

Завдання для самостійного опрацювання

1. Скласти схему порівняння для альдегідів та кетонів

Альдегіди	Кетони
1. Загальна формула	
2. Гомологічний ряд. Написати по 4 представники	
3. Ізомерія.	
4. Добування	
5. Фізичні властивості	
6. Хімічні властивості (основні) та якісні реакції	
7. Застосування	
8. Фізіологічна роль. Вплив на живі організми	

Охарактеризувати формальдегід та ацетальдегід, диетилкетон (ацетон) кожен обере собі одну речовину за планом таким як у таблиці.

2. Опрацювати лекцію по карбонових кислотах. За підручником Домбровського (той який є у вас) написати фізичні властивості карбонових кислот та дописати хімічні

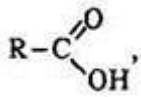
3. Написати хімічні реакції взаємодії оцтової, мурашиної, пальмітинової кислот з такими речовинами: Na, Mg, K<sub>2</sub>O, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NaOH, (Fe(OH)<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>OH, C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>OH.

Відповіді вислати на електронну пошту або на вайбер Телефон 0961875495

## Карбонові кислоти

**Визначення.** Карбовими кислотами називаються органічні сполуки, в молекулах яких містяться одна або кілька карбоксильних груп –COOH, сполучених з вуглеводневим радикалом. У мурашиній кислоті –COOH група з'єднана з атомом гідрогену. Карбоксильна група складається з карбонільної >CO і гідроксильної –OH.

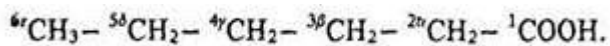
Загальна формула карбонових кислот



де R – вуглеводневий радикал.

**Класифікація.** За числом карбоксильних груп у молекулі розрізняють одноосновні – монокарбонові кислоти, двоосновні – дикарбонові і т. д. Залежно від природи вуглеводневого радикалу існують різні гомологічні ряди кислот: аліфатичні насичені (алканові) з загальною формулою  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ , ненасичені алкенові  $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$  та алкінові  $\text{C}_n\text{H}_{2n-3}\text{COOH}$  і ароматичні – аренові  $\text{R}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$ .

**Номенклатура.** За міжнародною номенклатурою назва кислоти утворюється з назви відповідного вуглеводню і закінчення -ова з урахуванням атома вуглецю карбоксильної групи (табл. 64). Для позначення положення замісників у вуглеводневому ланцюгу крім цифр вживають також літери грецького алфавіту:



Часто користуються тривіальними назвами кислот (мурашина, оцтова, масляна, щавлева, молочна, винна, лимонна та ін.).

**Ізомерія.** У гомологічному ряду насичених аліфатичних монокарбонових кислот існують ізомери вуглеводневого ланцюга (див. табл. 64). У ненасичених аліфатичних монокарбонових кислот трапляється ізомерія вуглеводневого ланцюга, положення подвійного чи потрійного зв'язку, цис-транс-ізомерія (олеїнова кислота – цис-ізомер, елаїдинова – транс-ізомер) і міжкласова з складними ефірами.

Таблиця 64. Карбонові кислоти

Формула		Назва		Класифікація
емпірична	структурна	тривіальна	міжнародна	
HCOOH		Мурашина	Метанова	Насичена аліфатична монокарбонова
CH <sub>3</sub> COOH		Оцтова	Етанова	Те ж саме
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> COOH		Пропіонова	Пропанова	"
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH*		Масляна	Бутанова	"
C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH*		Ізомасляна	2-Метилпропанова	"
C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH		Валеріанова	Пентанова	"
C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> COOH		Капронова	Гексанова	"
C <sub>15</sub> H <sub>31</sub> COOH		Пальмітинова	Гексадеканова	"
C <sub>16</sub> H <sub>33</sub> COOH		Маргарінова	Гептадеканова	"
C <sub>17</sub> H <sub>35</sub> COOH		Стеаринова	Октадеканова	"
(COOH) <sub>2</sub>		Шавлева	Етандіонова	Насичена аліфатична дикарбонова
HOOC-(CH <sub>2</sub> )-COOH		Малонова	Пропандіонова	Те ж саме

Продовження табл. 64

Формула		Назва		Класифікація
емпірична	структурна	тривіальна	міжнародна	
$\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_2-\text{COOH}$		Янтарна, бурштинова	Бутандіонова	Насичена аліфатична дикарбонова
$\text{C}_2\text{H}_3\text{COOH}$		Акрилова	Пропенова	Ненасичена аліфатична монокарбонова
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}^{**}$		Олеїнова	цис-9-Октадецена	Те ж саме
$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}^{**}$		Елаїдинова	транс-9-Октадецена	"
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$		Бензойна	Фенілметанова	Ароматична монокарбонова

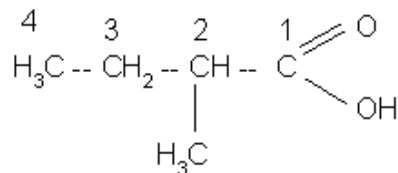
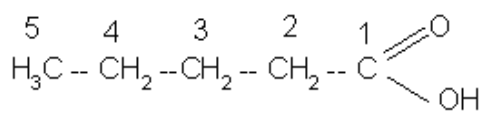
\* Ізомери пропанової, \*\* октадеценаної кислот.

Формула	Назва	
	систематична	тривіальна
$\text{HCOOH}$	Метанова	Мурашина
$\text{CH}_3\text{COOH}$	Етанова	Оцтова
$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	Пропанова	Пропіонова
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	Бутанова	Масляна
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	Пентанова	Валеріанова
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	Гексанова	Капронова
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	Пентадеканова	Пальмітинова
$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{COOH}$	Гексадеканова	Маргарінова
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	Гептадеканова	Стеаринова

Ізомерія карбонових кислот

### Структурна ізомерія

- Ізомерія скелета у вуглеводневому радикалі (починаючи із  $\text{C}_4$ );

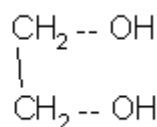
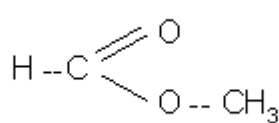
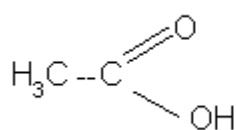


пентанова або валеріанова

2-метилбутанова або 2-метилмасляна

## 2. Міжкласова ізомерія, починаючи із C<sub>2</sub>.

Наприклад, формулі C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub> відповідають три ізомери, що належать до різних класів органічних сполук.



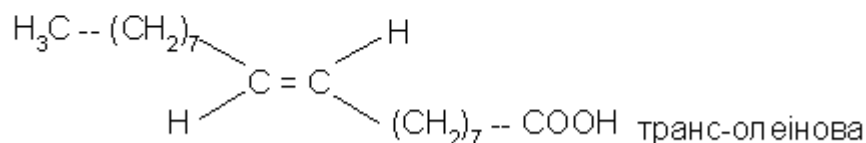
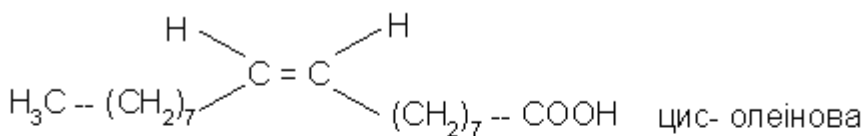
оцтова кислота    метиловий естер  
мурашиної кислоти

двохатомний спирт етиленгліколь

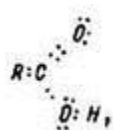
## Просторова ізомерія

Можлива цис-транс-ізомерія в разі ненасичених карбонових кислот.

Наприклад:



**Будова молекули.** Електронна будова карбонових кислот зображується формулою:



просторова – моделлю Стюарта (рис. 37).

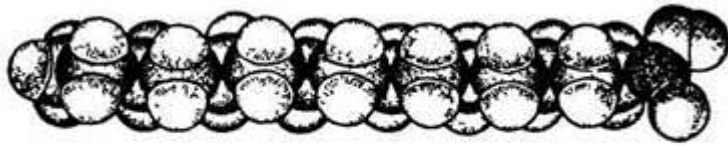
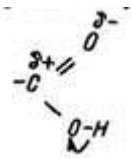


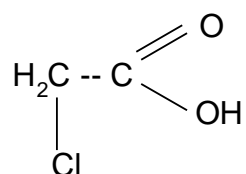
Рис.37. Модель молекули пальмітинової кислоти за Стюартом

У карбоксильній групі карбонільна група  $>C=O$  і гідроксильна  $-OH$  впливають одна на одну. В результаті властивості групи  $-OH$  в кислотах і спиртах, а також властивості карбонільної групи в кислотах і альдегідах різні. Розглянемо механізм такого взаємного впливу. Як відомо, карбонільна група  $>C=O$  сильно поляризована – електрони зміщені до атома кисню, атом карбону має деякий позитивний заряд. Тому він притягує до себе електрони від атома кисню гідроксигрупи  $OH$ , що викликає зміщення електронної хмари зв'язку  $O-H$  до атома кисню:



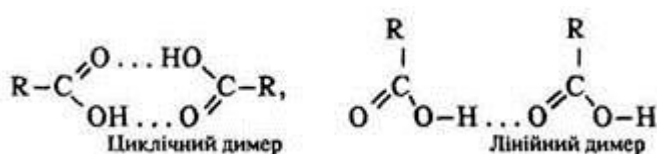
Внаслідок цього зв'язок між атомами гідрогену та кисню дуже послаблюється. Кислоти виявляють більш сильні кислотні властивості, ніж спирти. У свою чергу, гідроксильна група впливає на карбонільну – зміщення електронної пари від атома кисню гідроксигрупи  $OH$  до атома карбону частково нейтралізує позитивний заряд карбону. В результаті у карбонільній групі лі-зв'язок стає міцнішим, зменшується її здатність вступати в реакції приєднання. На відміну від альдегідів водень приєднується до карбонільної групи кислоти лише за особливих умов.

На зв'язок між атомами водню та кисню в гідроксигрупі  $OH$  впливає також вуглеводневий радикал – зі збільшенням негативного індукційного ефекту радикалу сильніше відтягуються електрони від атома кисню гідроксигрупи  $OH$ – сила кислот зростає. Так, хлороцтова кислота



є сильнішою за оцтову ( $\text{CH}_3\text{COO}$ ), ароматична – сильнішою за аліфатичну з таким же числом атомів карбону, багатоосновні сильніші за одноосновні. Аліфатичні радикали виявляють позитивний індукційний ефект, тому мурашина кислота сильніша, ніж її гомологи.

Між молекулами кислот виникають водневі зв'язки. Рідкі кислоти складаються з димерів – циклічних або лінійних:



У циклічних димерах між двома молекулами кислот утворюються два водневі зв'язки. Мурашина кислота навіть у газоподібному стані існує у вигляді димерів.

**Поширення у природі.** Карбонові кислоти містяться в рослинних та тваринних організмах у вільному (лимонна, щавлева, яблучна, мурашина) і зв'язаному (у вигляді складних ефірів, ефірних масел та жирів – оцтова, масляна, стеаринова, олеїнова тощо) станах.

**Фізичні властивості.** На відміну від альдегідів серед алканових кислот немає газоподібних речовин. Нижчі члени ряду (до пальмітинової кислоти) – рідини з гострим запахом, добре розчинні у воді. Збільшення молекулярної маси обумовлює зниження розчинності у воді. Вищі кислоти (починаючи з пальмітинової) – тверді речовини без запаху, нерозчинні у воді.

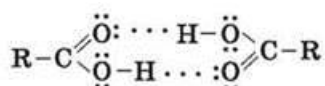
Температури кипіння карбонових кислот вищі, ніж відповідних спиртів. Відсутність газоподібних речовин серед кислот, їх добра розчинність і високі температури кипіння пояснюються утворенням більшого числа водневих зв'язків між молекулами кислот порівняно зі спиртами. (підручник Домбровського ст. 188 фізичні властивості карбонових кислот)

**Хімічні властивості.** Кислотні властивості. Розчини карбонових кислот у воді мають кислий смак, забарвлюють лакмус і метиловий оранжевий у червоний колір, проводять електричний струм, взаємодіють з металами з виділенням водню. Це свідчить, що органічні кислоти вступають у реакції, характерні для кислот (п. 10.4).

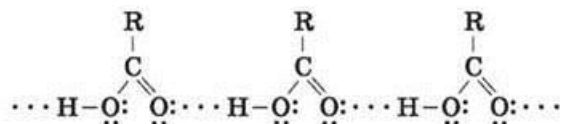
Дисоціацію карбонових кислот у загальному вигляді можна описати рівнянням:  $R-COOH \rightleftharpoons RCOO^- + H^+$ .

За ступенем дисоціації мурашина кислота є електролітом середньої сили, інші карбонові кислоти належать до слабких електролітів внаслідок впливу вуглеводневого радикалу.

Розчинність у воді й високі температури кипіння кислот зумовлені утворенням міжмолекулярних водневих зв'язків.

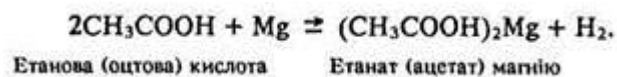


Утворення димерів карбонових кислот



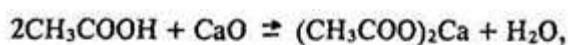
Метали, розташовані в ряду стандартних електродних потенціалів ліворуч від водню, витісняють його з карбонових кислот.

Звичайно, реакція відбувається повільніше, ніж із сильними кислотами, з утворенням солей – іонних сполук:

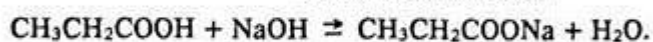


Етанова (оцтова) кислота      Етанат (ацетат) магнію

Внаслідок взаємодії кислот з основними оксидами та основами утворюються солі:



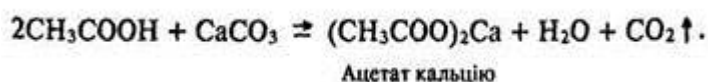
Етанат (ацетат) кальцію



Пропанат (пропіонат)  
натрію



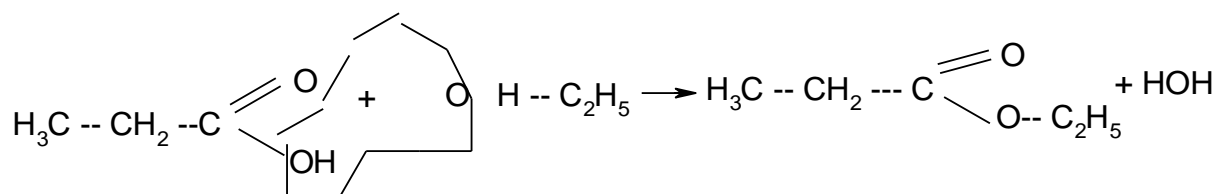
Під час реакцій з солями карбонові кислоти витісняють слабші та леткі кислоти з їх солей:



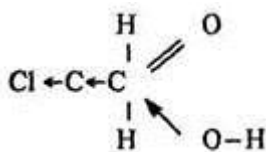
Реакції за участю вуглеводневого радикалу. У карбонових кислот під впливом карбоксильної групи збільшується рухливість атомів водню, які стоять біля атома вуглецю, сусіднього з карбоксильною групою. Тому вони легко замішуються атомами хлору або бромю:



Характерною властивістю карбонових кислот є їх взаємодія з спиртами з утворенням етерів (реакція етерифікації):



Хлороцтова та альфа-бромпропанова кислоти сильніші за карбонові, з яких вони утворилися, внаслідок індукційних ефектів замісників:



Лабораторний дослід 5. Дія оцтової кислоти на індикатори

Ми знаємо, що спирти не діють на індикатори. Проведемо експеримент. У три пробірки наллємо по 1 мл розчину оцтової кислоти. У першу додамо кілька крапель лакмусу, у другу — метилового оранжевого, у третю — фенолфталеїну. як змінилося забарвлення індикатора? Для порівняння паралельно візьмемо три пробірки з хлоридною кислотою й проведемо той

самий експеримент. Результати будуть такі ж самі. Висновок: оцтова кислота діє на індикатори так само, як і неорганічні кислоти.

Завдання для самостійного розв'язування.