



ОКСИКАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ

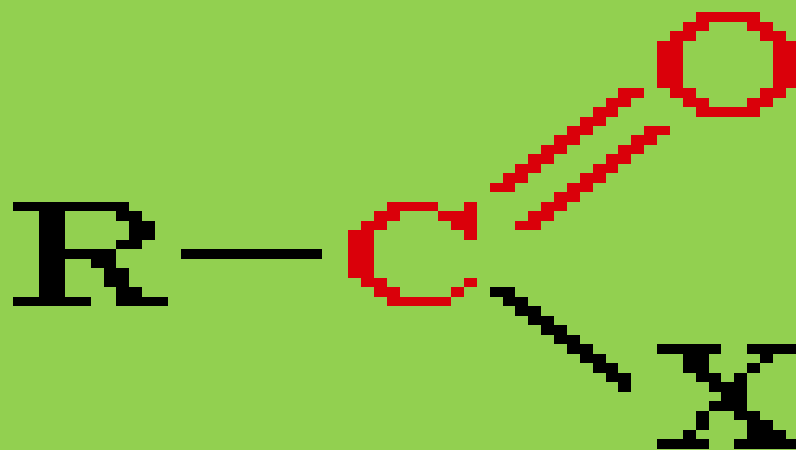
АЛЬДЕГІДИ і КЕТОНИ

ПЛАН

1. Загальна характеристика та будова альдегідів і кетонів. Електронна будова карбонільної групи.
2. Фізичні і хімічні властивості альдегідів і кетонів.
3. Реакції нуклеофільного приєднання (A_N).
4. Основні способи одержання та застосування в медицині та фармації.

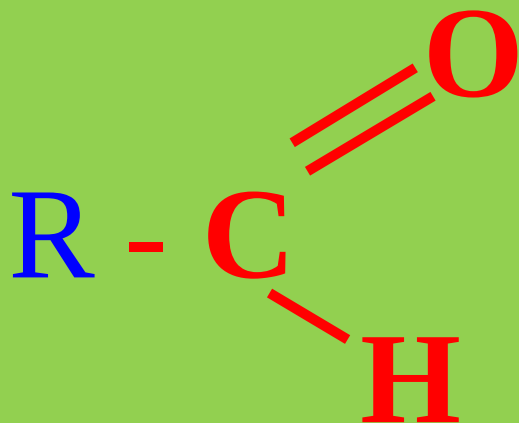
Оксикарбонільними або карбонільними сполуками називають органічні речовини, у молекулах яких міститься група $>\text{C}=\text{O}$ (карбоніл або оксогрупа).

Загальна формула карбонільних сполук:



ОКСИКАРБОНІЛЬНІ СПОЛУКИ

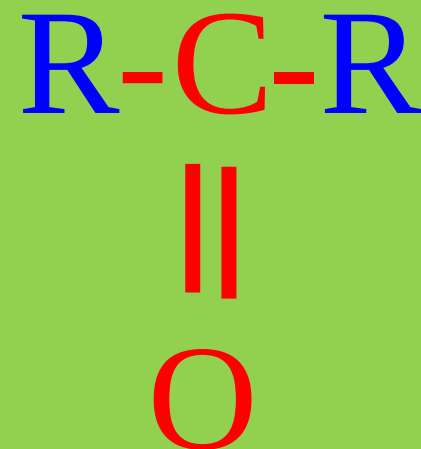
АЛЬДЕГІДИ



ФУНКЦІОНАЛЬНА ГРУПА -

АЛЬДЕГІДНА

КЕТОНИ



ФУНКЦІОНАЛЬНА ГРУПА -

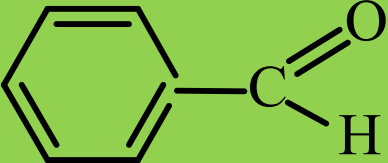
КЕТОННА

КЛАСИФІКАЦІЯ

I. За характером вуглеводневого радикалу альдегіди і кетони класифікують на:

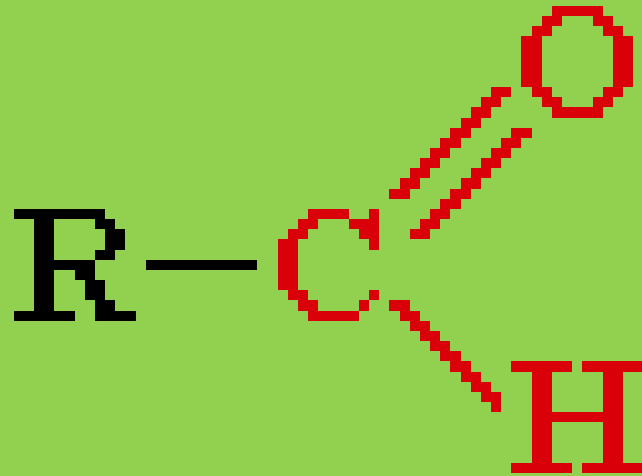
- насичені $\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \text{H} \end{array}$ - етаналь ;

- ненасичені $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{\textbackslash} \text{H} \end{array}$ - акролеїновий;

- ароматичні  - бензальдегід.

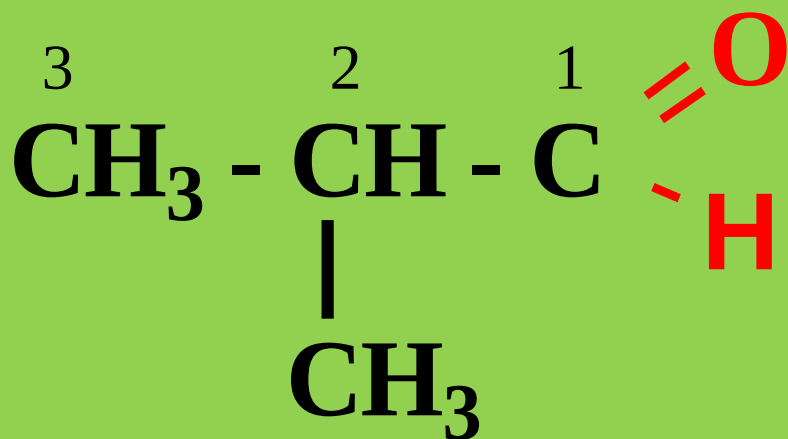
II. За кількістю функціональних (карбонільних) груп альдегіди і кетони підрозділяють на моно-, ди- та полікарбонільні сполуки (диальдегід, дикетон)

Альдегіди – органічні сполуки, в молекулах яких атом Карбону карбонільної групи (карбонільний вуглець) зв'язаний з атомом Гідрогену.



НОМЕНКЛАТУРА АЛЬДЕГІДІВ

Систематичні назви альдегідів утворюють від назв відповідних вуглеводнів з додаванням суфіксу -аль. Нумерацію ланцюгу починають з карбонільного атома Карбону.



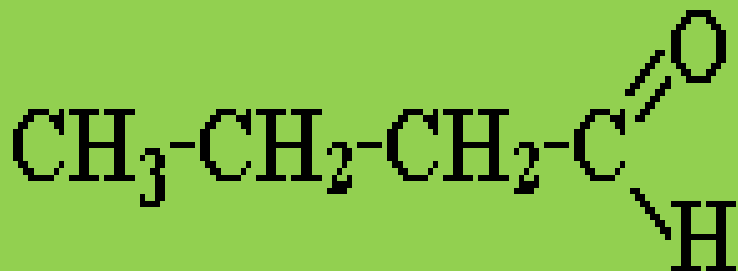
2-метилпропаналь

ГОМОЛОГІЧНИЙ РЯД АЛЬДЕГІДІВ

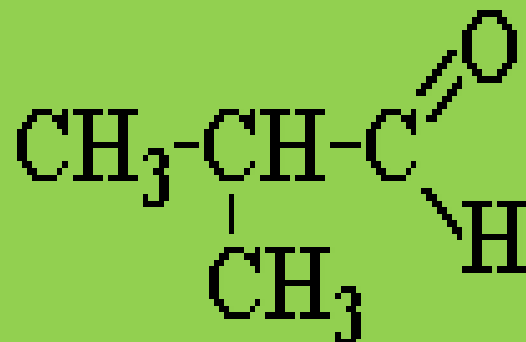
ФОРМУЛА	ІЮПАК	Тривіальні
$\text{H} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	метаналь	мурашиний альдегід (формальдегід)
$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	етаналь	оцтовий альдегід (ацетальдегід)
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	пропаналь	пропаналь (пропіоновий альдегід)
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	бутаналь	масляний альдегід
$\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{-H} \end{array}$	2-метил- пропаналь	ізомасляний альдегід

ІЗОМЕРІЯ АЛЬДЕГІДІВ

СТРУКТУРНА – ізомерія вуглецевого радикалу



бутаналь



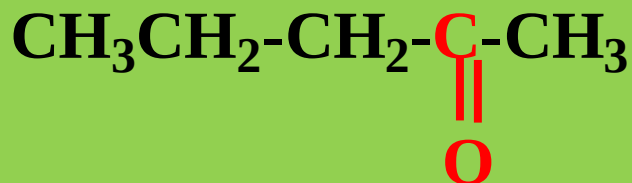
2-метилпропаналь

ГОМОЛОГІЧНИЙ РЯД КЕТОНІВ

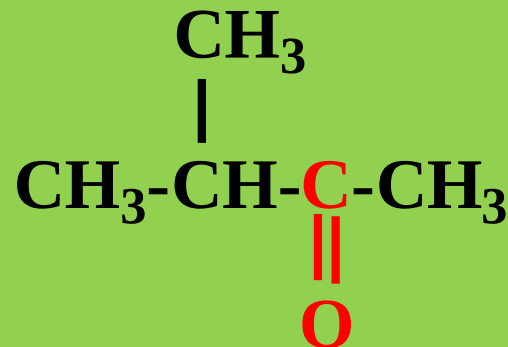
ФОРМУЛА	ІЮПАК (суфікс - он)	Тривіальні (раціональні)
$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{-CH}_3$	пропанон	ацетон (диметилкетон)
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{-CH}_3$	бутанон	метилетилкетон
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{-CH}_3$	пентанон-2	метилпропілкетон
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пентанон-3	диетилкетон

ІЗОМЕРІЯ КЕТОНІВ

I. СТРУКТУРНА:



пентанон -2



3-метилбутанон-2

Нумерація ланцюга кетонів починається з кінця ланцюга, до якого найближче розташована карбонільна група. При цьому положення оксогрупи вказуються цифрою.

II. ПОЛОЖЕННЯ КАРБОНІЛЬНОЇ ГРУПИ:

ПЕНТАНОН -2 ТА ПЕНТАНОН – 3

САМОСТІЙНО!

Фізичні властивості

Альдегіди з:

C_2 - C_{15} — рідини,

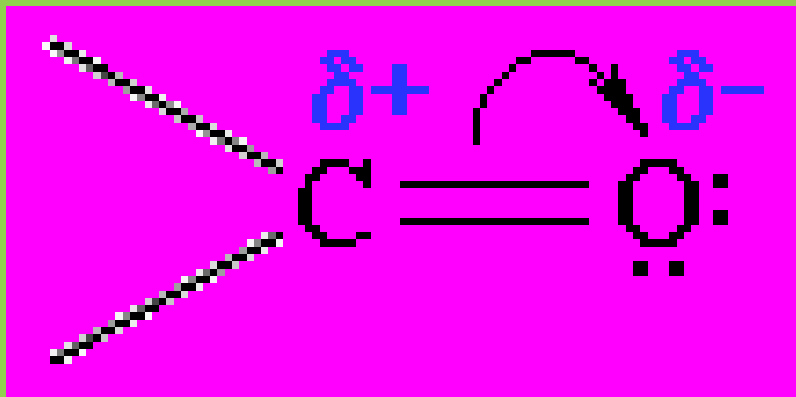
C_{16} — тверді, розчинні у воді речовини.

C_3 — C_6 - різкий неприємний запах,
вищі альдегіди - приємний запах (квітів, фруктів).

Кетони:

Нижчі (до C_{15}) — рідини з приємним запахом,
розчинні у воді; вищі кетони — тверді, без запаху.

БУДОВА КАРБОНІЛЬНОЇ ГРУПИ



Електрони кратного зв'язку $C=O$, особливо більш рухливі p -електрони, зміщені в бік електронегативного атома Оксигену, що приводить до появи на ньому часткового негативного заряду. Карбонільний Карбон набуває часткового позитивного заряду.

Завдяки такій поляризації альдегіди та кетони здатні вступати в реакцію з нуклеофільними реагентами, які атакують атом Карбону карбонільної групи

Хімічні властивості обумовлені:

1. Розривом π -зв'язку в карбонільній групі і приєднанням до атому Карбону негативно зарядженої частинки реагенту, а до атому Оксигену – позитивно зарядженої.
2. Повним заміщенням карбонільного кисню.
3. Заміщення атома Гідрогену в альдегідній групі (відмінність альдегідів від кетонів).
4. Реакції за рахунок вуглеводневого радикалу.

**ХІМІЧНІ РЕАКЦІЇ,
що пов'язані з
карбонільною групою**

Окиснення

**Приєднання по
карбонільній групі**

**Заміщення
карбонільного кисню**

Відновлення

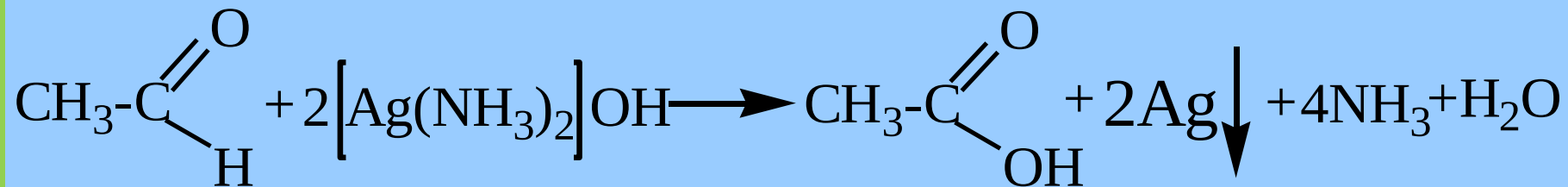
Полімеризації

Конденсації



І. Окиснення альдегідів і кетонів, з утворенням кислот:

1) Реакція “срібного дзеркала” (реактив Толленса)

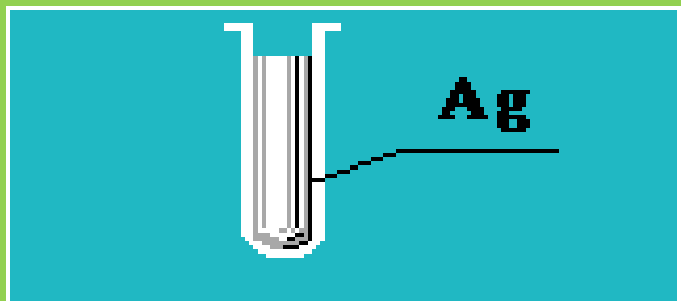


етаналь
(оцтовий
альдегід)

амічний
розчин
 Ag_2O

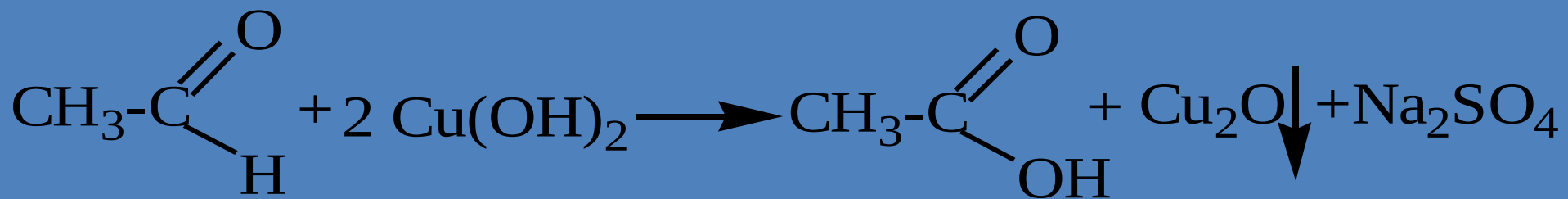
оцтова
кислота

! ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА АЛЬДЕГІДНУ ГРУПУ



ОСАД НА СТІНКАХ ПРОБІРКИ
СРІБЛЯСТОГО КОЛЬОРУ

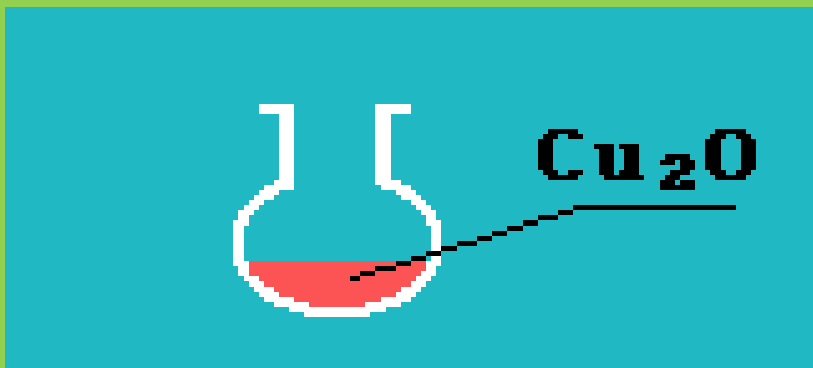
б) Реакція з гідроксидом Купруму (II)



етаналь
(оцтовий
альдегід)

оцтова
кислота

! ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА АЛЬДЕГІДНУ ГРУПУ

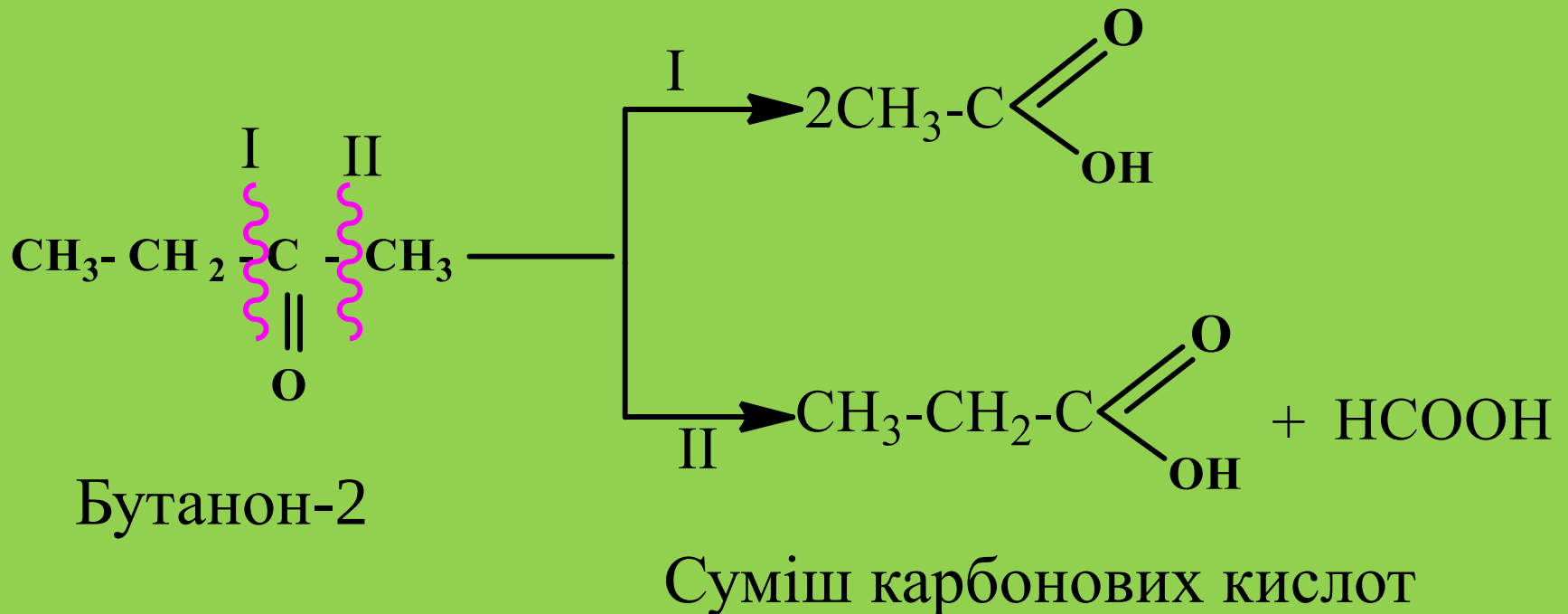


Осад червоного кольору

в) Реакція з реактивом Фелінга, в результаті утворюється червоний осад Cu_2O – аналогічно реакції з $\text{Cu}(\text{OH})_2$)

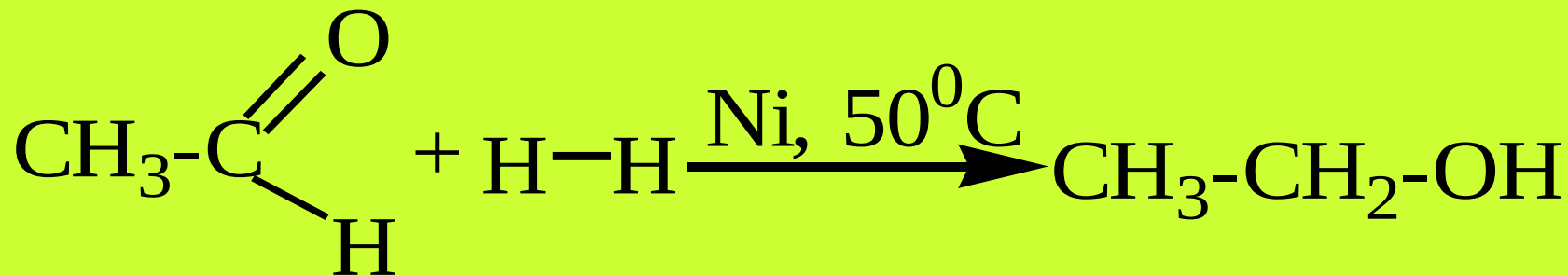
ЯКІСНА РЕАКЦІЯ НА АЛЬДЕГІДНУ ГРУПУ

г) Реакція *окиснення кетонів* – важко, з розривом вуглецевого ланцюга:



II. Реакції відновлення:

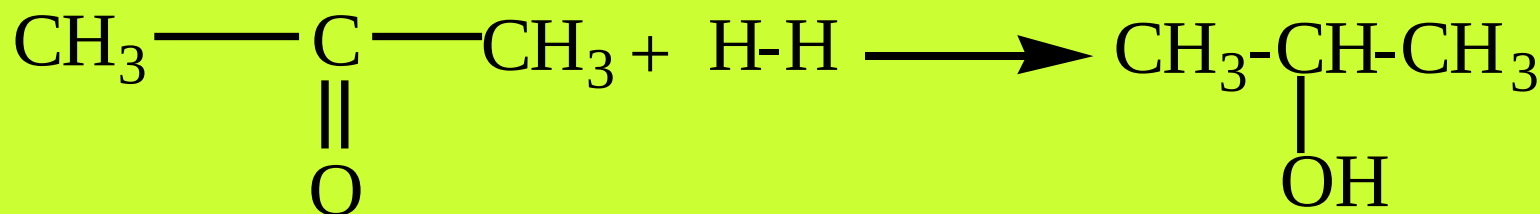
Приєднання водню з утворенням спиртів



оцтовий альдегід

етанол

При гідруванні кетонів утворюються вторинні спирти:

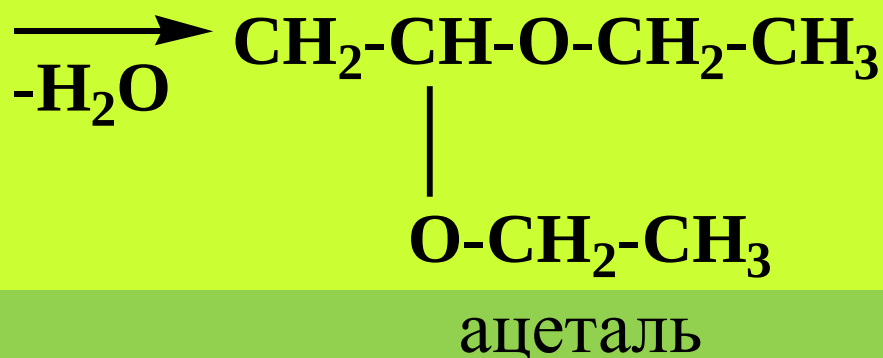
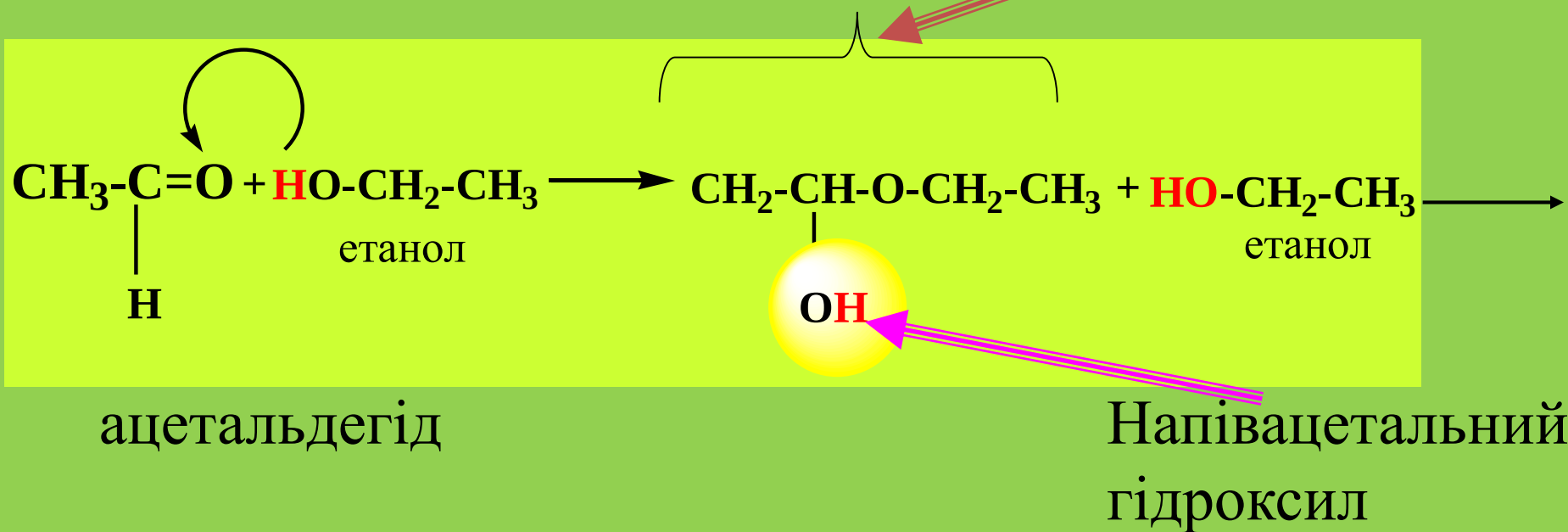


пропанон (ацетон)

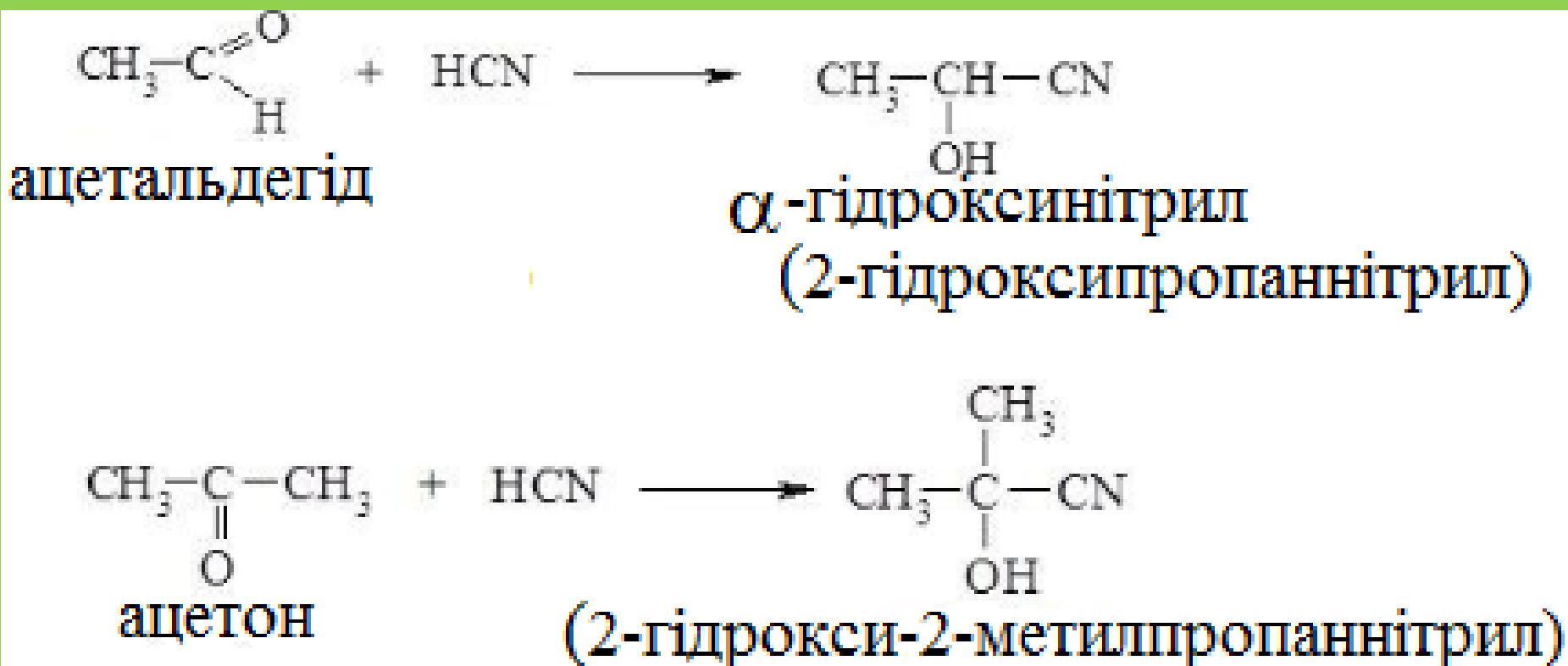
пропанол – 2

II. Реакції нуклеофільного приєднання

1. *Приєднання спиртів.* При взаємодії альдегідів із спиртами спочатку утворюються *напіваацеталі*:

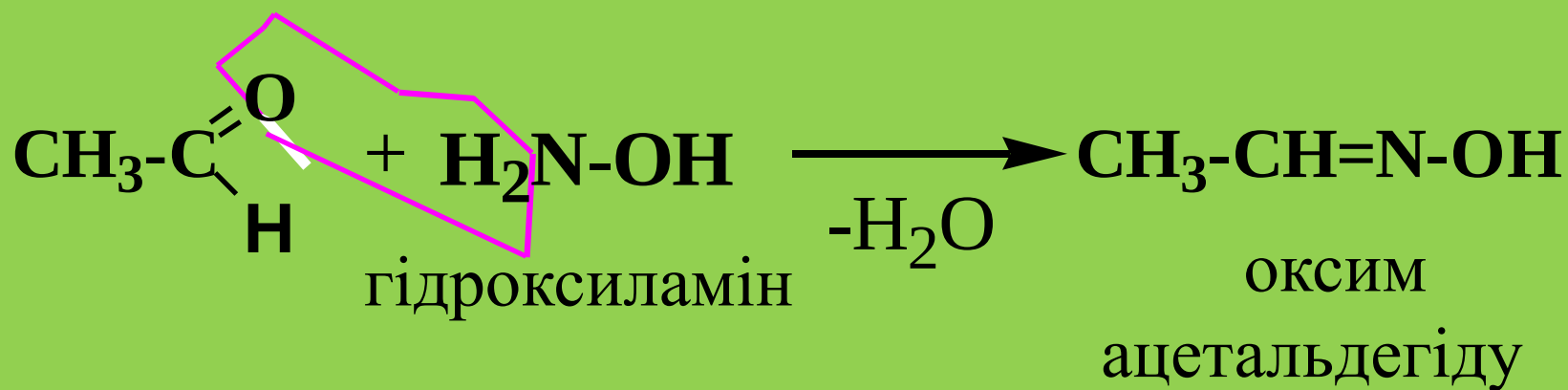


2. Приєднання синільної кислоти



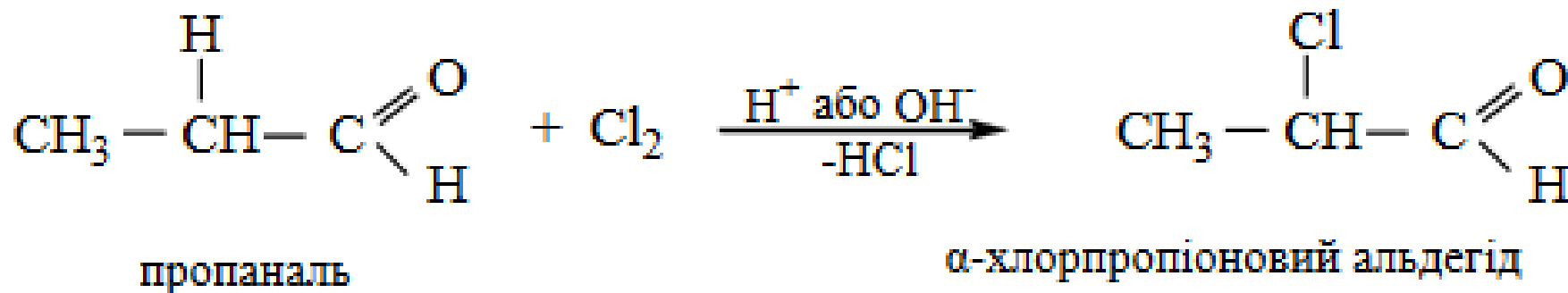
III. Р е а к ц і ї заміщення карбонільного кисню за рахунок розриву подвійного зв'язку

а) реакція з гідроксиламіном з утворенням **оксимів** альдегідів та кетонів



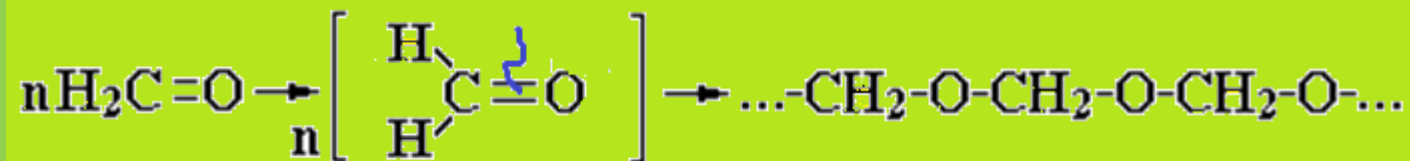
б) реакція з фенілгіdraзином ($\text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_5$) з утворенням **фенілгідразонів** альдегідів і кетонів

Реакції заміщення гідрогену біля α -атома Карбону відносно карбонільної групи (галогенування, нітрозування) є реакціями *електрофільного заміщення (SE)*:

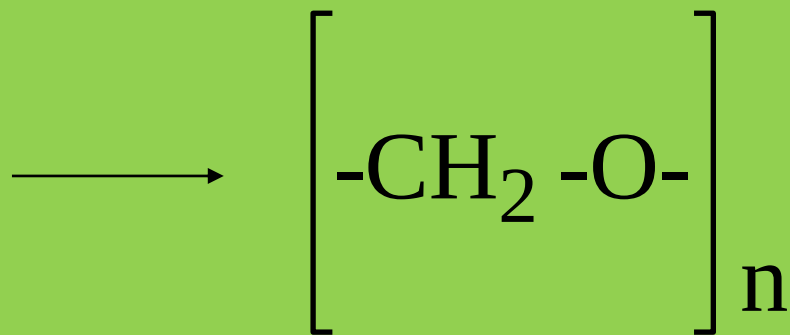


Реакції *електрофільного заміщення* (англ. substitution electrophilic reaction) — реакції заміщення, в яких атаку здійснює електрофіл — частинка, що заряджена додатно або має дефіцит електронів.

IV. Реакції полімеризації

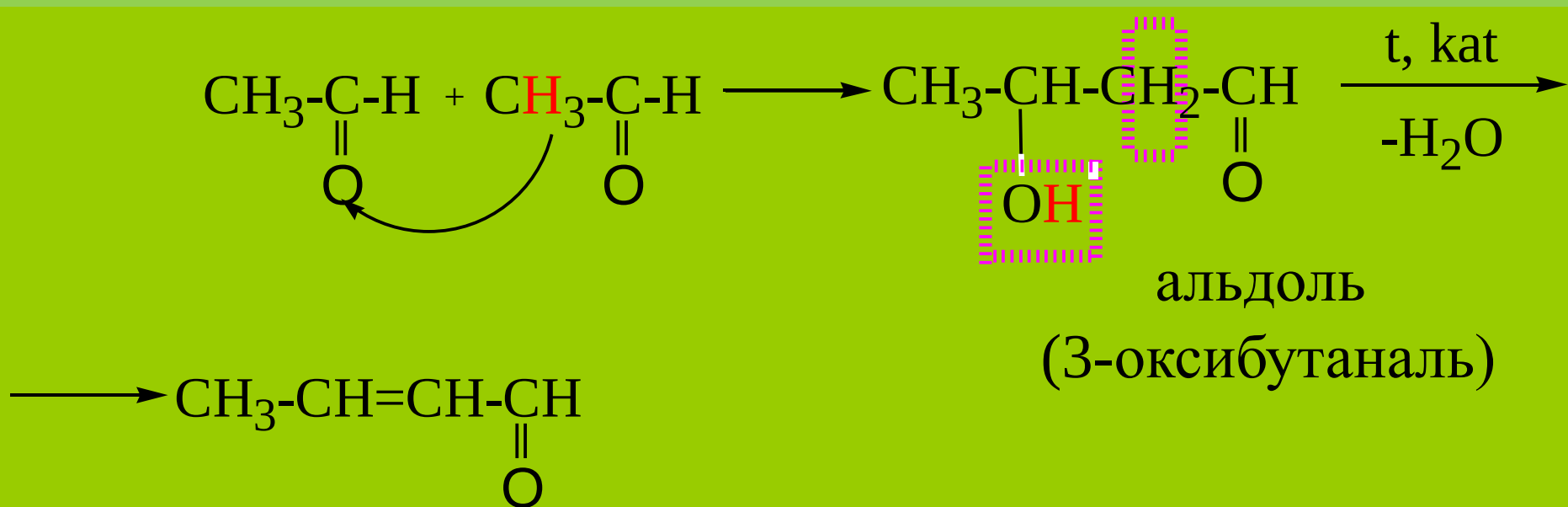


поліформальдегід



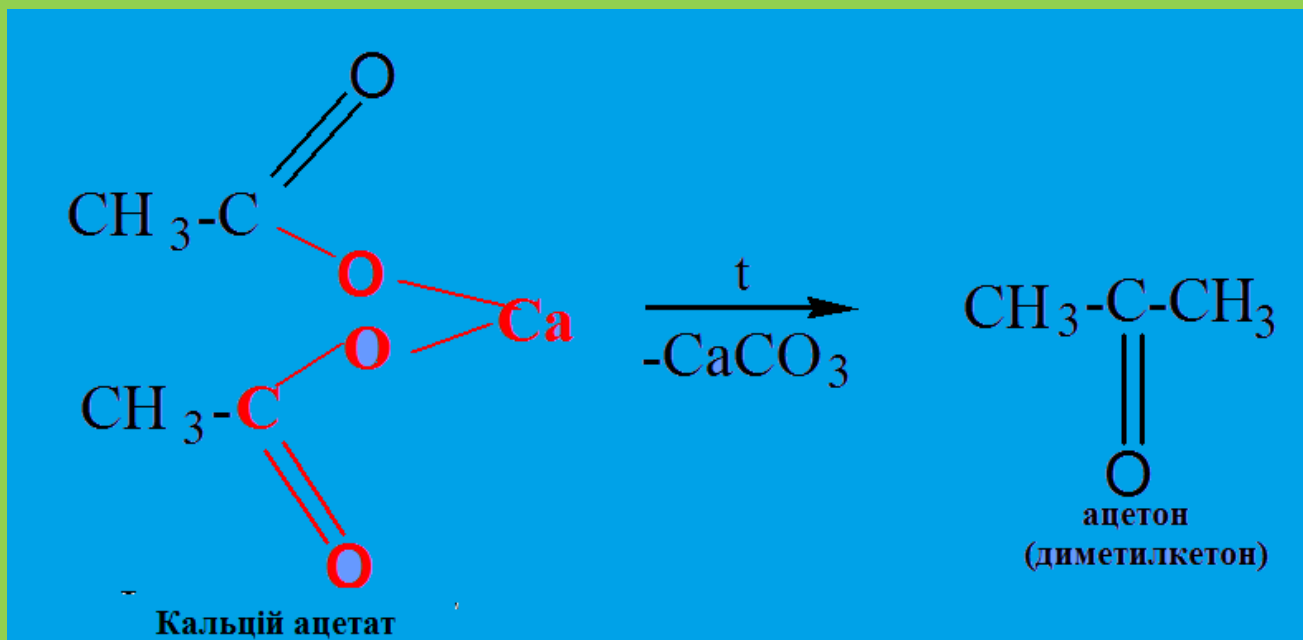
поліформальдегід

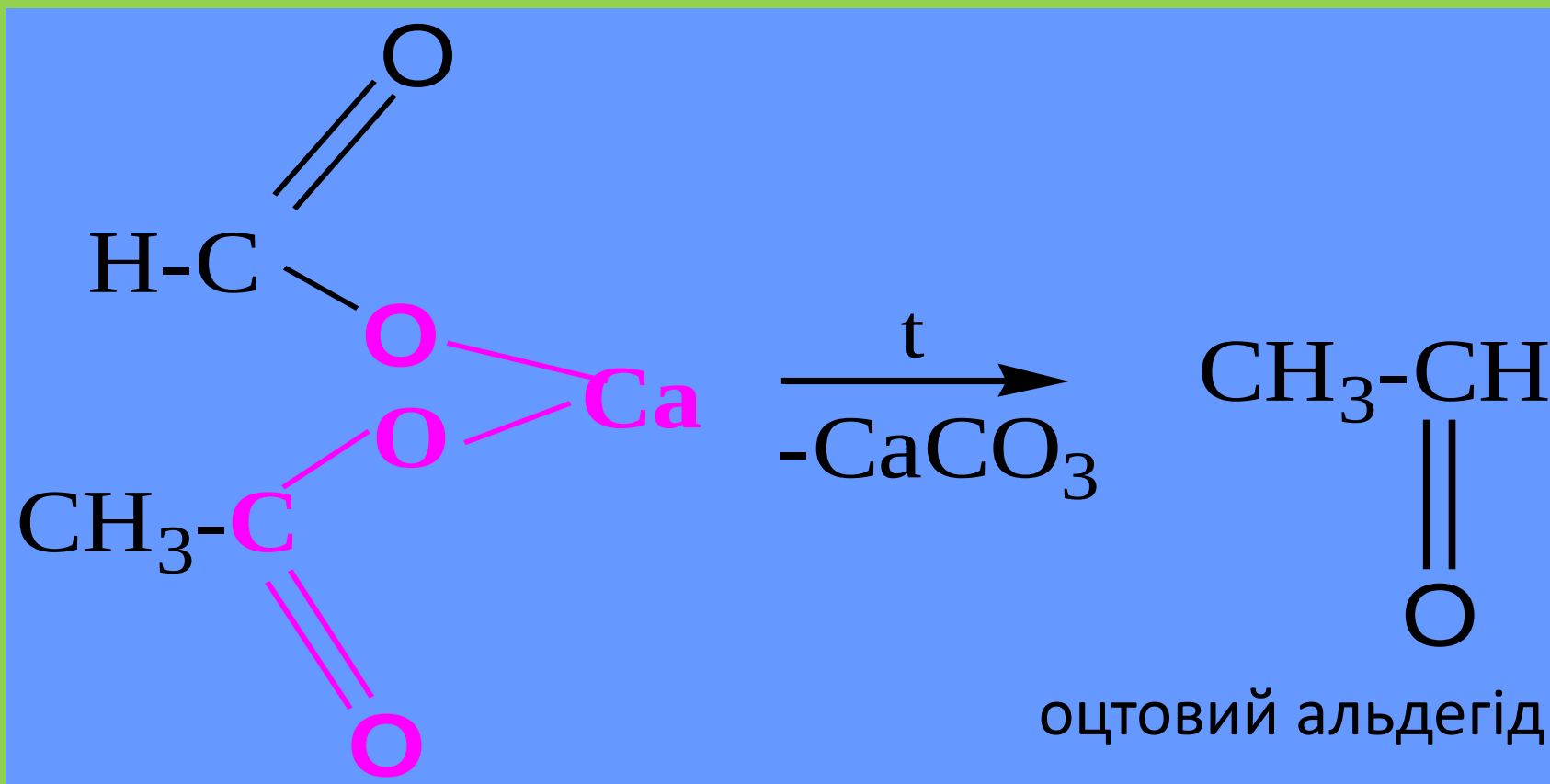
V. Реакція альдольної та кротонової конденсації



ОДЕРЖАННЯ

1. Окисненням первинних спиртів одержують альдегіди, вторинних спиртів – кетони (див. лекцію “Спирти”)
2. Нагріванням солей карбонових кислот



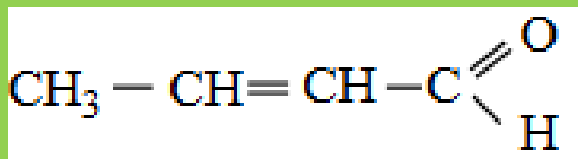


Кальцієва сіль мурашиної та
оцтової кислот

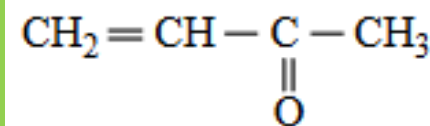
4. З ацетилену та його гомологів за реакцією Кучерова
(див. тему “Алкіни”)

Ненасичені альдегіди й кетони

Ненасиченими альдегідами й кетонами називаються сполуки, що містять поряд з карбонільною групою ненасичені подвійні чи потрійні зв'язки в алкільному радикалі.

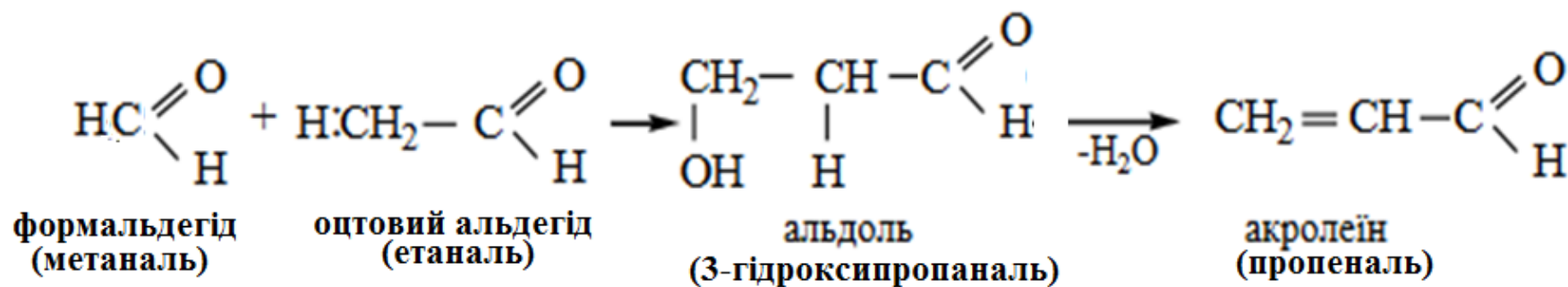


Кротоновий альдегід
(2-бутеналь)



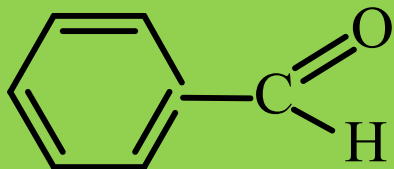
Вінілметилкетон
(3-бутен-2-он)

Ненасичений альдегід **акролеїн** (2-пропеналь), який одержують шляхом альдольно-кротонової взаємодії формальдегіду з оцтовим альдегідом – **альдольна конденсація**

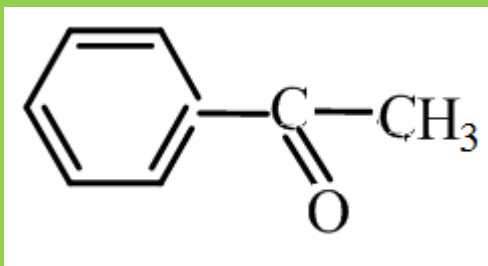


В реакцію альдольної конденсації вступають альдегіди, які містять хоча б один атом Гідрогену при α -атомі Карбону.

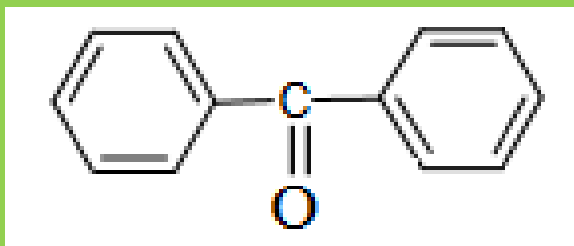
Ароматичні альдегіди і кетони



- Бензальдегід (бензойний альдегід)



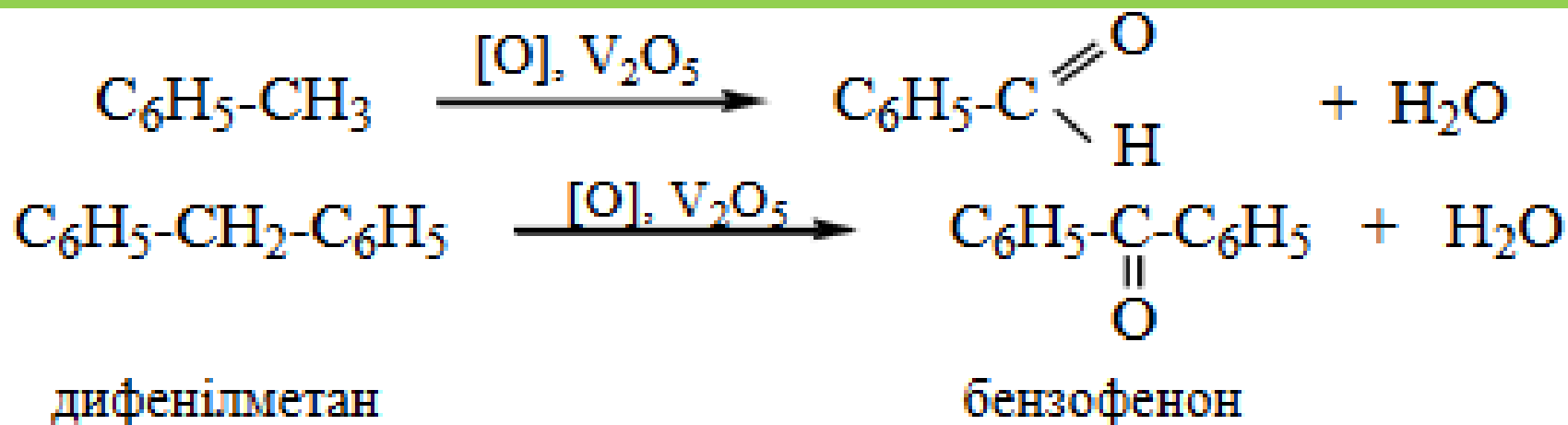
- Ацетофенон (метилфенілкетон)



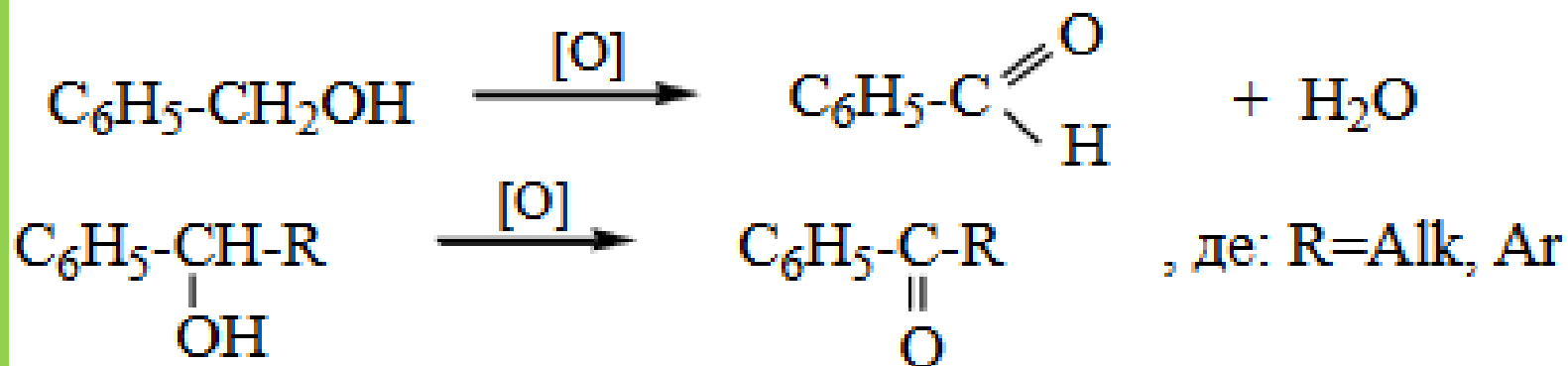
- Дифенілкетон

Методи одержання

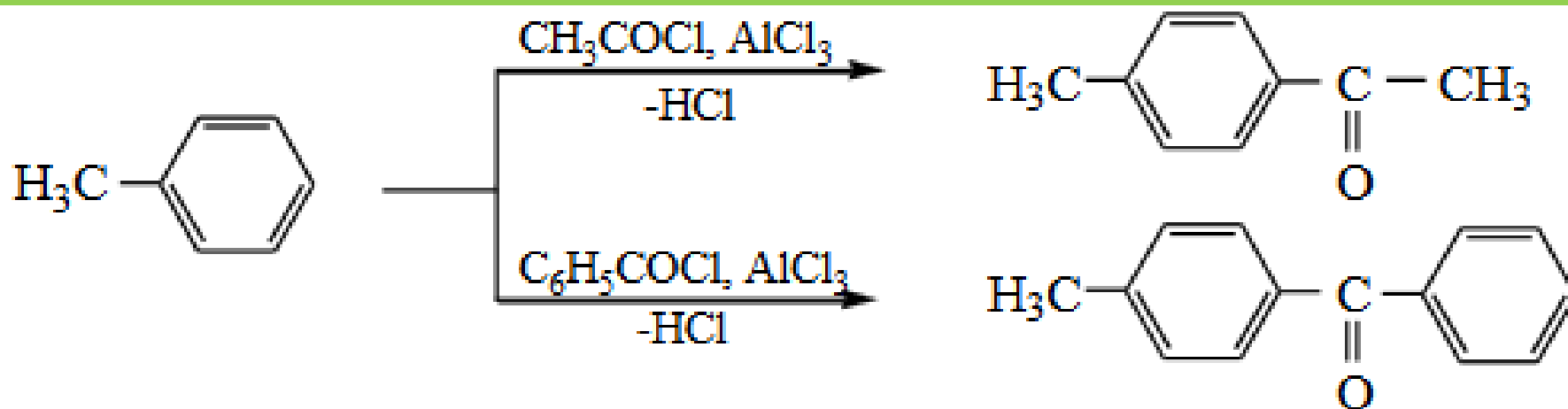
1. Окиснення ароматичних вуглеводнів



2. Окиснення ароматичних спиртів



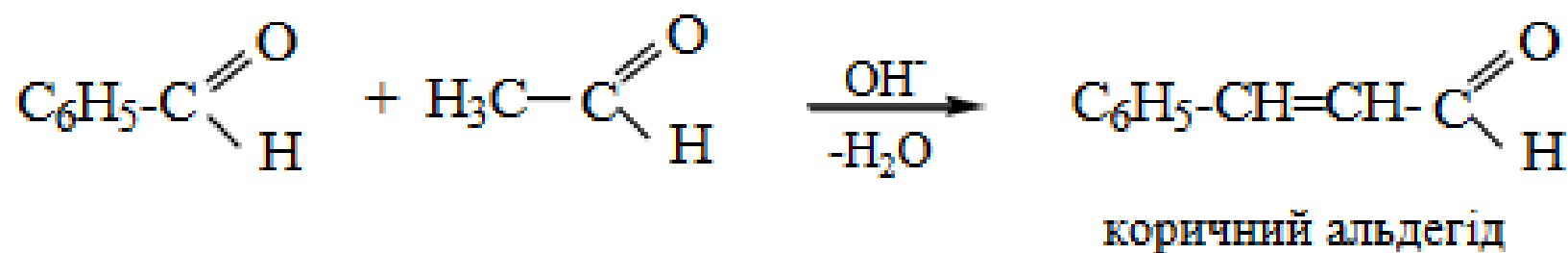
3. Ацилювання за Фріделем–Крафтом



ВЛАСТИВОСТІ

Карбонільні сполуки аренів – безбарвні рідини або кристалічні речовини. За хімічними властивостями схожі до насичених альдегідів і кетонів аліфатичного ряду. Вони легко вступають у реакції приєднання і заміщення (взаємодія з HCN , NaHSO_3 , $\text{NH}_2\text{-NH}_2$, NH_3 , NH_2OH , $\text{NH}_2\text{-NH-C}_6\text{H}_5$,

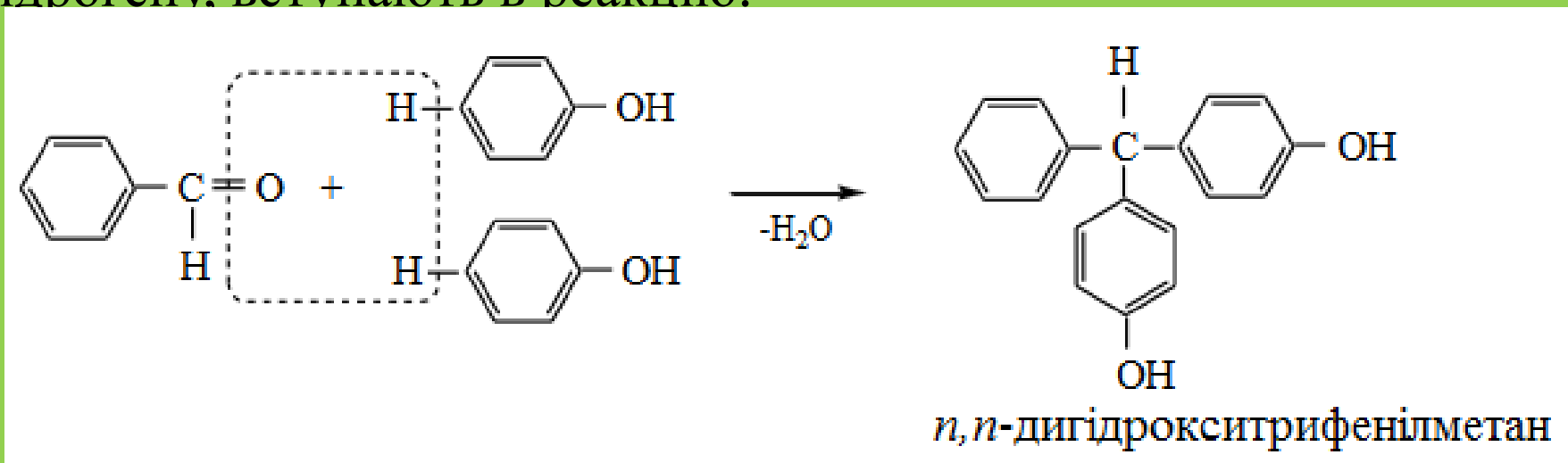
1. **Конденсація Кляйзена:** ароматичні альдегіди і кетони взаємодіють з карбонільними аліфатичними сполуками:



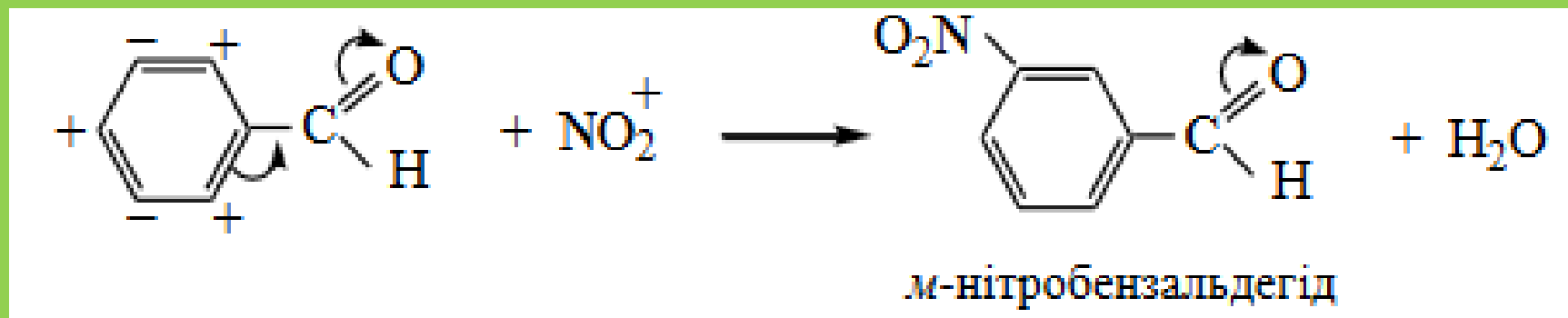
2. **Реакція окиснення.** Аренкарбальдегіди легко окиснюються вже на повітрі. Для аліфатичних альдегідів це не характерно:



3. Взаємодія аренальдегідів з фенолами й ароматичними амінами. Арени, що мають рухливий атом гідрогену, вступають в реакцію:



4. Реакція електрофільного заміщення в бензеновому ядрі.



Шановні студенти!

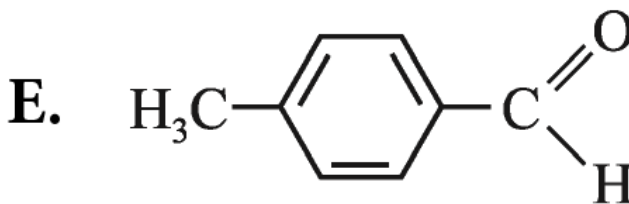
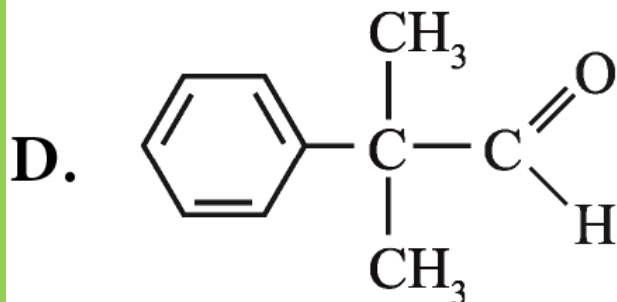
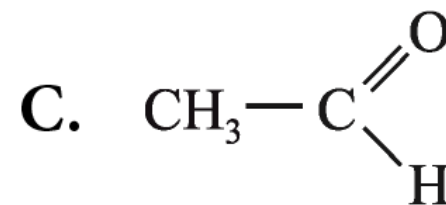
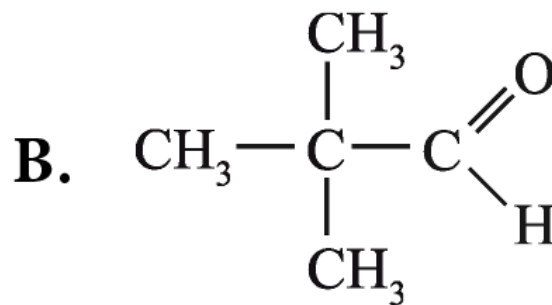
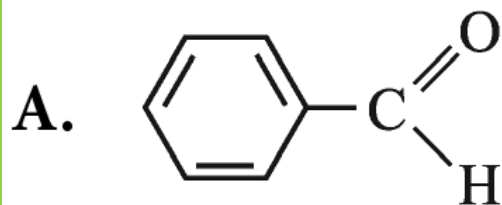
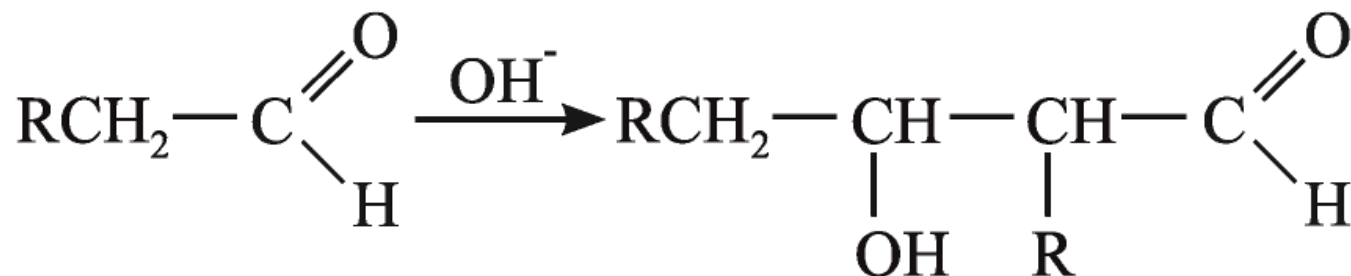
А тепер, після опрацювання теоретичного матеріалу, спробуйте
Дати відповіді на тести (з «Кроку»).

На практичних заняттях обговоримо.

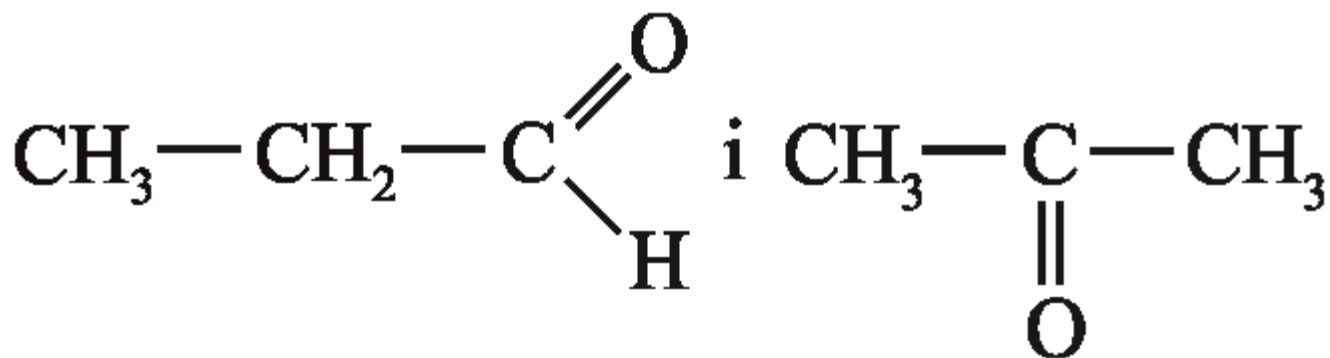
ТЕСТИ

1. Виберіть альдегід, який вступає в реакцію альдольної конденсації:

411.

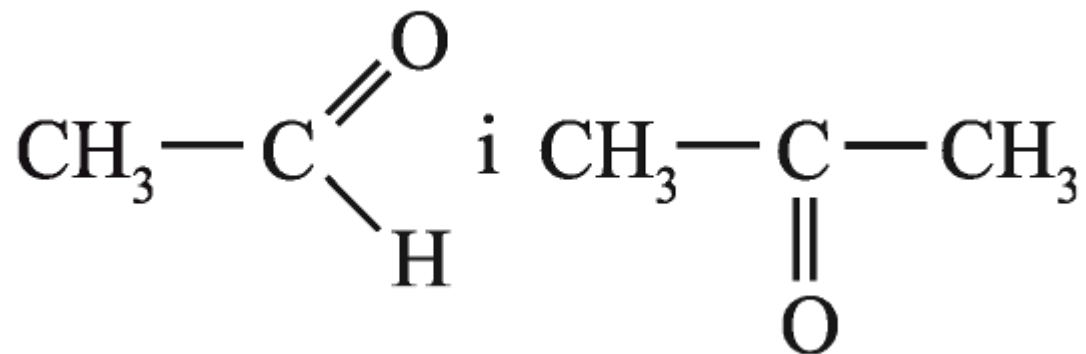


2. Вкажіть реагент, за допомогою якого можна відрізнити пропаналь і пропанон:



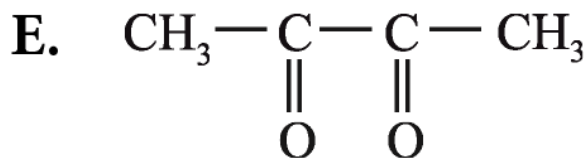
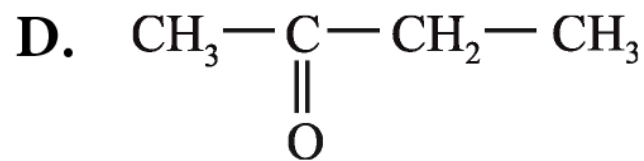
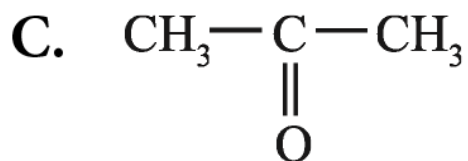
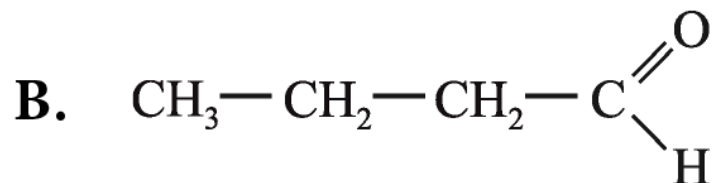
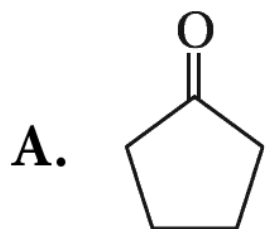
A. CuSO₄; B. Br₂(H₂O) ; C. HBr ; D. Ag(NH₃)₂OH ; E. KOH

3. За допомогою якого реагенту можна відрізнити сполуки::

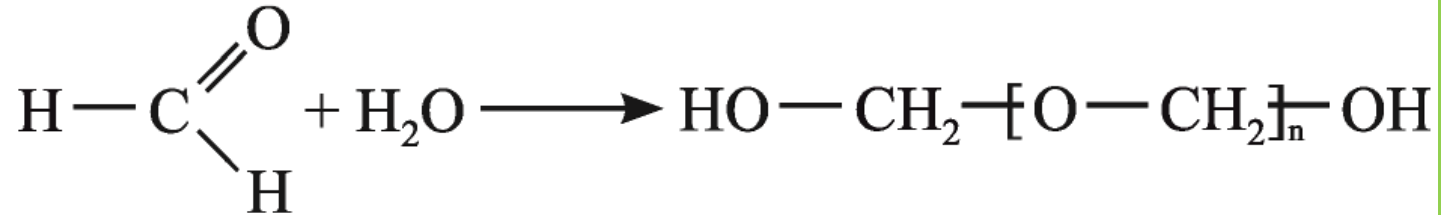


A. NaHSO₃; **B.** р-в Фелінга; **C.** NH₂NHC₆H₅; **D.** HCN; **E.** NH₂OH

4. Яка з наведених сполук при відновленні утворює бутанол-2:



5. При стоянні 40% водного розчину формальдегіду спостерігається утворення параформу:



Ця реакція називається:

А. Реакцією окиснення; **В.** Реакцією полімеризації;
С. Реакцією конденсації; **Д.** Реакцією розкладу; **Е.** Реакцією гідролізу