

Карбоновые кислоты

Строение

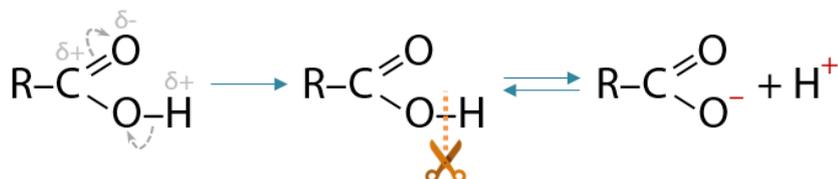
Карбоновые кислоты – органические кислородсодержащие вещества, содержащие в своем составе одну или несколько карбоксильных групп –COOH. Обладают кислотными свойствами.



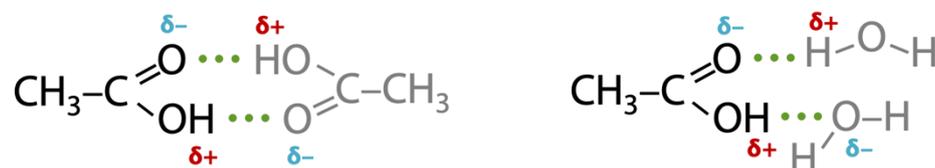
Формулу насыщенных карбоновых кислот можно выразить следующим видом:



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.



Задача 33. Кислородсодержащие



stepenin.ru/oxorganics-book

- ♥ все типы задач по кислородсодержащим
- ♥ 50 лучших номеров с ответами
- ♥ 60 страниц формата А5
- ♥ можешь встретить на ЕГЭ



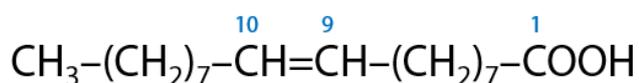
Номенклатура

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

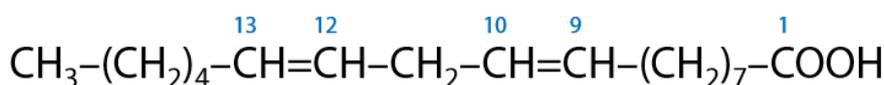
Структурная формула	Название	
	Систематическое	Тривиальное
H–COOH	Метановая	Муравьиная
CH ₃ –COOH	Этановая	Уксусная
CH ₃ –CH ₂ –COOH	Пропановая	Пропионовая
CH ₃ –CH ₂ –CH ₂ –COOH	Бутановая	Масляная
CH ₃ –CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –COOH	Пентановая	Валериановая
CH ₃ –CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –CH ₂ –COOH	Гексановая	Капроновая
C ₁₅ H ₃₁ –COOH	Гексадекановая	Пальмитиновая
C ₁₆ H ₃₃ –COOH	Гептадекановая	Маргариновая
C ₁₇ H ₃₅ –COOH	Октадекановая	Стеариновая

Непредельные высшие карбоновые кислоты: олеиновая, линолевая и линоленовая.

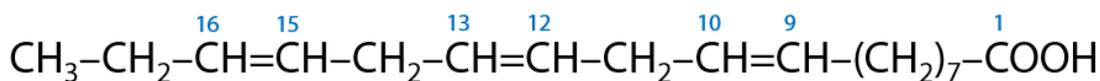
Олеиновая C₁₇H₃₃COOH



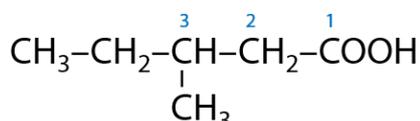
Линолевая C₁₇H₃₁COOH



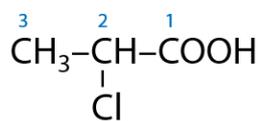
Линоленовая C₁₇H₂₉COOH



Заместитель или функциональная группа указываются в начале названия:



3-метилпентановая кислота



2-хлорпропановая кислота

Классификация карбоновых кислот

По числу карбоксильных групп

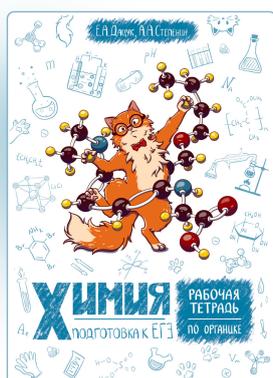
- **Одноосновные**
 CH_3COOH
- **Двухосновные**
 HOOC-COOH
- **Трехосновные**
 $\text{HOOC-CH(COOH)-COOH}$

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



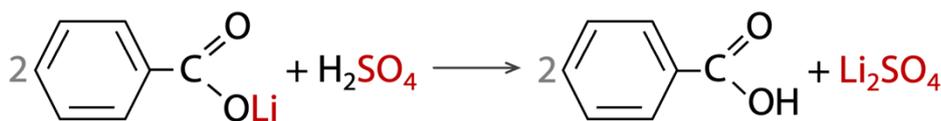
Рабочая тетрадь. Органика: с теорией и заданиями

- ♥ 180 цветных страниц А4 на пружине.
- ♥ Все классы веществ и инфографики.

 stepenin.ru/book-organic

 1474268669  217800681

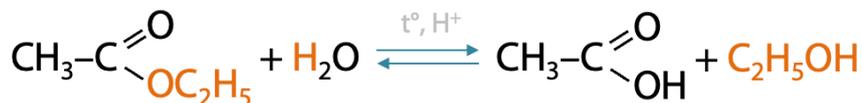




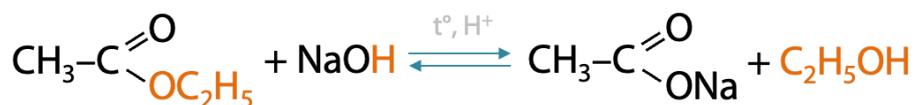
Бензоат лития

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:

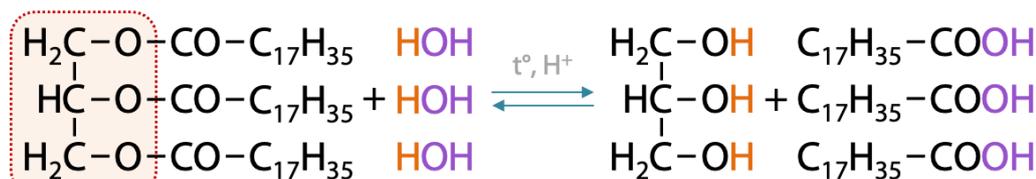


Этилацетат

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:

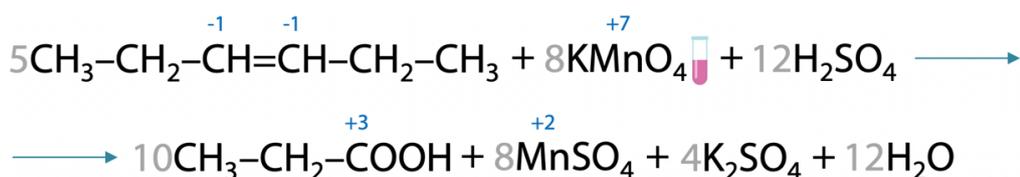


Тристеарат глицерина
(тристеарин)

Глицерин

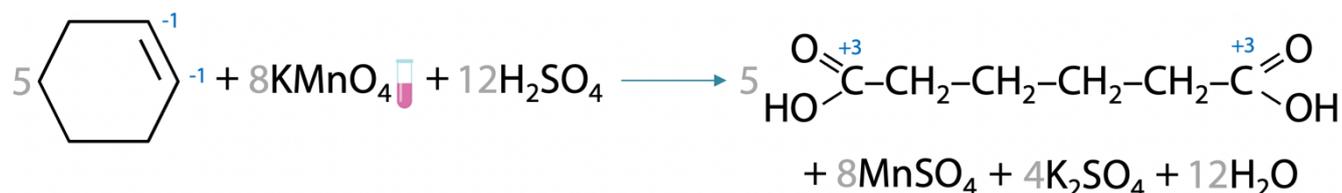
Октадекановая кислота
(стеариновая кислота)

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 $=\text{CH}_2$ окисляется до углекислого газа (см. конспект «Алкены»).

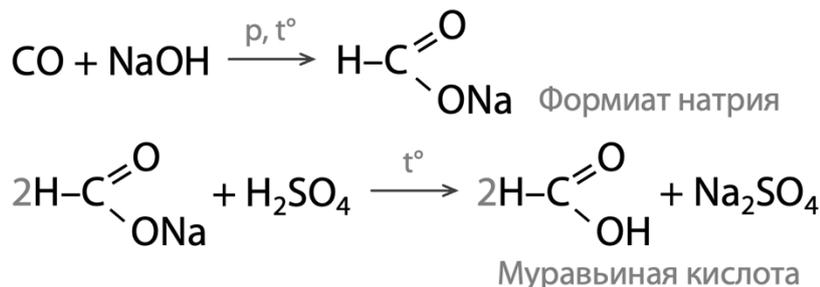
Окисление циклических алкенов приводит к образованию двух карбоксильных групп в составе кислоты (образование дикарбоновых кислот):



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:



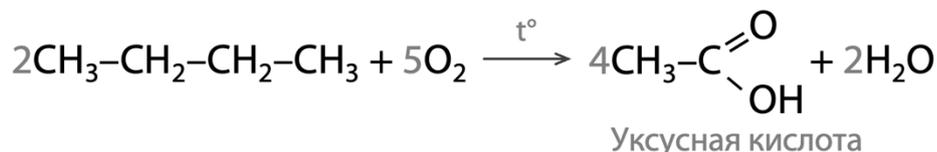
Получение уксусной кислоты

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).



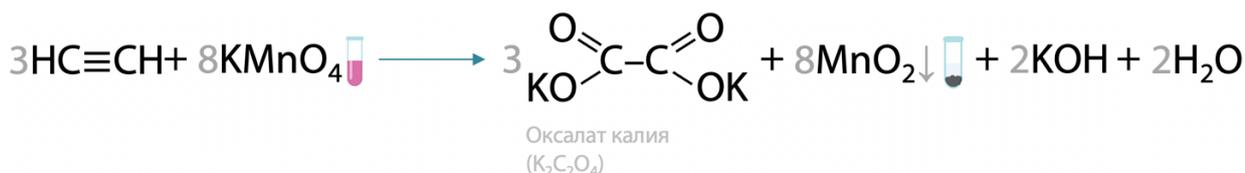
2. **Каталитическое окисление бутана.** Один из распространенных промышленных способов получения уксусной кислоты:



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

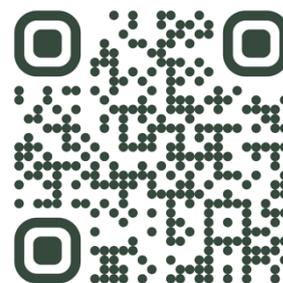
Обладает особыми свойствами из-за наличия альдегидной и карбоксильной группы одновременно. Муравьиная кислота легко окисляется до угольной кислоты, которая разлагается до углекислого газа.



Органика с НУЛЯ до углубленного уровня

- ♥ Разбираем все 17 классов соединений.
- ♥ Короткие видео, конспекты PDF и тесты.
- ♥ Открытые вебинары каждый понедельник.

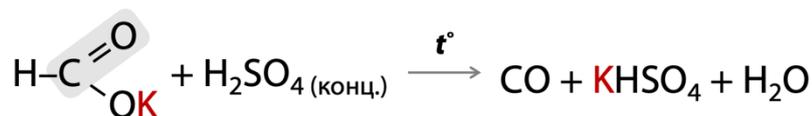
 stepenin.ru/courses/organic10



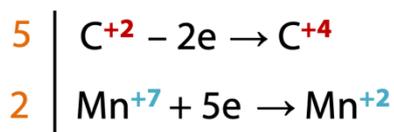
1. **Разложение в присутствии концентрированной серной кислоты.** Разложение проходит без изменения степени окисления: в кислоте атом углерода имеет степень окисления +2 и в угарном газе так же +2.



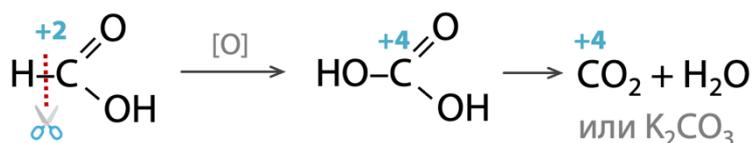
Скачать  инфографику



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

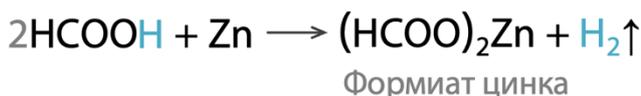
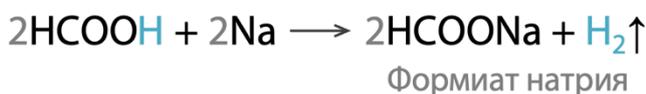


красный

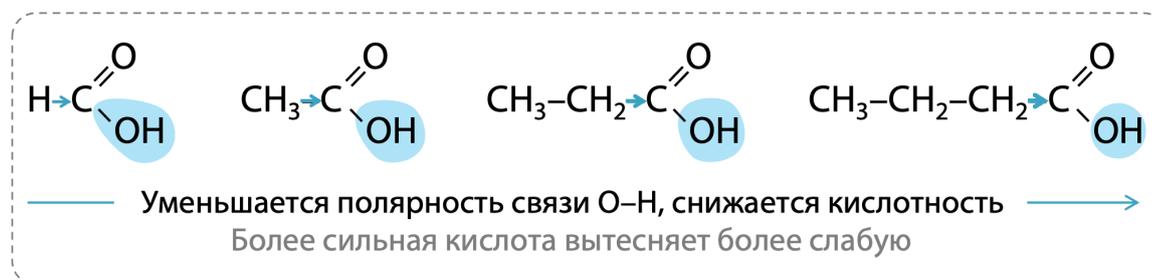
Бесцветный

Кислая
избыток H^+

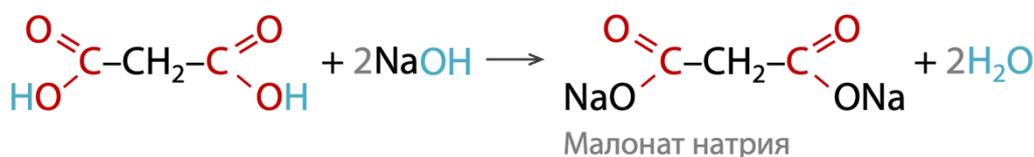
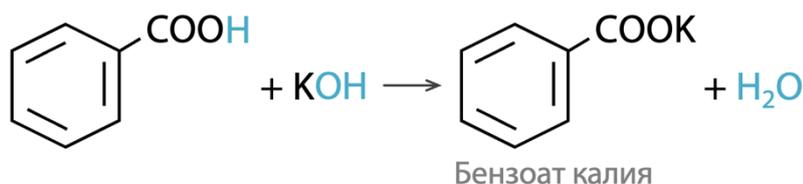
2. **С металлами**, стоящими в ряду напряжений до водорода. Замещение кислотного протона в карбоксильной группе $-\text{COOH}$ происходит так же, как и у типичных неорганических кислот (H_2SO_4 , HCl).



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:

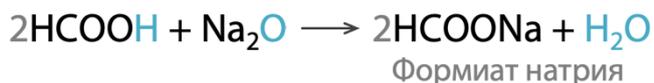


Нерастворимые основания, например, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ или другие, могут быть растворены только сильными карбоновыми кислотами – муравьиной или уксусной.



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»

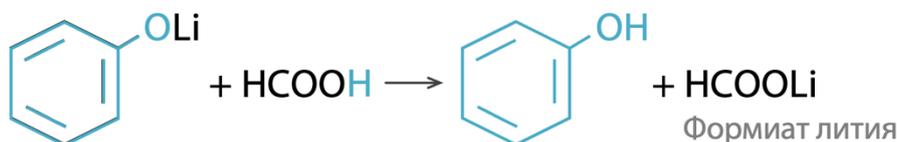
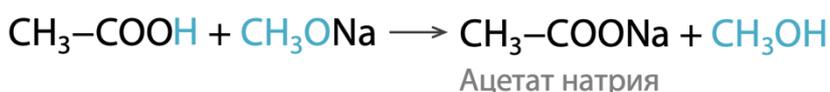
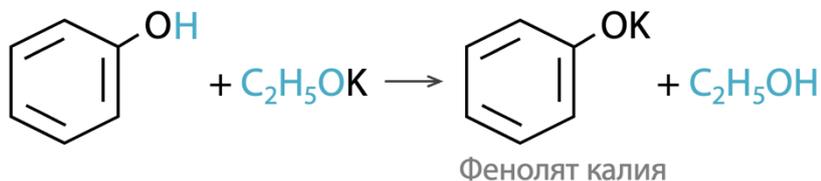
H_3PO_4 , **CH_3COOH** , HF , H_2SO_3 ...

Вытесняют совсем слабые

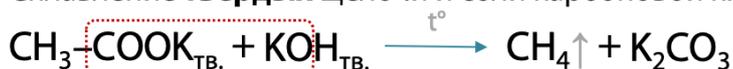
Совсем слабые

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

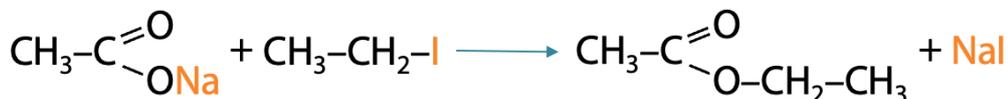
Их может вытеснить почти любая кислота



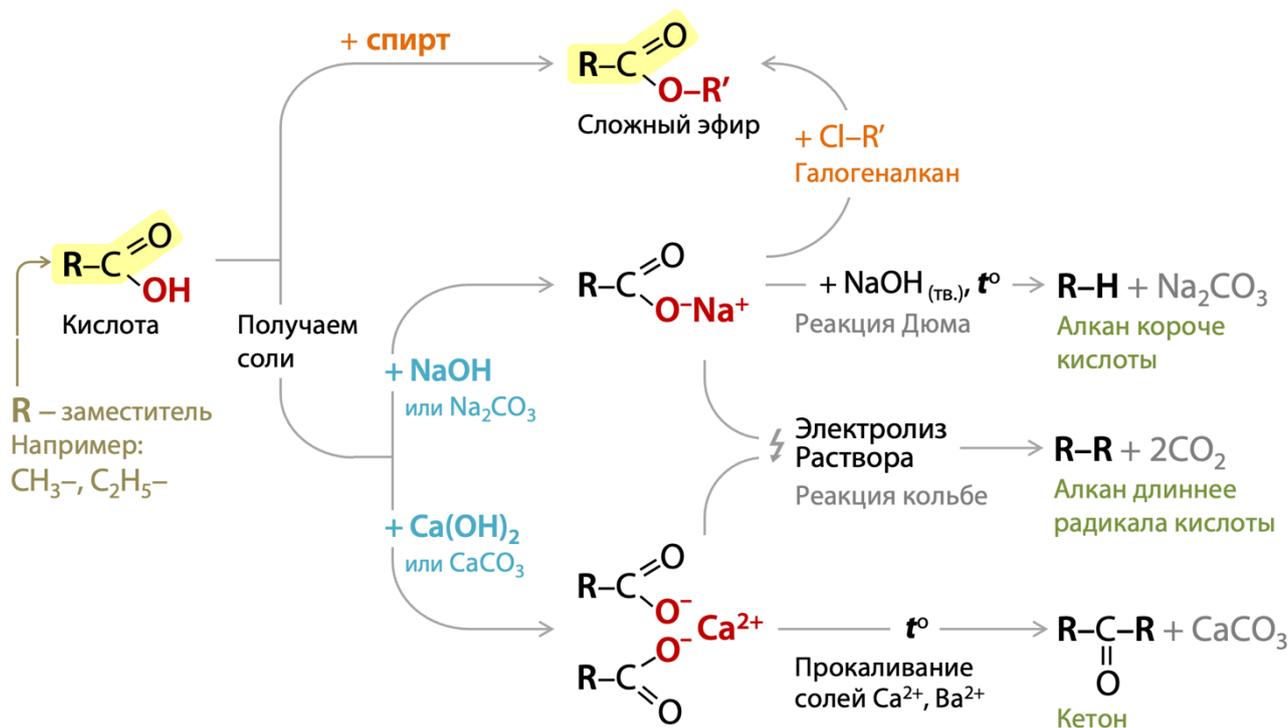
4. **Декарбоксилирование** (реакция Дюма). Реакция проходит только в твердом виде. Сплавление **твердых** щелочи и соли карбоновой кислоты:



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



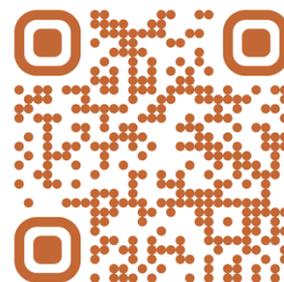
Обобщенная схема со свойствами солей карбоновых кислот:



Свыше 1800 бесплатных заданий и органических цепочек есть на нашем сайте. Быстрее туда, решать!



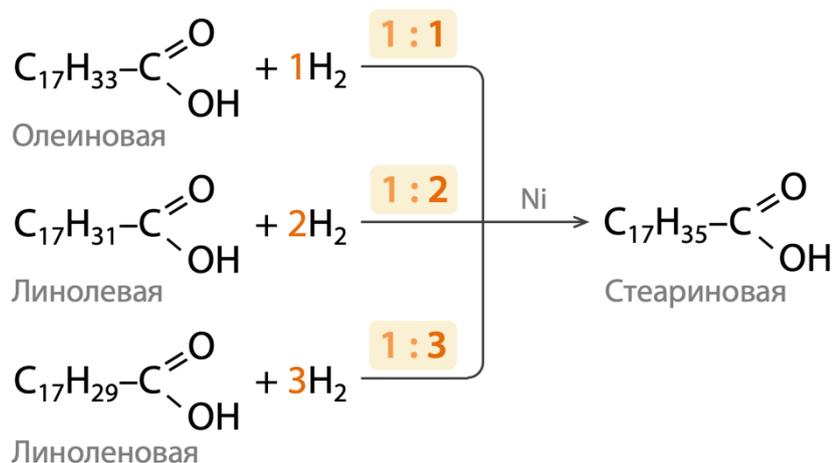
stepenin.ru/tasks/organic



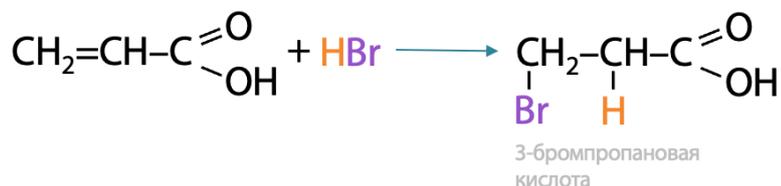
Свойства непредельных кислот

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.