

ПІДРОЗДІЛ: Оксигено- та сульфуровмісні органічні сполуки

ТЕМА:

Феноли
Спирти,
Альдегіди,
кетони





СПИРТИ

(alcohols)

Спирти — це органічні сполуки, що містять одну або кілька гідроксильних груп (-ОН), сполучених із насищеним (sp^3) атомом Карбону.

Загальна формула:



де R — алкільний
радикал.

◆ 2. Класифікація

Спирти класифікують за кількома ознаками.

1. Залежно від кількості гідроксильних груп вони поділяються на одноатомні (R-OH) — такі, що мають одну гідроксильну групу, двоатомні (R-(OH)₂) — мають дві гідроксильні групи, три-, чотири- та інші багатоатомні — мають відповідно три, чотири і більше гідроксигруп. Кількість гідроксильних груп у молекулі спирту називають атомністю.

2. Залежно від характеру вуглеводневого залишку розрізняють насищені, ненасичені, ароматичні та гетероциклічні спирти.

3. Залежно від характеру атома Карбону, з яким сполучена гідроксигрупа, спирти поділяються на первинні, якщо гідроксил розміщений біля первинного атома Карбону, вторинні — гідроксил біля вторинного атома Карбону і третинні — гідроксил біля третинного атома.



◆ 2. Класифікація

- **За кількістю гідроксильних груп:**

Одноатомні: метанол, етанол, пропанол.

Багатоатомні (полюоли): етиленгліколь (2 -ОН), гліцерин (3 -ОН).

- **За типом карбону, до якого приєднана -ОН:**

Первинні (1°): $R-\text{CH}_2\text{OH}$

→ при окисненні дають альдегіди → кислоти

(наприклад, етанол → ацетальдегід → оцтова кислота)

Вторинні (2°): $R-\text{CHOH}-R$

→ при окисненні дають кетони

(наприклад, ізопропанол → ацетон)

Третинні (3°): $R_3\text{C}-\text{OH}$

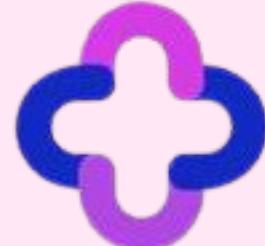
→ не окиснюються (немає гідрогену біля -ОН)

- **За природою радикалу:**

Аліфатичні (етанол, гліцерин)

Ароматичні (бензиловий спирт)

Ненасичені (алліловий спирт)

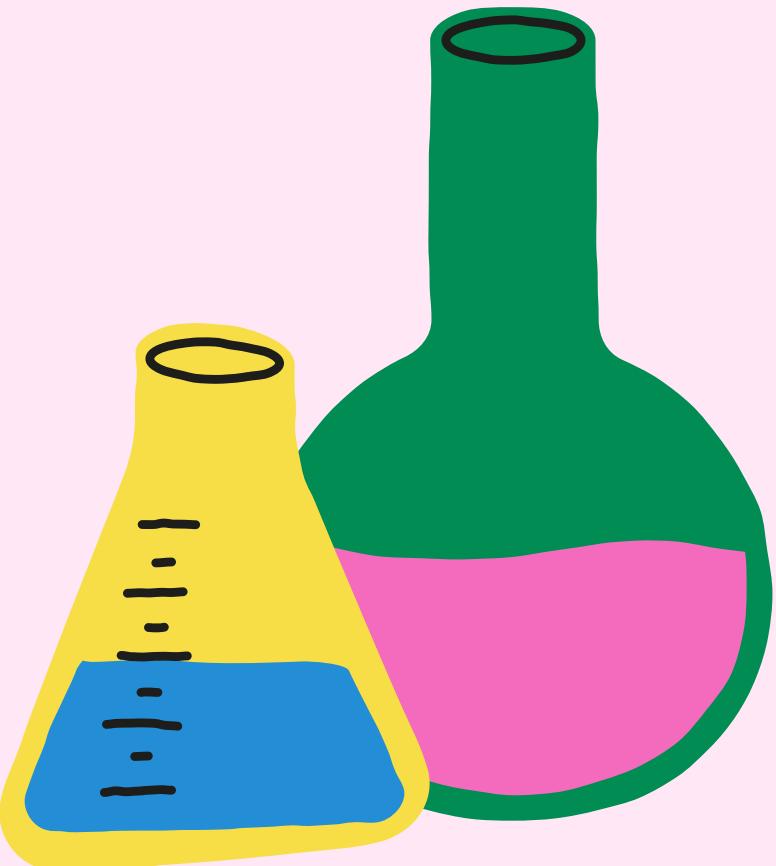


Ізомерія.

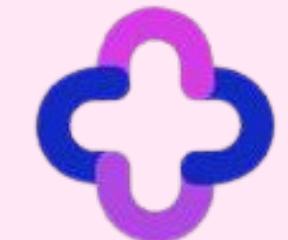
В ряду насыщенных одноатомных спиртів можлива:

- а) ізомерія карбонового скелета вуглеводневого залишку;**
- б) ізомерія положення гідроксильної групи в одинакових ланцюгах;**
- в) для ненасичених і цикліческих спиртів існує цис-, транс-ізомерія;**
- г) міжкласова ізомерія (одноатомні спирти-прості ефіри).**

◆ 3. Фізичні властивості



- 1. Рідини або тверді речовини (залежно від маси).**
- 2. Добре розчинні у воді (особливо коротколанцюгові).**
- 3. Температура кипіння вище, ніж у вуглеводнів, через водневі зв'язки.**
- 4. Запах характерний, для етанолу — приємний, для метанолу — різкий.**



◆ 4. Хімічні властивості

Тип спирту	Продукт
Перший	Альдегід
Вторинний	Кетон
Третинний	Не окисн.



1)

Кислотні властивості (слабкі кислоти):



2)

Оксиснення:



Утворюються алкоголяти (алкоксиди).



3) Дегідратація (втрата води):

a) Внутрішня (утворення алкену):



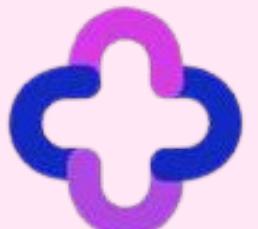
Окисники: CuO, K₂Cr₂O₇/H₂SO₄, KMnO₄.

(за нагрівання з H₂SO₄, t° > 170°C)

b) Міжмолекулярна (утворення етерів):



(t° < 140°C)



4) Реакції заміщення гідроксильної

групи:



(утворення
галогеналканів)

5)

Етерифікація:



(утворення естерів;
катализатор — H_2SO_4)

◆ 5. Багатоатомні спирти (поліоли)

▪ Етиленгліколь ($HO-CH_2-CH_2-OH$)

Токсичний, використовується в антифризах.

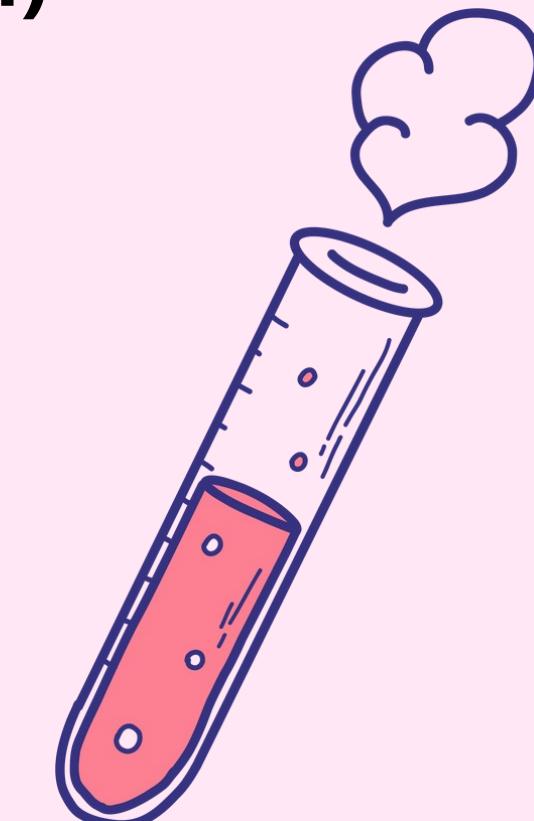
При окисненні → щавлева кислота ($COOH-COOH$).

▪ Гліцерин ($HO-CH_2-CH(OH)-CH_2-OH$)

Безбарвна в'язка рідина, солодка на смак.

Важлива складова тригліциридів (жирів).

Використовується у фармації, косметиці.



◆ 6. Біологічне та клінічне значення

■ Етанол:

Метаболізується у печінці:

Надмірне вживання → токсичне ураження печінки,

нейротоксичність.

Метанол: Використовується як антисептик, розчинник, у лікарських формах.

Окиснюється до формальдегіду і мурашиної кислоти → сильна токсичність, сліпота, смерть.

Лікування: етанол (конкурентне інгібування алкогольдегідрогенази).

◆ 7. Якісні реакції



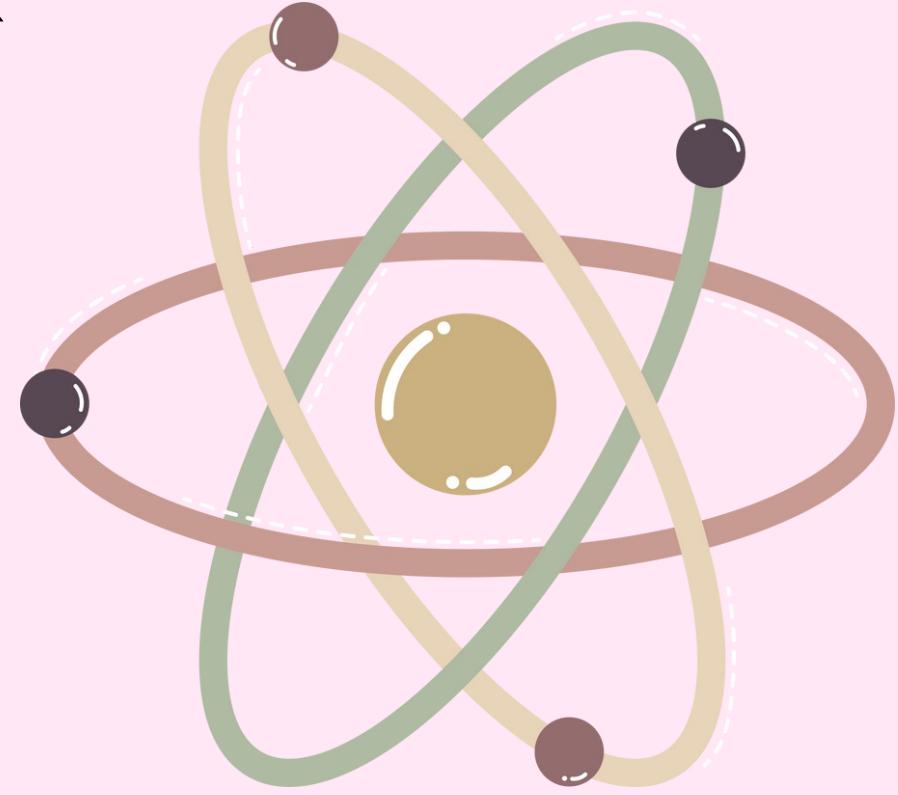
◆ 8. Типові тестові запитання КРОК

1. При окисненні якого спирту утворюється ацетон?

- A. Метанол
- B. Етанол
- C. Ізопропанол
- D. Гліцерин
- E. Етиленгліколь
- C. Ізопропанол

2. Яка сполука вступає в реакцію з металевим натрієм із виділенням водню?

- A. Етан
- B. Етаналь
- C. Етанол
- D. Ацетон
- E. Етилен
- C. Етанол



3. Отруєння метанолом призводить до сліпоти через утворення:

- A. Етаналю
- B. Мурашиної кислоти
- C. Ацетальдегіду
- D. Оцтової кислоти
- E. Ацетону

4. Вкажи, які з них реагують з CuO при нагріванні:

- A. Етанол
- B. Пропанол-2
- C. Трет-бутанол
- D. Метанол
- E. Бутанол
- C. Трет-бутанол



5. Який спирт утворює етер при нагріванні з H_2SO_4 при $t^\circ < 140^\circ C$?

- A. Метанол**
- B. Етанол**
- C. Пропанол**
- D. Ізопропанол**
- E. Бутанол**
- B. Етанол**





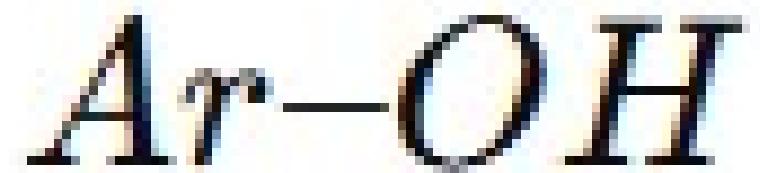
ФЕНОЛИ

Феноли можна розглядати як продукти заміщення одного або кількох атомів Гідрогену ароматичного кільця на гідроксигрупу. Тобто на відміну від ароматичних спиртів у цих сполуках гідроксигрупи сполучені безпосередньо з атомами Карбону ароматичного кільця

◆ 1. Визначення

Феноли – це ароматичні гідроксипохідні, у яких гідроксильна група ($-OH$) безпосередньо сполучена з атомом карбону бензенового кільця.

Загальна формула:



де Ar – ароматичний радикал.

Приклад:

Фенол – C_6H_5OH
(гідроксибенzen)



◆ 2. Класифікація

▪ За кількістю гідроксильних груп:

Одноатомні — фенол, крезол.

Багатоатомні (поліфеноли) — резорцин (1,3), гідрохінов (1,4), пірокатехін (1,2).

▪ За кількістю бензенових кілець:

Прості феноли — фенол, крезол.

Складні (бі- та поліциклічні) — нафтоли (1-нафтол, 2-нафтол).

◆ 3. Фізичні властивості

Безбарвні кристали з характерним запахом (на повітрі рожевують через окиснення).

Помірно розчинні у воді, добре розчинні в етанолі, ефірі.

Отруйні, мають бактерицидну дію.

Температура плавлення фенолу $\approx 43^{\circ}\text{C}$.



◆ 4. Хімічні властивості

⚙ 1) Кислотні властивості

Феноли – слабкі кислоти, сильніші за спирти, але слабші за карбонові кислоти.



Реакція з лугами:
(утворюється фенолят

натрію) Не реагують із Na_2CO_3 (бо слабші за H_2CO_3)

⚙ 2) Окиснення

Феноли легко окиснюються на повітрі → утворюються хінони (наприклад, гідрохінон → п-бензохінон).

Це обумовлює їх антиоксидантну та редукційну активність.

⚙ 3) Електрофільне заміщення в ароматичному кільці

Група -ОН активує кільце (орієнтант I роду), реакції проходять переважно в орто- і пара- положення.





:



:

навіть без
кatalізатора:

👉 це якісна реакція на фенол.

Сульфування:

→ утворення фенолсульфокислот (залежно від t° — орто чи пара).

4) Реакції з



(утворюються феноляти, як і зі

5) Реакція з хлоридом ацилу / ацонітрілами



кислоту (утворення ефірів — фенолових естерів)

6) Конденсація з формальдегідом

→ фенолформальдегідні смоли (бакеліт, фенопласт)

важливі пластмаси.



◆ 5. Отримання

1 З

бензенсульфокислоти:

$$C_6H_5SO_3Na + 2NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + Na_2SO_3 \quad (t^\circ, p)$$

→ фенол (після нейтралізації)

2 З хлорбенzenу (кумановий

$$C_6H_5Cl + NaOH \xrightarrow{\text{метод}} C_6H_5ONa + NaCl$$

(реакція при високій t° і тиску)

3 Окиснення

$$C_6H_5Cl + (CH_3)_2CO \rightarrow C_6H_5OH + (CH_3)_2CO$$

(основний промисловий спосіб)

◆ 6. Біологічне та медичне значення

- Фенол — антисептик (карболова кислота), проте токсичний.
- При потраплянні на шкіру — коагуляційний некроз.
- Пари фенолу — отруйні (ураження ЦНС, печінки, нирок).
- Крезоли — менш токсичні, використовуються у дезінфекційних засобах.
- Фенолформальдегідні смоли — пластмаси, клейові матеріали.
- Гідрохіон — антиоксидант, компонент фотопроцесів.



◆ 7. Якісні

реакції

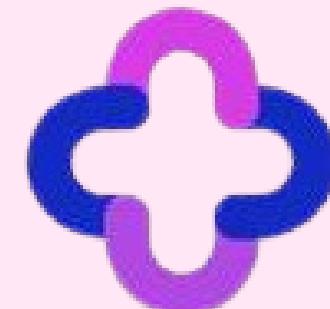
Реакція	Реагент	Ознака
3 FeCl_3	залізо(ІІІ) хлорид	фіолетове забарвлення
3 Br_2	бромна вода	білий осад 2,4,6-трибромфенолу
3 NaOH	луг	утворення феноляту, розчинення фенолу

◆ 8. Тестові завдання КРОК

1. До **безбарвного розчину фенолу додали розчин FeCl_3 . Випав фіолетовий колір.**

Реакція підтверджує наявність:

- A. Альдегідної групи
- B. Карбонільної групи
- C. **Гідроксильної групи в ароматичному кільці**
- D. Карбоксильної групи
- E. Аміно-групи
- F. Гідроксильної групи в ароматичному кільці



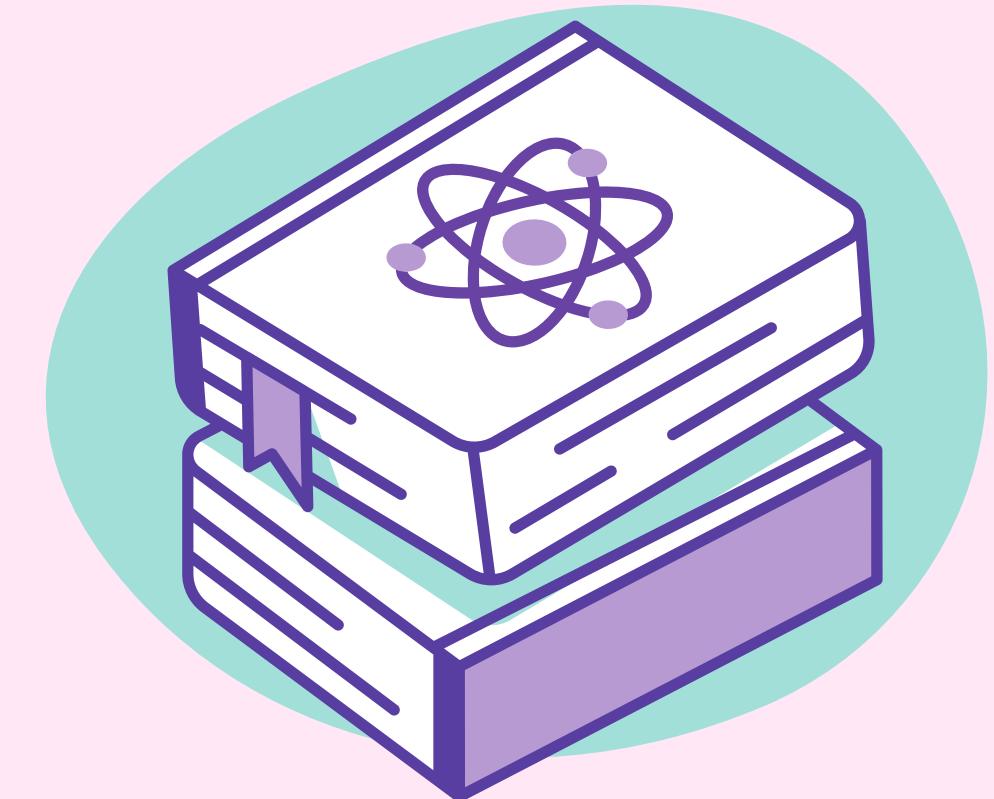
2. Фенол реагує з бромною водою. Утворюється білий осад. Вкажіть продукт реакції:

- A. Бензол
- B. Нітрофенол
- C. 2,4,6-Трибромфенол
- D. Фенолят натрію
- E. Хлорфенол
- C. 2,4,6-Трибромфенол

3. Фенол є слабкою кислотою, тому реагує

з:

- A. H_2SO_4
- B. NaOH
- C. Na_2CO_3
- D. HNO_3
- E. FeCl_3
- B. NaOH



4. При окисненні гідрохіону

утворюється:

- A. Бензальдегід
- B. П-бензохіон
- C. Катехол
- D. Резорцин
- E. Фенол

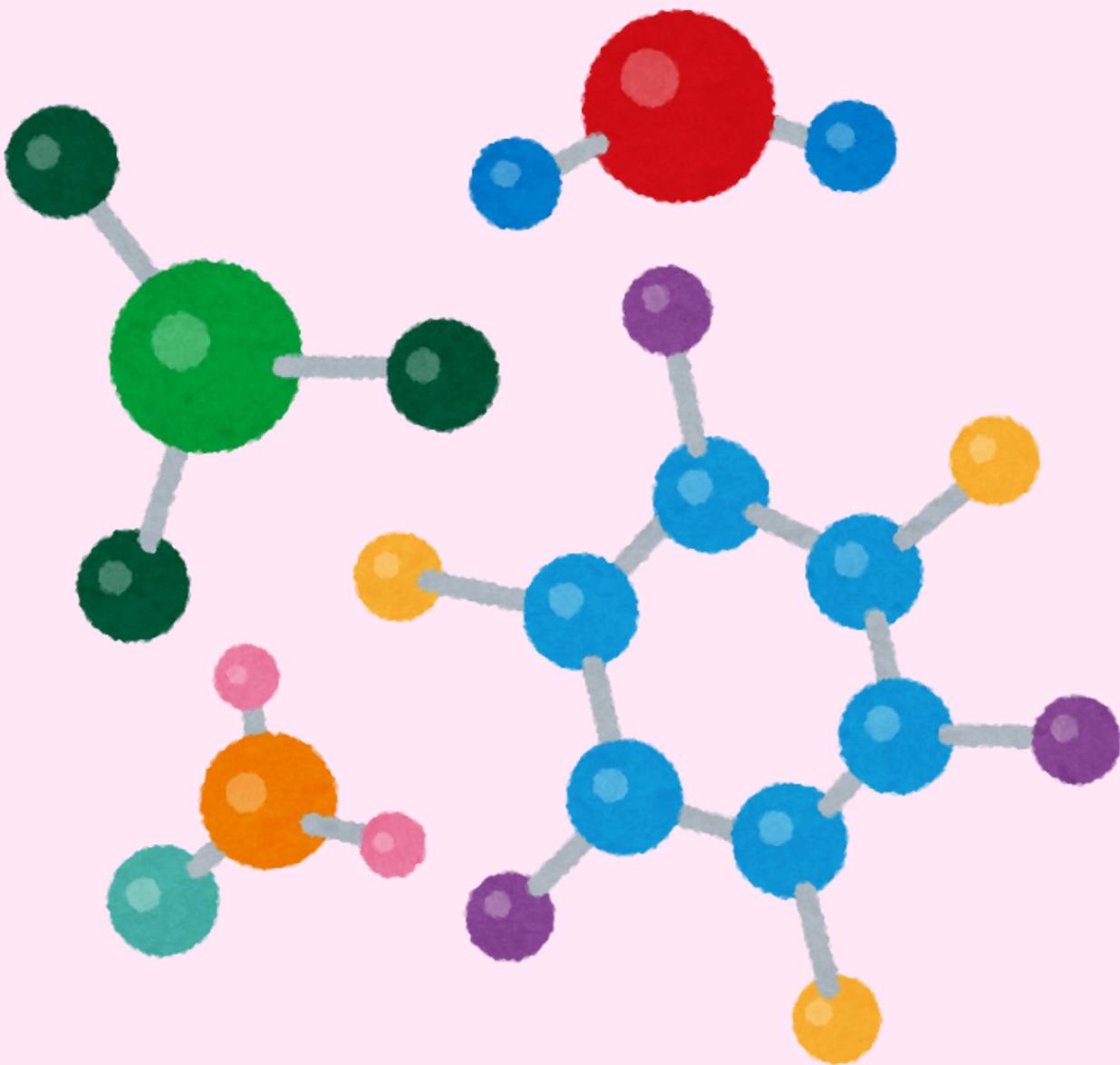
B. П-бензохіон

5. У лабораторії **фенол** можна виявити за

допомогою:

- A. $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- B. FeCl_3
- C. KMnO_4
- D. Na_2CO_3
- E. AgNO_3

B. FeCl_3



◆ 9. Стислий підсумок

Ознака	Фенол
Продукт -ОН	при ароматичних
Хімічність	біла
Реакція з NaOH	+
Реакція з FeCl ₃	фіолетовий колір
Огруйливість	сильна





АЛЬДЕГІДИ ТА

КЕТОНИ

◆ 1. Визначення

Альдегіди й кетони – це карбонільні сполуки, які містять функціональну групу $C=O$ (карбонільна група).

Вони належать до оксигеновмісних органічних сполук.

◆ 2. Загальна формула



Якщо $R' = H \rightarrow$
альдегід

Якщо $R' \neq H \rightarrow$ кетон

◆ 3. Номенклатура

1 Назви утворюють від назв відповідних вуглеводнів із заміною суфікса -ан на -аль (для альдегідів) або -он (для кетонів):

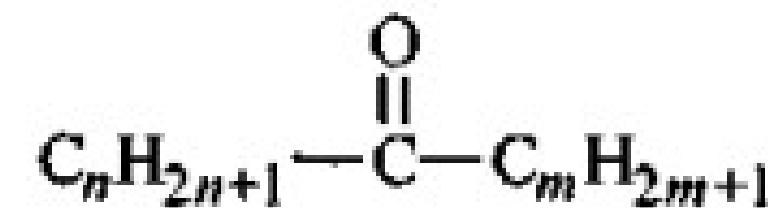
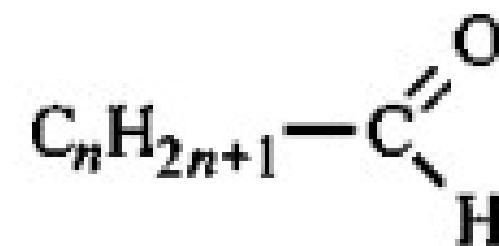
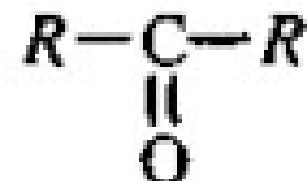
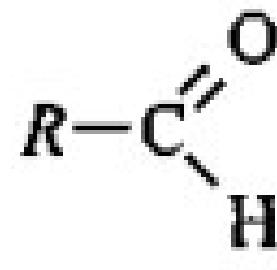
- метан \rightarrow метаналь
- бутан \rightarrow бутаналь
- пропан \rightarrow пропанон

2 У замісникової номенклатурі:

- $-CHO$ \rightarrow форміл-група
- $-CO-$ \rightarrow оксо-група



Альдегіди та кетони характеризуються тим, що містять однакову функціональну групу $-C=O$, яку називають карбонільною або оксогрупою. Тому ці сполуки називають оксосполуками або карбонільними сполуками. Альдегіди та кетони відрізняються за характером атомів, що оточують карбонільну групу: у альдегідів хоча б одна з валентностей Карбону карбонільної групи витрачається на зв'язок з Гідрогеном. У кетонів обидві валентності карбонільної групи витрачаються на зв'язок з вуглеводневими залишками:



Загальна формула
альдегідів

Загальна формула
кетонів



◆ 4. Класифікація

Тип	Загальна формула	Приклад
Альдіхіди	RCHO	0
Кетони	RCO-R'	0

◆ 5. Фізичні властивості

- Низькомолекулярні — легкі рідини з різким запахом.
- Добре розчинні у воді (завдяки утворенню водневих зв'язків).
- Більш полярні, ніж вуглеводні або ефіри.
- Не утворюють внутрішніх водневих зв'язків $\rightarrow t^\circ$ кипіння нижча, ніж у спиртів.

◆ 6. Хімічні властивості

Основою реакцій є **карбонільна група**, де атом С електрофільний, а атом О — нуклеофільний.



1)

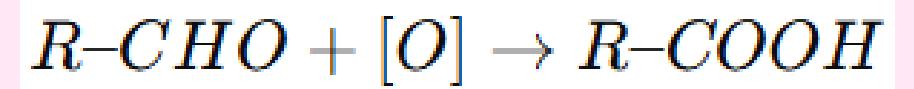


Відновлення
Альдегіди → первинні
спирти

2) Кетони → вторинні спирти
Окиснення

- Альдегіди легко окиснюються до карбонових
- Кетони не окиснюються в м'яких умовах.

👉 Це головна відмінність між альдегідами та кетонами! Зміїні реакції на альдегідну групу



⚠ Кетони не дають цих
реакцій.



 4) Приєднання гідроксиламінів, гідразинів, тощо
→ утворення оксимів, гідразонів, фенілгідразонів.

Застосовується в ідентифікації карбонільних сполук.



 5) Реакція з HCN (цянгідринна



 6) Поліконденсація (альдольна реакція)

Два молекули альдегіду при наявності лугу утворюють β-
гідроксиальдегід:



→ при нагріванні → α,β-ненасичений альдегід (кетоновий
альдегід).

 7) Взаємодія з алкоголями (утворення



◆ 7.

1 Окиснення первинних спиртів Отримання



(каталітичне або хімічне)

2 Окиснення вторинних спиртів →



3 Дегідрування

спиртів



4 Гідратація

алкінів

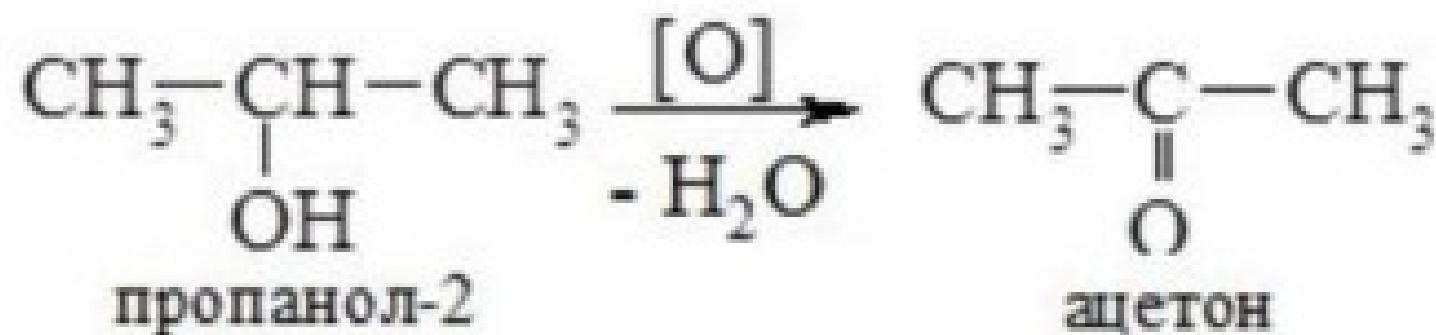
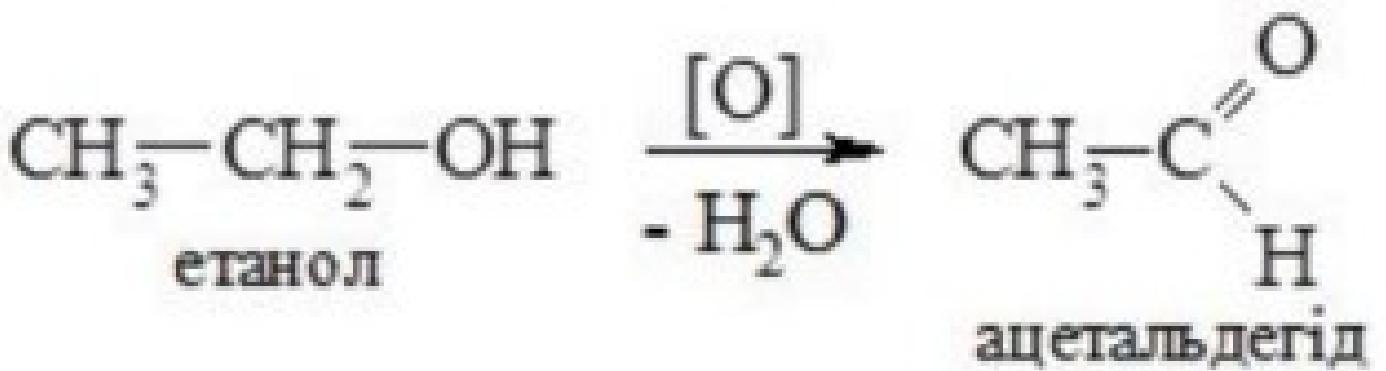


(для ацетилену →
етаналь)

◆ 8. Застосування

- Формальдегід — дезінфікуючий, антисептик, фіксуючий агент, у складі формаліну (розчин ~40%).
- Ацетальдегід — проміжний продукт синтезу оцтової кислоти, ацетону.
- Ацетон — розчинник, антисептик, засіб для знежирення.
- Бензальдегід — ароматизатор (мигдалевий запах), лікарська сировина.





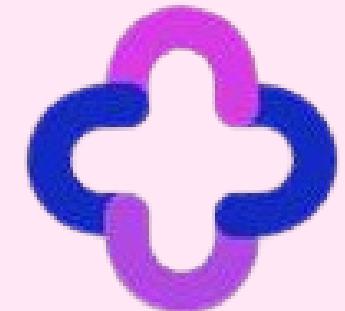
◆ 9. Медико-біологічне значення

Альдегідні групи присутні в вуглеводах (глюкоза, маноза).

Кетонна група — у фруктозі, ацетооцтовій кислоті.

Формальдегід у великих дозах токсичний (ураження ЦНС, печінки, нирок).

Ашетон — кетонове тіло, що з'являється при цукровому діабеті.



◆ 10. ТЕСТИ КРОК-1

1. Речовина реагує з $[Ag(NH_3)_2]OH$ з утворенням срібного дзеркала. Яка це сполука?

- A. Ацетон
- B. Етаналь
- C. Етанол
- D. Етиловий ефір
- E. Пропанон

B. Етаналь

2. При окисненні ацетальдегіду утворюється:

- A. Ацетон
- B. Етанол
- C. Оцтова кислота
- D. Пропанова кислота
- E. Етилен

C. Оцтова кислота



3. Кетони не реагують з реактивом Толенса, тому що:

- A. Не містять карбонільної групи**
- B. Не здатні окиснюватися в м'яких умовах**
- C. Є сильними кислотами**
- D. Є солями**

4. В. Не здатні окиснюватися в м'яких умовах

складу:

- A. Глюкози**
- B. Формаліну**
- C. Оцтової кислоти**

5. В. Формадин Уреакцю «срібного дзеркала» і окиснюється до кислоти.

Це:

- A. Етаналь**
- B. Етанол**
- C. Пропанон**

А. Етаналь



6. Кетонова група міститься у сполуці:

А. Етаналь

В. Пропанон

С. Метаналь

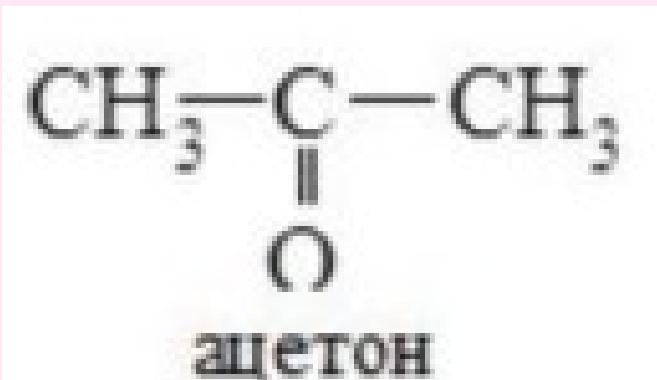
В. Пропанон У пацієнта з діабетом у сечі виявлено кетонові тіла. Назвіть представника кетонових тіл:

А. Ацетон

В. Формальдегід

С. Оцтова кислота

А. Ацетон



◆ 11. Коротке порівняння альдегідів і кетонів

Ознака	Альдегіди
Група	-CHO
Означення	леко - кк
Реакція Толенса / Фельєра	+
Гідратида алінів	утворює алін



