

## Урок № 6. Карбонові кислоти. Склад, будова і властивості оцтової кислоти.

### Мета заняття:

- вивчити загальну формулу та характеристичну групу, склад та будову карбонових кислот,
- навчитися складати молекулярні і структурні формули ізомерів та називати їх за систематичною номенклатурою,
- вивчити фізичні та хімічні властивості карбонових кислот,
- навчитися порівнювати силу карбонових кислот у гомологічному ряду насичених монокарбонових кислот,
- навчитися складати рівняння реакцій, які описують хімічні властивості одноосновних насичених карбонових кислот.



### ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ

#### *Поняття про карбонові кислоти.*

**Карбонові кислоти**, на відміну від альдегідів, дуже поширені в природі органічні сполуки. Вони входять до складу рослинних і тваринних організмів. Мурашина, лимонна, щавлева, янтарна, яблучна кислоти є у вільному стані, водночас залишки їхніх молекул містять у своєму складі жири, естери й інші сполуки. До таких кислот належать етанова (оцтова), бутанова (масляна), гексадеканова (пальмітинова), октадеканова (стеаринова) та ін.

**Карбонові кислоти** — органічні речовини, молекули яких складаються з вуглеводневого радикала та карбоксильної групи  $\text{—COOH}$ .

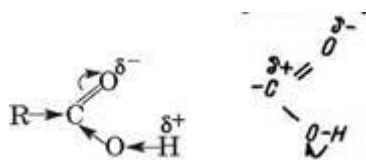
Карбоксильна група складається з карбонільної групи і гідроксильної груп, тому її так називають. Загальна формула кислот  $\text{R—COOH}$ , де R – радикал. Він може бути насиченим, ненасиченим, ароматичним, що містить інші функціональні групи.

Класифікують карбонові кислоти за кількістю в їхньому складі характеристичних (функціональних) груп атомів  $\text{--COOH}$ . Якщо кислота містить у своєму складі одну характеристичну (функціональну) групу, її називають одноосновною, дві — двоосновною, більше — багатоосновною.

Ми будемо вивчати насичені одноосновні кислоти. Їх загальна формула -  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ .

*Будова карбоксильної групи.*

- У карбонільній частині: в результаті зсуву електронної густини подвійного зв'язку до Оксигену атом Карбону набуває надлишкового позитивного заряду
- У гідроксильній частині: електрони атома Оксигену гідроксильної групи (неподілені електрони і електрони зв'язку  $\text{C--O}$ ) зміщуються до Карбону, а внаслідок зниження електронної густини на атомі Оксигену до нього зміщуються електрони зв'язку  $\text{O--H}$ . Атом Гідрогену у зв'язку із цим легше відщеплюється у вигляді протона, що обумовлює кислотні властивості речовини.



### *Гомологічний ряд і номенклатура насичених одноосновних карбонових кислот*

Назви насичених одноосновних карбонових кислот за систематичною номенклатурою утворилися від назв насичених вуглеводнів з додаванням закінчення *–ова* та слова *кислота*.

Алгоритм утворення назв: *Алкан + ова + кислота* (Етан+ова+кислота).

У зв'язку з тим, що багато карбонових кислот було відкрито задовго до прийняття правил міжнародної номенклатури, то більшість з них мають тривіальні назви.

Як вам відомо, усі кислоти здатні утворювати солі, і для органічних кислот це не виняток, тому наведемо назви солей органічних кислот.

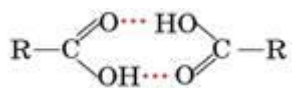
### *Назви карбонових кислот та їх солей.*

| Формула                                        | Назва IUPAC   | Тривіальна назва | Назва солей          |
|------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------------|
| $\text{HCOOH}$                                 | Метанова      | Мурашина         | Метаноат (форміат)   |
| $\text{CH}_3\text{COOH}$                       | Етанова       | Оцтова           | Етаноат (ацетат)     |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$            | Пропанова     | Пропіонова       | Пропаноат(пропіонат) |
| $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ | Бутанова      | Масляна          | Бутаноат (бутират)   |
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$        | Пентанова     | Валеріанова      | Пентаноат (валерат)  |
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$        | Гексанова     | Капронова        | Гексаноат(капронат)  |
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$     | Гексадеканова | Пальмітинова     | Пальмітат            |
| $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$     | Октадеканова  | Стеаринова       | Стеарат              |

### *Фізичні властивості карбонових кислот.*

На відміну від альдегідів серед насичених одноосновних карбонових кислот немає газоподібних речовин. Нижчі члени ряду (до пальмітинової кислоти) – рідини з різким запахом: пропіонова кислота має запах поту, запах масляної кислоти ви відчуваєте під час пригорання їжі на сковороді. Метанова кислота – безбарвна рідина з різким запахом, температура плавлення –  $8,3^\circ\text{C}$ , кипіння –  $101^\circ\text{C}$ . Розчиняється у воді у будь-яких кількостях. Мурашина кислота спричиняє опіки на шкірі. Міститься у виділеннях залоз мурах, листках кропиви, входить до складу отрути бджіл, ос. Щоб зменшити відчуття печії в разі укусу бджоли, оси, опіку кропиви, треба нейтралізувати цю кислоту. Вражене місце необхідно протерти розчином нашатирного спирту (амоній гідроксидом). Етанова кислота – за кімнатної температури безбарвна рідина з різким характерним запахом. Температура кипіння  $+118^\circ\text{C}$ . За температури нижче  $+17^\circ\text{C}$  етанова кислота кристалізується і стає схожою на лід, і тому її називають «крижаною» оцтовою кислотою. Розчиняється у воді у будь-яких кількостях: 3-9% розчин називають оцетом, 70-80% розчин – оцтовою есенцією.

Оскільки в молекулах кислот одночасно присутні і позитивно і негативно заряджені атоми, то можуть утворюватися подвоєні молекули – димери із двома водневими зв'язками



В такому випадку асоціація молекул виявляється сильнішою, ніж за наявності одного водневого зв'язку.

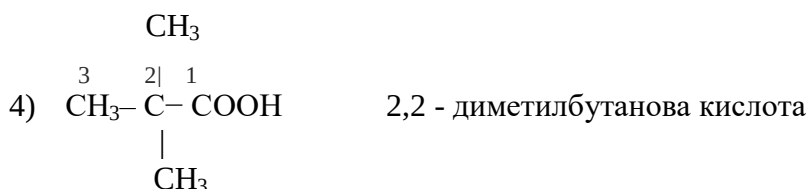
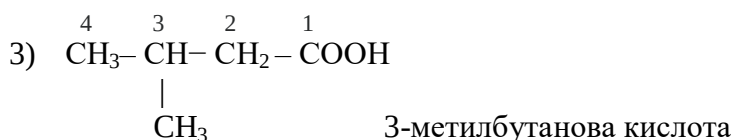
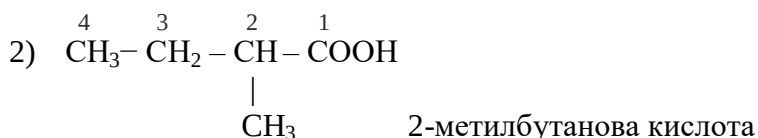
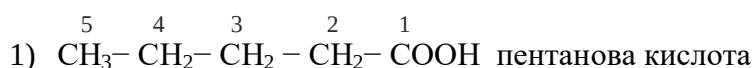
Наявністю водневого зв'язку обумовлено високи температури плавлення і кипіння карбонових кислот.

Розчинність кислот зменшується із збільшенням числа атомів Карбону в кислоті. Карбонові кислоти із числом атомів Карбону понад 10 є твердими речовинами.

### *Ізомерія одноосновних карбонових кислот.*

Одноосновним карбоновим кислотам властива структурна ізомерія. Ізомери утворюються в кислот із більш ніж чотирма атомами Карбону, починаючи з бутанової кислоти. Нумерація атомів Карбону починається з атому Карбону, що входить до складу карбоксильної групи.

Напишемо структурні формули пентанової кислоти та її ізомерів:



Для карбонових кислот властива і міжкласова ізомерія з естерами.

### *Хімічні властивості одноосновних карбонових кислот .*

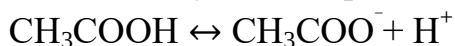
Хімічні властивості карбонових кислот можна розділити на дві групи:

- 1) такі самі, як і в неорганічних кислот;

2) які характерні тільки для карбонових кислот.

*Властивості спільні з неорганічними кислотами*

1. Дисоціація у водних розчинах.



Кислотні залишки називають

$\text{HCOO}^-$  – метаноат (форміат) іоном

$\text{CH}_3\text{COO}^-$  – етаноат (ацетат) іоном і т.п

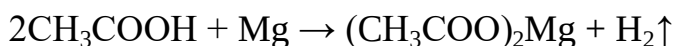
Йон  $\text{H}^+$ , який міститься в розчинах кислот, спричиняє зміну забарвлення індикаторів (як і в розчинах неорганічних кислот).

Карбонові кислоти слабкі електроліти. Зі збільшенням числа атомів Карбону в молекулах карбонових кислот їх сила зменшується (через зменшення полярності зв'язку).

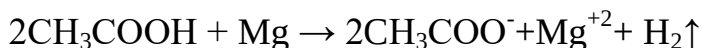
*метанова → етанова → пропанова*

*сила кислот зменшується*

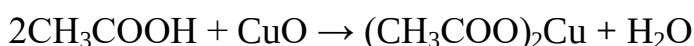
2. Взаємодія з металами до  $\text{H}_2$ :



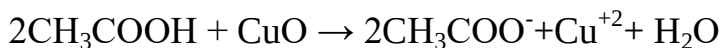
Магній етаноат



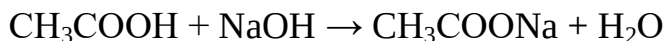
3. Взаємодія з оксидами металів



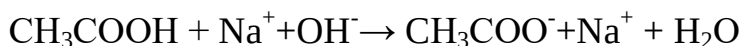
Купрум (II) етаноат



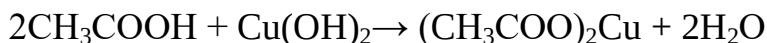
4. Взаємодія з лугами



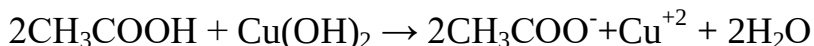
Натрій етаноат



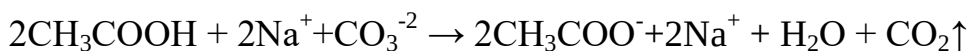
5. Взаємодія з основами нерозчинними у воді



Купрум(II) етаноат

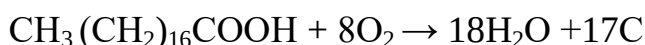
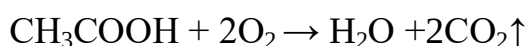


6. Взаємодія з солями більш слабких кислот

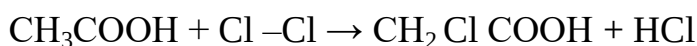


*Властивості, характерні для карбонових кислот.*

1. *Горіння*. Як і більшість органічних речовин, карбонові кислоти добре горять. Чим більше вуглеводневий радикал, тим більша ймовірність перебігу реакції горіння з виділенням сажі.



2. *Взаємодія з галогенами*



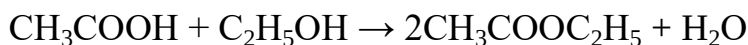
Хлоретанова кислота

Отримана кислота сильніша за оцтову. Уведення атомів галогену у вуглеводневий радикал призводить до збільшення сили кислоти

Етанова кислота → монохлоретанова кислота → дихлоретанова кислота → трихлоретанова кислота

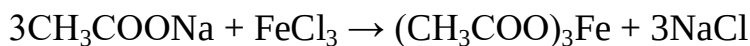
**Сила кислот збільшується**

3. *Взаємодія із спиртами*.



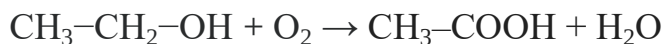
Етилетаноат

4. *Якісна реакція на ацетат-йон:*



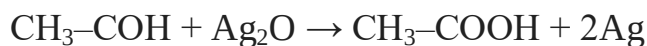
*Одержання карбонових кислот*

- 1) Окиснення етанолу за наявності каталізатора.



- 2) Окиснення етаналю.

- Часткове окиснення етаналю:



- Окисниками можуть бути:  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_7$  та інші сильні окисники.

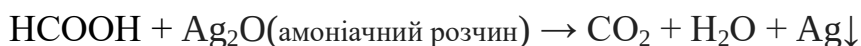
*Специфічні властивості метанової (мурашиної) кислоти.*

Особливість метанової кислоти полягає в тому, що ця речовина – двофункціональна сполука, вона одночасно є альдегідом і карбоновою кислотою.

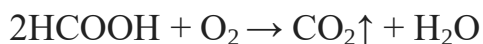
Причина в тому, що в цієї кислоти єдиний атом Карбону входить до складу функціональної групи, а радикалом умовно є атом Гідрогену.

Тому метанова кислота може вступати в реакції характерні для альдегідів.

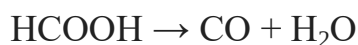
1) Реагує з амоніачним розчином аргентум (I) оксиду ( реакція «срібного дзеркала», якісна реакція на альдегіди)



2) Окислюється окисниками до карбон (IV) оксиду та води



3) За температури 160°C розкладається



### ***Застосування карбонових кислот***

#### **1. Застосування мурашиної кислоти.**

При нагріванні мурашиної кислоти з оцтовою виділяється чадний газ, то її часто використовують у лабораторії для добування чистого чадного газу.

Мурашину кислоту широко використовують в органічному синтезі, як протраву при фарбуванні текстилю, у бджільництві проти вароатозу, для добування пестицидів тощо. У медицині мурашину кислоту застосовують у вигляді 1% спиртового розчину (мурашиний спирт) як розтирку при невралгіях, міозитах та інших захворюваннях.

#### **2. Застосування оцтової кислоти.**

Оцтова кислота належить до найбільш використовуваних з органічних кислот. Реакцією плюмбум(II) оксиду з оцтовою кислотою добувають плюмбум(II) ацетат  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , розчин якого застосовують у медицині (свинцева примочка).

Взаємодією ферум(III) гідроксиду з кислотою добувають ферум(III) ацетат  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$ , відомий як протрава при фарбуванні: нанесений на

тканину, він, з одного боку, міцно втримується волокнами, з іншого боку, добре втримує барвник.

Використовують оцтову кислоту для добування естерів, наприклад етилового естеру та інших естерів, які через їхній приємний запах використовують в парфумерній та харчовій промисловості.

У сільському господарстві та харчовій промисловості оцтову кислоту, а також її найближчі гомологи — мурашину й пропіонову — використовують як консерванти, що запобігають гнильним процесам і зберігають високу поживність кормів.

### Висновки:

- Карбонові кислоти — органічні речовини, молекули яких складаються з вуглеводневого радикала та карбоксильної групи  $\text{—COOH}$ .
- Загальна формула кислот  $\text{R—COOH}$ , де R — радикал, який може бути насиченим, ненасиченим, ароматичним.
- Назви насичених одноосновних карбонових кислот за систематичною номенклатурою утворилися від назв насичених вуглеводнів з додаванням закінчення *—ова* та слова *кислота*.
- Алгоритм утворення назв: *Алкан + ова + кислота*.
- Одноосновним карбоновим кислотам властива структурна ізомерія: ізомерія карбонового ланцюга та між класова ізомерія з естерами..
- Карбонові кислоти слабкі електроліти. Зі збільшенням числа атомів Карбону в молекулах карбонових кислот їх сила зменшується( через зменшення полярності зв'язку ).
- Уведення атомів галогену у вуглеводневий радикал призводить до збільшення сили кислоти.
- Хімічні властивості карбонових кислот можна розділити на дві групи: такі самі, як і в неорганічних кислот та які характерні тільки для карбонових кислот.





## ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Поясніть, за якими ознаками класифікують карбонові кислоти.
2. Охарактеризуйте склад і будову насичених одноосновних карбонових кислот.
3. Поясніть розподіл електронної густини в карбоксильній групі.
4. Чому карбонові кислоти мають вищі температури кипіння порівняно із спиртами близької відносної молекулярної маси?
5. Поясніть утворення водневих зв'язків між молекулами карбонових кислот.
6. Поясніть чому хлоретанова кислота сильніша за етанову?
7. У яких реакціях карбонові кислоти поведуться подібно до неорганічних? Складіть рівняння реакцій.
8. Чому етанова кислота витискує карбонатну із її солей?
9. назвіть специфічні властивості кислот. Запишіть рівняння реакцій.
10. Складіть структурні формули кислот за їхніми назвами:
  - а) 2,2-диметилбутанова кислота;
  - б) 2-метил-3-хлоропентанова кислота;
  - в) 2-етил-3-метилпентанова кислота.
11. Складіть рівняння реакцій між речовинами:
  - а)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-COOH} + \text{Zn} \rightarrow \dots$  ;
  - б)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{-COOH} + \text{KOH} \rightarrow \dots$  ;
  - в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{-COOH} + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \dots$  ;
  - г)  $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{OH-CH}_3 \rightarrow \dots$  ;
  - д)  $\text{CH}_3\text{-COOH} + \text{Zn(OH)}_2 \rightarrow \dots$  ;
  - е)  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} + \text{O}_{2(\text{кат})} \rightarrow \dots$  ;
  - є)  $\text{C}_3\text{H}_7\text{-CHO} + \text{O}_2 \rightarrow \dots$  .
12. Дано речовини: етанол, натрій гідроксид, калій карбонат, кальцій оксид, купрум(II) гідроксид, водень. Установіть, з якими з них буде

реагувати етанова кислота. Напишіть молекулярні та, де можливо, йонні рівняння хімічних реакцій.

13. Складіть рівняння хімічних реакцій за схемою. Назвіть речовини, позначені літерами **A**, **Б** і **В**.

