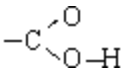
Химия
Группа№2. 1 курс
Тема: Карбоновые кислоты

Карбоновые кислоты - органические вещества, молекулы которых содержат одну или несколько карбоксильных групп.

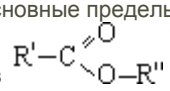
Карбоксильная группа  (сокращенно —COOH) - функциональная группа карбоновых кислот - состоит из карбонильной группы и связанной с ней гидроксильной группы.

По числу карбоксильных групп карбоновые кислоты делятся на одноосновные, двухосновные и т.д.

Общая формула одноосновных карбоновых кислот R—COOH. Пример двухосновной кислоты - щавелевая кислота HOOC—COOH.

По типу радикала карбоновые кислоты делятся на предельные (например, уксусная кислота CH_3COOH), непредельные [например, акриловая кислота CH_2=CH—COOH, олеиновая CH_3—$(CH_2)_7$—CH=CH—$(CH_2)_7$—COOH] и ароматические (например, бензойная C_6H_5—COOH).

Изомеры и гомологи

Одноосновные предельные карбоновые кислоты R—COOH являются изомерами сложных эфиров  (сокращенно R'—COOR'') с тем же числом атомов углерода. Общая формула и тех, и других $C_nH_{2n}O_2$.

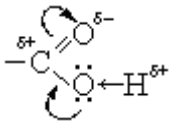
гомологи	HCOOH метановая (муравьиная)				
	CH_3COOH этановая (уксусная)		$HCOOCH_3$ метиловый эфир муравьиной кислоты		
	CH_3CH_2COOH пропановая (пропионовая)		$HCOOCH_2CH_3$ этиловый эфир муравьиной кислоты	CH_3COOCH_3 метиловый эфир уксусной кислоты	
	$CH_3(CH_2)_2COOH$ бутановая (масляная)	$CH_3CH(CH_3)COOH$ 2-метилпропановая	$HCOOCH_2CH_2CH_3$ пропиловый эфир муравьиной кислоты	$CH_3COOCH_2CH_3$ этиловый эфир уксусной кислоты	$CH_3CH_2COOCH_3$ метиловый эфир пропионовой кислоты
	изомеры				

Алгоритм составления названий карбоновых кислот

1. Найдите главную углеродную цепь - это самая длинная цепь атомов углерода, включающая атом углерода карбоксильной группы.
2. Пронумеруйте атомы углерода в главной цепи, начиная с атома углерода карбоксильной группы.
3. Назовите соединение по алгоритму для углеводородов.

4. В конце названия допишите суффикс "-ов", окончание "-ая" и слово "кислота".

В молекулах карбоновых кислот *p*-электроны атомов кислорода гидроксильной группы взаимодействуют с электронами π-связи карбонильной группы, в результате чего возрастает полярность связи О—Н, упрочняется π-связь в карбонильной группе, уменьшается частичный заряд (δ+) на атоме углерода и увеличивается частичный заряд (δ+) на атоме водорода.



Последнее способствует образованию прочных водородных связей между молекулами карбоновых кислот.

Физические свойства предельных одноосновных карбоновых кислот в значительной степени обусловлены наличием между молекулами прочных водородных связей (более прочных, чем между молекулами спиртов). Поэтому температуры кипения и растворимость в воде у кислот больше, чем у соответствующих спиртов.

Химические свойства кислот

Упрочнение π-связи в карбонильной группе приводит к тому, что реакции присоединения для карбоновых кислот нехарактерны.

1. Горение:

$$CH_3COOH + 2O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

2. Кислотные свойства.

   Из-за высокой полярности связи О-Н карбоновые кислоты в водном растворе заметно диссоциируют (точнее, обратимо с ней реагируют):

$$HCOOH \rightleftarrows HCOO^- + H^+ \text{ (точнее } HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+\text{)}$$

   Все карбоновые кислоты - слабые электролиты. С увеличением числа атомов углерода сила кислот убывает (из-за снижения полярности связи О-Н); напротив, введение атомов галогена в углеводородный радикал приводит к возрастанию силы кислоты. Так, в ряду

$$HCOOH \longrightarrow CH_3COOH \longrightarrow C_2H_5COOH$$

   сила кислот снижается, а в ряду

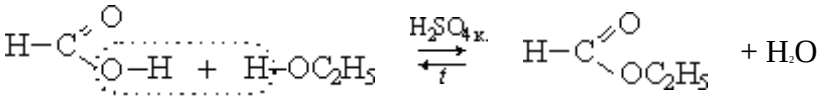
CH_3COOH	→	$CH_2ClCOOH$	→	$CHCl_2COOH$	→	CCl_3COOH
уксусная кислота		монохлоруксусная кислота		дихлоруксусная кислота		трихлоруксусная кислота

   - возрастает.

Карбоновые кислоты проявляют все свойства, присущие слабым кислотам:

$$Mg + 2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2\uparrow$$
$$CaO + 2CH_3COOH \rightarrow (CH_3COO)_2Ca + H_2O$$
$$NaOH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$
$$K_2CO_3 + 2CH_3COOH \rightarrow 2CH_3COOK + H_2O + CO_2\uparrow$$

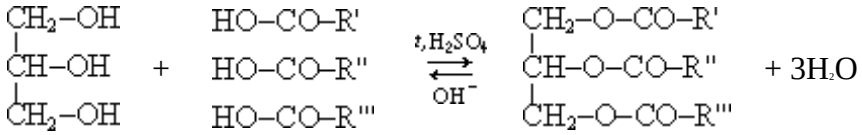
3. Этерификация (реакция карбоновых кислот со спиртами, приводящая к образованию сложного эфира):



муравьиная кислота этанол этиловый эфир муравьиной кислоты

4.

В реакцию этерификации могут вступать и многоатомные спирты, например, глицерин. Сложные эфиры, образованные глицерином и высшими карбоновыми кислотами (жирными кислотами) - это жиры.



глицерин карбоновые кислоты триглицерид

5.

Жиры представляют собой смеси триглицеридов. Предельные жирные кислоты (пальмитиновая $C_{15}H_{31}COOH$, стеариновая $C_{17}H_{35}COOH$) образуют твердые жиры животного происхождения, а непредельные (олеиновая $C_{17}H_{33}COOH$, линолевая $C_{17}H_{31}COOH$ и др.) - жидкие жиры (масла) растительного происхождения.

6. Замещение в углеводородном радикале:

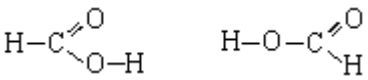
$$CH_3—CH_2—COOH + Cl_2 \xrightarrow{P\ (красн.)} CH_3—CHCl—COOH + HCl$$

пропионовая кислота α-хлорпропионовая кислота

7.

Замещение протекает в α-положение.

Особенность муравьиной кислоты HCOOH состоит в том, что это вещество - двуфункциональное соединение, оно одновременно является и карбоновой кислотой, и альдегидом:

8. 

9.

Поэтому муравьиная кислота кроме всего прочего реагирует и с аммиачным раствором оксида серебра (реакция серебряного зеркала; качественная реакция):

10. $HCOOH + Ag_2O$(аммиачный раствор) $\xrightarrow{t}$ $CO_2 + H_2O + 2Ag$

Получение карбоновых кислот

1. Окисление альдегидов.
   В промышленности: $2RCHO + O_2 \xrightarrow{t,\ к.} 2RCOOH$

   Лабораторные окислители: Ag_2O, $Cu(OH)_2$, $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ и др.

2. Окисление спиртов: $RCH_2OH + O_2 \xrightarrow{t,Cu} RCOOH + H_2O$

3. Окисление углеводородов: $2C_4H_{10} + 5O_2 \xrightarrow{P,\ t,\ к.} 4CH_3COOH + 2H_2O$

4. Из солей (лабораторный способ): $CH_3COONa_{кр.} + H_2SO_{4\ конц.} \xrightarrow{t} CH_3COOH\uparrow + NaHSO_4$

Рекомендации к теме

Изучив тему , Вы должны усвоить понятия: карбоксильная группа, карбоновые кислоты, предельные карбоновые кислоты, непредельные карбоновые кислоты, одноосновные карбоновые кислоты, многоосновные карбоновые кислоты.

Проверьте, знаете ли вы следующие формулы: общую формулу одноосновных предельных карбоновых кислот и предельных сложных эфиров, общую формулу одноосновных карбоновых кислот, общую формулу сложных эфиров, формулы муравьиной и уксусной кислот.

Проверьте, знаете ли вы, что такое реакция этерификации. Проверьте знаете ли вы правила номенклатуры карбоновых кислот.

Проверьте, умеете ли Вы решать задачи на избыток и недостаток.

Пример. Определите массу сложного эфира, который можно получить при взаимодействии 8 г метилового спирта и 23 г муравьиной кислоты.

$m(HCOOCH_3) = ?$	$CH_3OH + HCOOH \rightarrow HCOOCH_3 + H_2O$
$m(CH_3OH) = 8$ г $m(HCOOH) = 23$ г $M(CH_3OH) = 32$ г/моль $M(HCOOH) = 46$ г/моль $M(HCOOCH_3) = 60$ г/моль	$n(CH_3OH) = m(CH_3OH) / M(CH_3OH) = 8$ г / (32 г/моль) = = 0,25 моль $n(HCOOH) = m(HCOOH) / M(HCOOH) =$ = 23 г / (46 г/моль) = 0,5 моль По уравнению реакции количества вещества реагентов одинаковы, следовательно, муравьиная кислота в избытке, а $n(HCOOCH_3) = n(CH_3OH)$. $m(HCOOCH_3) = n(HCOOCH_3) \cdot M(HCOOCH_3) =$ = 0,25 моль·60 г/моль = 15 г

Ответ: $m(HCOOCH_3) = 15$ г