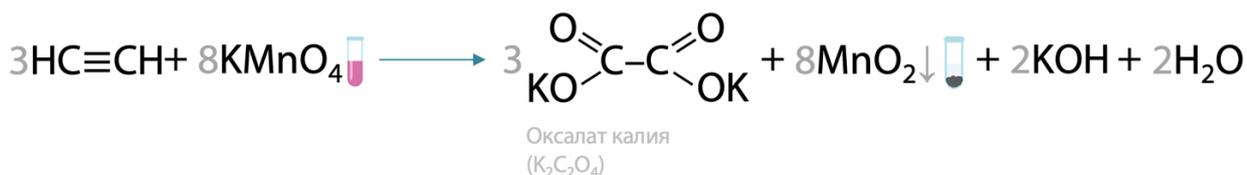
2. **Каталитическое окисление бутана.** Один из распространенных промышленных способов получения уксусной кислоты:



Получение щавелевой кислоты

Щавелевая кислота – двухосновная кислота с формулой $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Ее соли – «оксалаты».

Мягкое окисление ацетилена. При взаимодействии ацетилена с водным (!) раствором перманганата калия образуется оксалат калия.



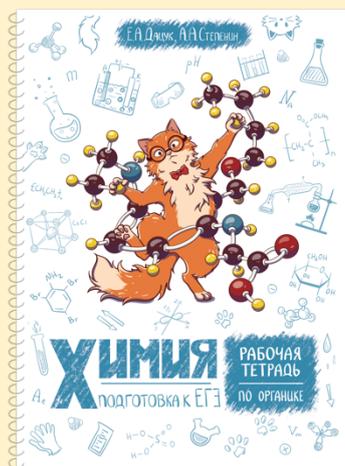
Полученную соль обрабатывают сильной кислотой, например соляной:



Химические свойства

Муравьиная кислота

Обладает особыми свойствами из-за наличия альдегидной и карбоксильной группы одновременно. Муравьиная кислота легко окисляется до угольной кислоты, которая разлагается до углекислого газа.



Еще больше информации и письменных заданий в нашей бумажной рабочей тетради.

Это полный курс органической химии для 10 класса и подготовки к ЕГЭ на 176 цветных страницах с картонной обложкой на пружине.

Подробнее о ней на сайте:

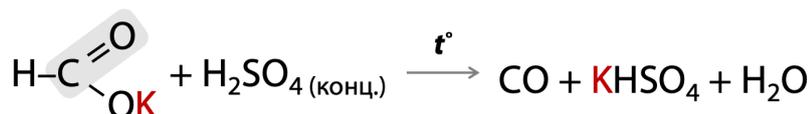
stepenin.ru/tasks/organic-book/book



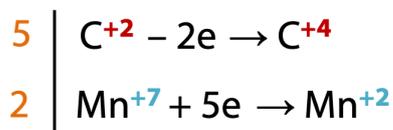
1. **Разложение в присутствии концентрированной серной кислоты.** Разложение проходит без изменения степени окисления: в кислоте атом углерода имеет степень окисления +2 и в угарном газе так же +2.



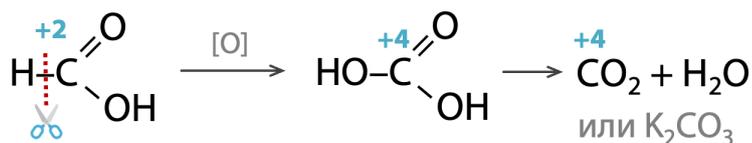
Скачать  инфографику



2. **Окисление перманганатом калия в кислой среде.** Окисление первоначально проходит до неустойчивой угольной кислоты, которая быстро разлагается на углекислый газ и воду.



При действии большинства окислителей (перманганат, дихромат, азотная кислота) окисление муравьиной кислоты будет проходить по связи С-Н с образованием угольной кислоты и последующим разложением на углекислый газ и воду:



Муравьиная
кислота

Угольная
кислота

или K_2CO_3

3. **Реакция «серебряного зеркала».** Типичное свойство для альдегидов. Муравьиная кислота окисляется до гидрокарбоната аммония (допустимо писать и среднюю соль $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$):



Характерна также для эфиров муравьиной кислоты. Продукты те же, что и с кислотой, но вместо воды образуется спирт:



Кислотные свойства

За счет полярности $-\text{OH}$ связи происходит частичная диссоциация карбоновых кислот в водных растворах на органический анион и протон.

1. **Изменяют окраску индикаторов.** Образование в растворе протона обеспечивает кислотные свойства.



99%

1%

Метилоранж

Лакмус

Фенолфталеин

Среда



красно-розовый



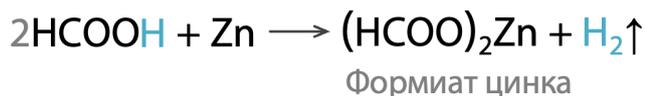
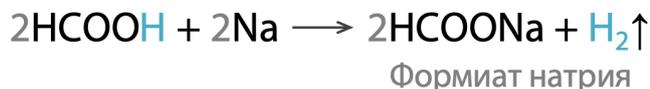
красный

Бесцветный

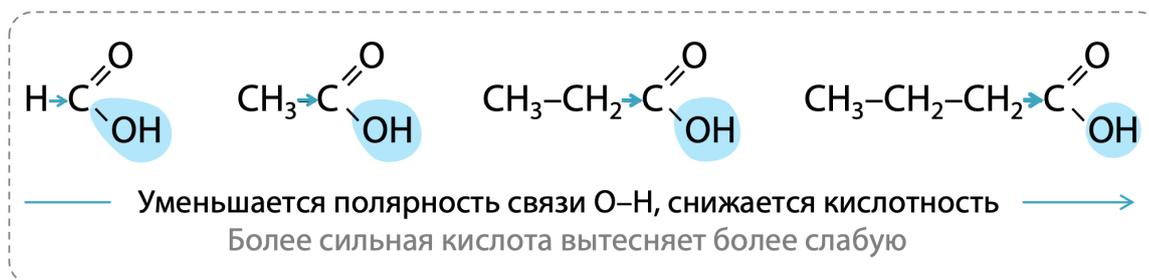
Кислая
избыток H^+

2. **С металлами**, стоящими в ряду напряжений до водорода. Замещение кислотного протона в карбоксильной группе $-\text{COOH}$ происходит так же, как и у типичных неорганических кислот (H_2SO_4 , HCl).

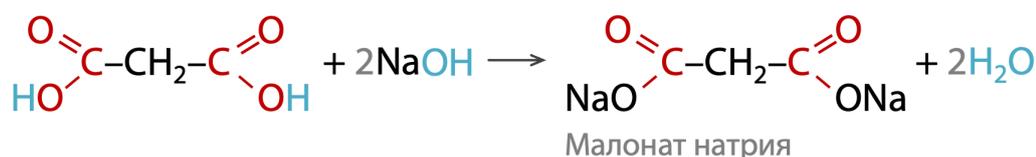
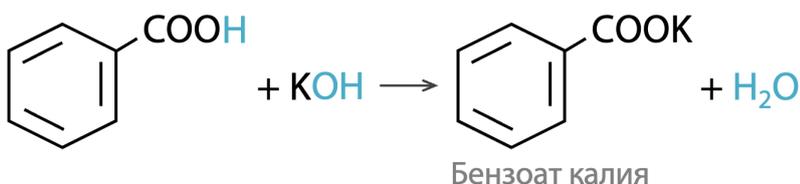
Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H₂) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au
✗ не вытесняют H₂



Чем длиннее углеводородный радикал рядом с группой $-\text{COOH}$, тем скорость реакции с металлом ниже и водород выделяется менее интенсивно (пузырьков меньше).



3. **С основаниями**. У карбоновых кислот легко заместить кислотный протон в группе $-\text{COOH}$ при взаимодействии со щелочами:



Нерастворимые основания, например, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ или другие, могут быть растворены только сильными карбоновыми кислотами – муравьиной или уксусной.



Такая реакция муравьиной кислоты с гидроксидом меди(II) протекает без нагревания.

4. **С основными и амфотерными оксидами.** Амфотерные соединения в реакциях с карбоновыми кислотами проявляют основные свойства:



5. **С солями** более слабых, неустойчивых и летучих кислот. Примеры таких веществ со слабыми кислотными свойствами: спирты, фенол, H_2CO_3 .

Простейшие органические кислоты тут

Сильные

HCl , H_2SO_4 , HNO_3 ...

Вытесняют «не совсем слабые» и слабые

«Не совсем слабые»

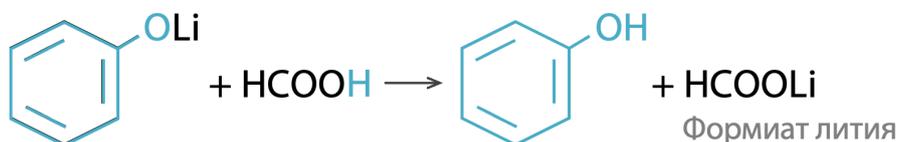
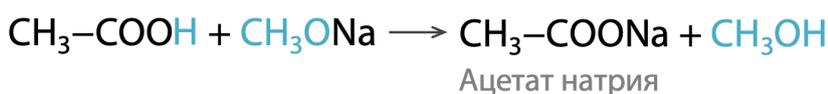
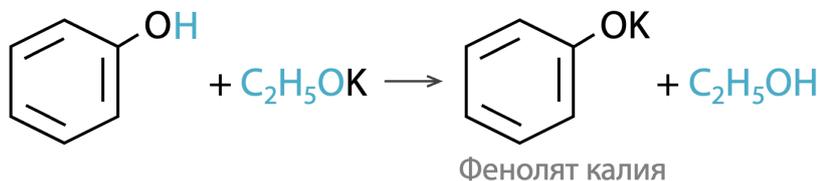
H_3PO_4 , **CH_3COOH** , HF , H_2SO_3 ...

Вытесняют совсем слабые

Совсем слабые

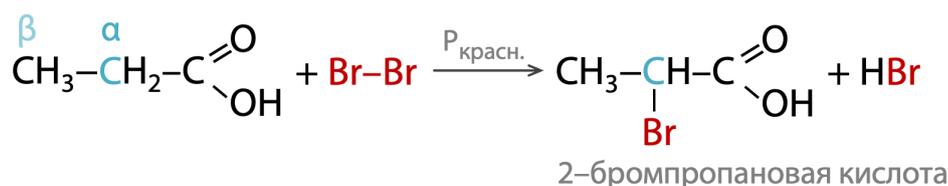
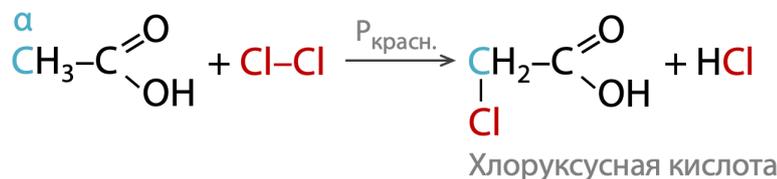
$\text{H}_2\text{CO}_3 > \text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{SiO}_3$

Их может вытеснить почти любая кислота



Замещение

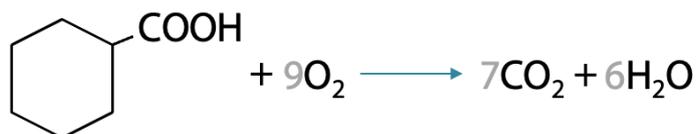
Галогенирование по альфа-атому углерода. Электроны с углеводородного радикала сильно стягиваются карбоксильной группой $-\text{COOH}$, так как в ней два электроотрицательных атома кислорода, а значит атомы водорода в таком радикале могут замещаться галогенами. Катализатор — красный фосфор.



Реакция носит название по фамилиям ученых, открывших ее – Геля-Фольгорда-Зелинского.

Горение

Все органические вещества, состоящие из атомов углерода, водорода и кислорода, сгорают в избытке кислорода до углекислого газа и воды.



Свойства солей карбоновых кислот

- Гидролиз по аниону.** Соль карбоновой кислоты образована слабой кислотой и сильным основанием: среда щелочная. В растворах солей карбоновых кислот лакмус становится синим, а фенолфталеин - малиновым.



- Электролиз раствора** (реакция Кольбе). Углеводородный радикал удваивается и образуется углекислый газ:

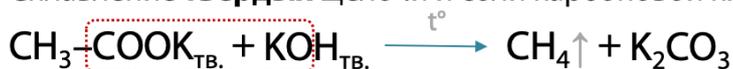


Заметьте, что при удвоении радикала всегда будет получаться симметричный углеводород!

- Прокаливание** солей кальция или бария (т. е. щелочно-земельных металлов).



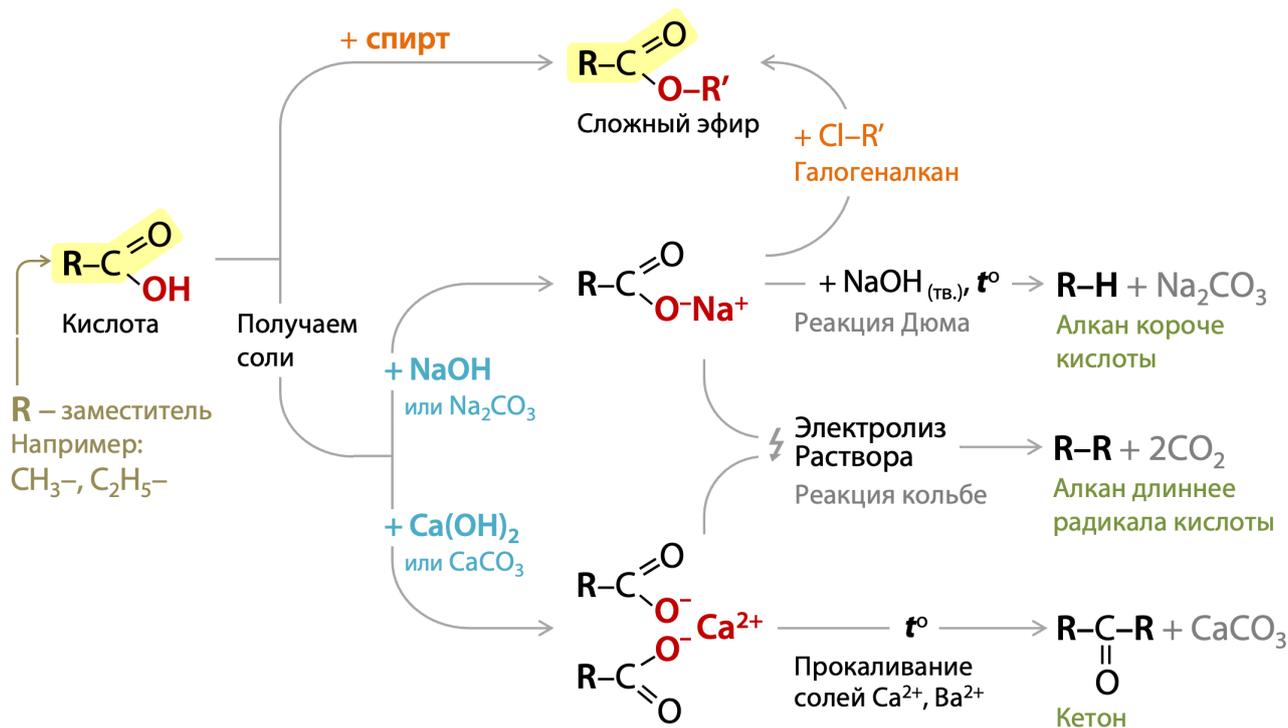
4. **Декарбоксилирование** (реакция Дюма). Реакция проходит только в твердом виде. Сплавление **твердых** щелочи и соли карбоновой кислоты:



5. **С галогеналканами**. Реакция похожа на процесс этерификации, только вместо воды отщепляется неорганическая соль:



Обобщенная схема со свойствами солей карбоновых кислот:



Свыше 1500 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте.

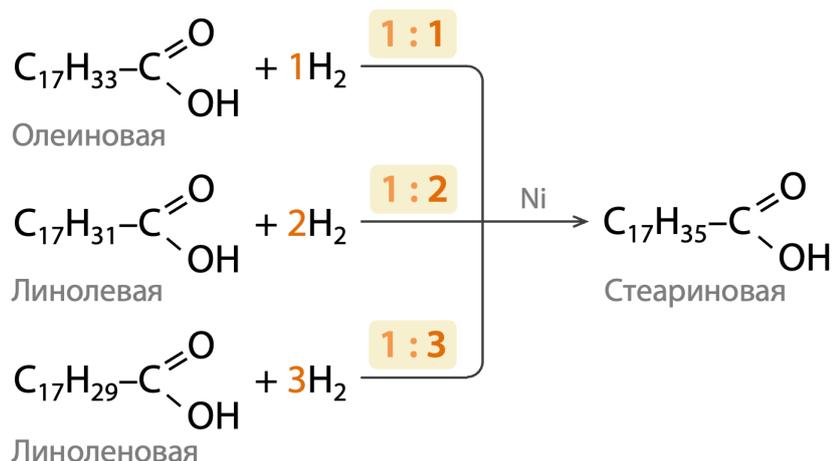
Быстрее туда, решать!

stepenin.ru/tasks/organic

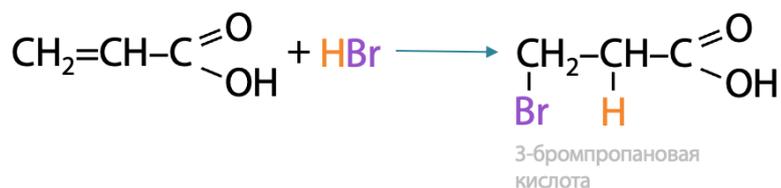
Свойства непредельных кислот

Аналогичны свойствам алкенов – характерны реакции присоединения и полимеризации. Наличие карбоксильной группы рядом с двойной связью обеспечивает протекание процесса присоединения H_2O и галогеноводородов – несимметричных молекул – против правила Марковникова (важно, что водород и галогены присоединяются всегда одинаково).

1. **Гидрирование.** Как и у алкенов происходит присоединение водорода по кратной связи с образованием насыщенной углеродной цепи (предельной карбоновой кислоты):



2. **Присоединение галогеноводородов.** Реакция протекает против правила Марковникова. Присоединение проходит по ионному механизму аналогично алкенам:



Присоединение водорода, галогенов, воды, галогеноводородов, полимеризация характерны также и для непредельных олеиновой, линолевой и линоленовой кислот.