

# Лекція 1

## Алкани. Циклоалкани

# Алкани

**Алкани** (насичені вуглеводні) – це вуглеводні з відкритим ланцюгом, де між атомами Карбону наявні лише  $\sigma$ -зв'язки.

Загальна формула  $C_n H_{2n+2}$ ,

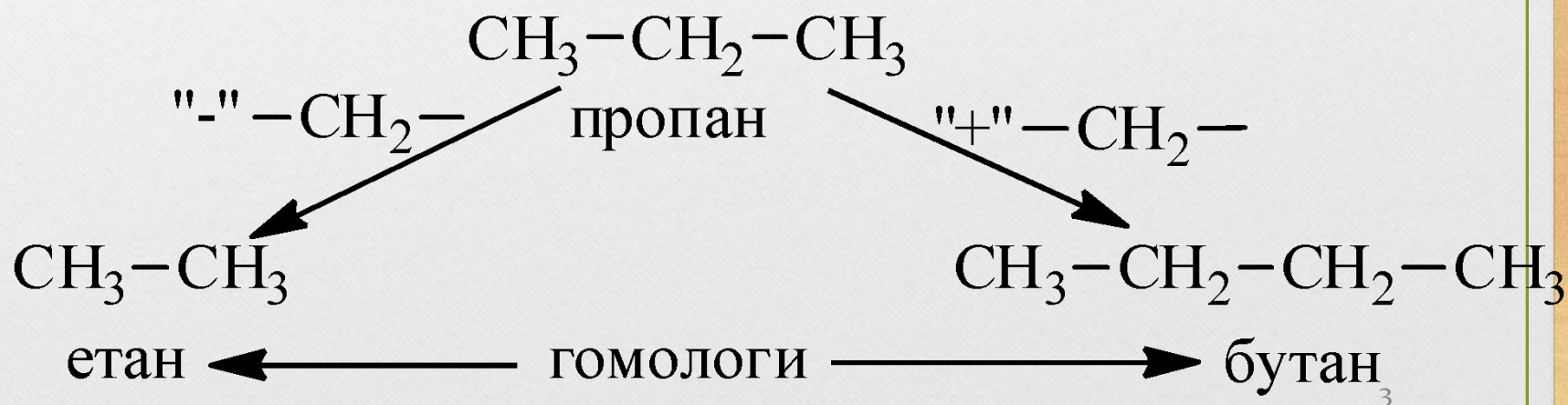
де  $n$  – число атомів Карбону.



# Гомологічний ряд алканів

Гомологічний ряд – ряд сполук, представники якого мають близькі хімічні властивості, характеризуються закономірною зміною фізичних властивостей, мають однотипну структуру і відрізняються на одну або декілька  $-\text{CH}_2-$  груп.

Група  $-\text{CH}_2-$  – гомологічна різниця.



# Номенклатура алканів

IUPAC – міжнародна (систематична) номенклатура.

За номенклатурою IUPAC назви всіх алканів мають суфікс –ан.

Перші чотири гомологи алканів нормальної будови мають традиційні назви:

|                           |                                                      |        |
|---------------------------|------------------------------------------------------|--------|
| $\text{CH}_4$             | $\text{CH}_4$                                        | метан  |
| $\text{C}_2\text{H}_6$    | $\text{CH}_3\text{--CH}_3$                           | етан   |
| $\text{C}_3\text{H}_8$    | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$              | пропан |
| $\text{C}_4\text{H}_{10}$ | $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_2\text{--CH}_3$ | бутан  |



Наступні члени гомологічного ряду алканів мають в основі латинський або грецький числівник, що відповідає числу атомів Карбону в ланцюзі:

|                |                      |         |
|----------------|----------------------|---------|
| $C_5H_{12}$    | $CH_3-(CH_2)_3-CH_3$ | пентан  |
| $C_6H_{14}$    | $CH_3-(CH_2)_4-CH_3$ | гексан  |
| $C_7H_{16}$    | $CH_3-(CH_2)_5-CH_3$ | гептан  |
| $C_8H_{18}$    | $CH_3-(CH_2)_6-CH_3$ | октан   |
| $C_9H_{20}$    | $CH_3-(CH_2)_7-CH_3$ | нонан   |
| $C_{10}H_{22}$ | $CH_3-(CH_2)_8-CH_3$ | декан   |
| $C_{11}H_{24}$ | $CH_3-(CH_2)_9-CH_3$ | ундекан |

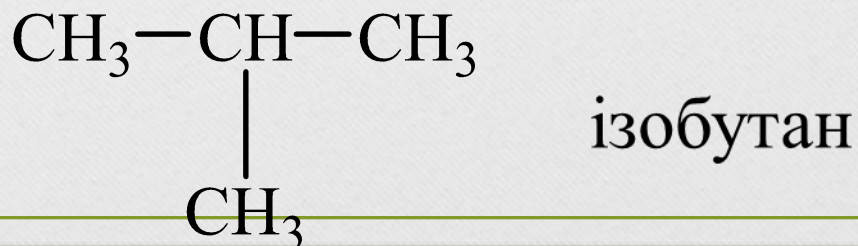
Якщо треба підкреслити нормальну (нерозгалужену) будову ланцюга, перед назвою додають позначення **н-**:



**Вуглеводневі залишки, або алкільні групи,** назви яких утворюють шляхом заміни у назві алкану суфікса **-ан** на суфікс **-ил (-іл)**:

|                                                                                            |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| $\text{CH}_3-$                                                                             | метил  |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-, (\text{C}_2\text{H}_5-)$                                        | етил   |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-, (\text{C}_3\text{H}_7-)$                            | пропіл |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-, (\text{C}_4\text{H}_9-)$                | бутил  |
| $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-, (\text{C}_5\text{H}_{11}-)$ | пентил |

Назви деяких найпростіших алканів розгалуженої будови мають префікс **ізо-**, що додається до назви відповідного алкану нормальної будови:





# Алгоритм побудови назви алканів розгалуженої будови:

- Вибір головного карбонового ланцюга;
- Нумерація атомів Карбону в головному ланцюзі;
- Визначення бічних відгалужень та їх локантів (тобто номерів атомів Карбону, від яких починаються відгалуження).

# Правила вибору головного ланцюга та його нумерація:

- Головний ланцюг повинен містити найбільшу кількість атомів Карбону серед усіх можливих у даній структурі;
- Головний ланцюг повинен мати якнайбільше найпростіших відгалужень;
- Нумерацію головного ланцюга визначають у такій послідовності: замісники мають отримати найменші локанти (цифри); порядок нумерації визначається алфавітним порядком замісників.



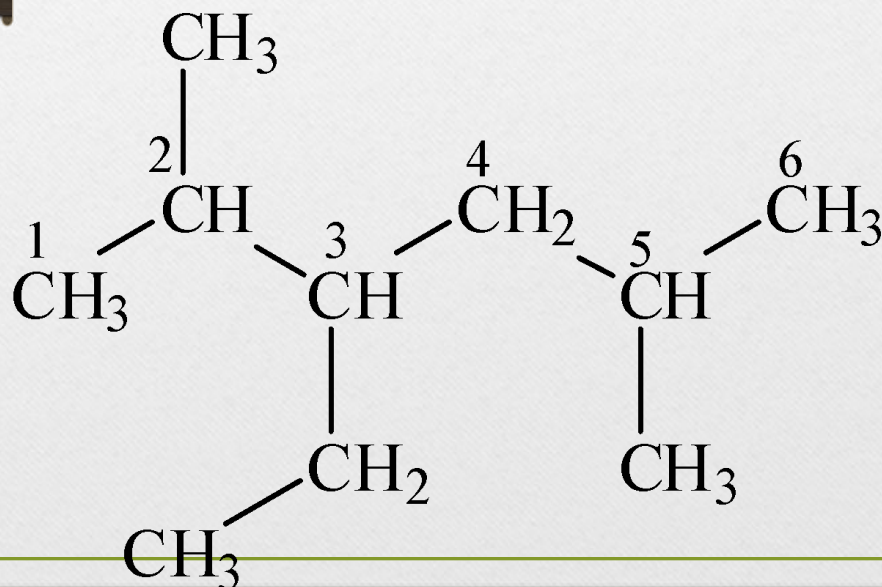
# Правила побудови назви розгалуженого алкану:

- Головний ланцюг дістає назву нормального алкану з тим самим числом атомів Карбону;
- Бічні відгалуження перелічуються перед назвою головного ланцюга в алфавітному порядку з відповідними локантами і, якщо треба, множними (ди-, три-, тетра-, тощо) префіксами.

При визначенні алфавітного порядку позначень бічних відгалужень множинні префікси не враховуються (тобто, диметил, триметил тощо розглядаються як такі, що починаються з літери м);

Локанти розділяються між собою комами, а від словесних частин назви відокремлюються дефісом.

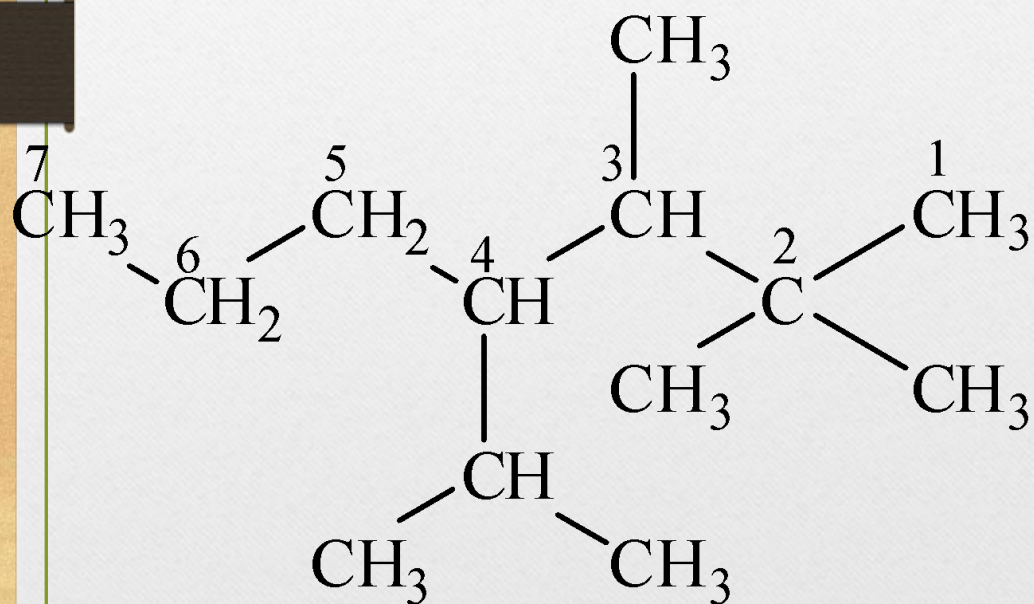
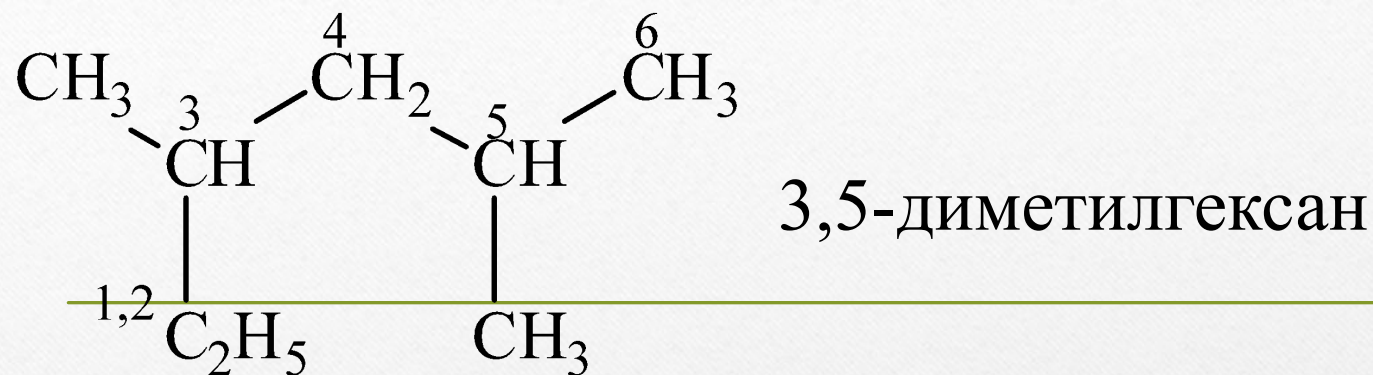
Наприклад:



3-етил-2,5-диметилгексан



Наприклад:

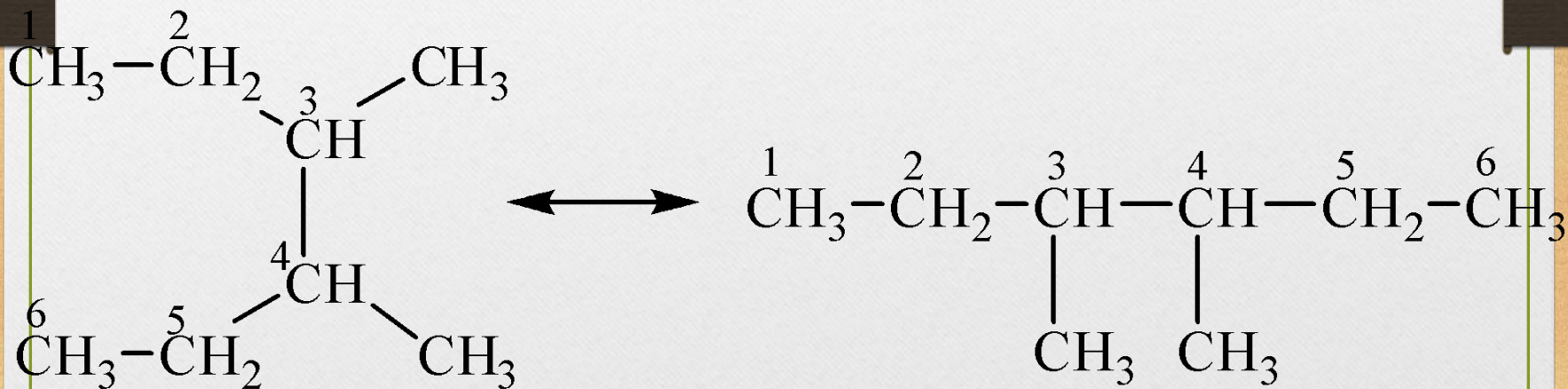


4-ізопропіл-2,2,3-триметилгептан

**Запам'ятайте!!!** Вибір головного карбонового ланцюга **не залежить** від способу зображення формули. Важливо навчитися зіставляти між собою структури і бачити серед них принципово різні і тотожні, хоча й по-різному записані формули речовин.

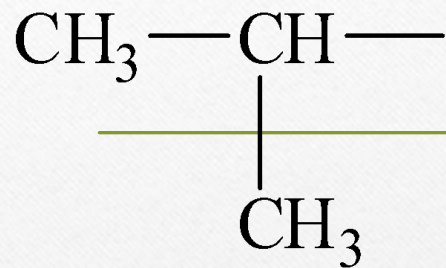
Наприклад:

Тотожні структури 3,4-диметилгексану.

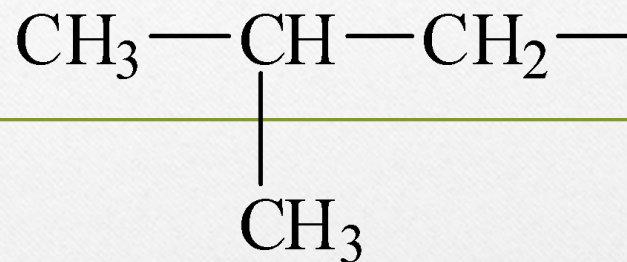




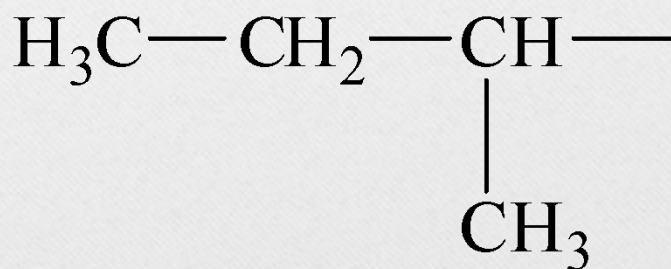
Для декількох розгалужених вуглеводневих залишків зберігаються такі назви:



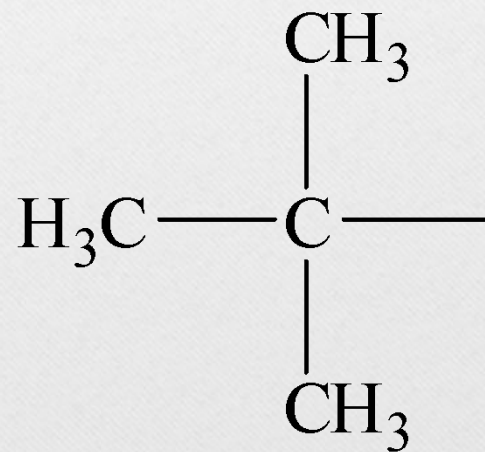
ізопропіл



ізобутил



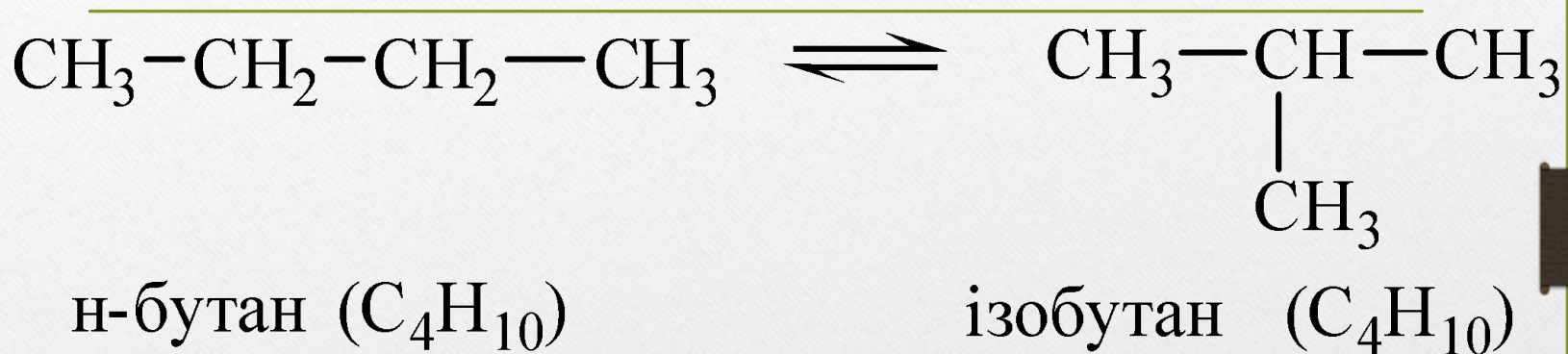
вторбутил



третбутил

# Ізомерія алканів

Для алканів характерна **структурна** ізомерія, пов'язана з розгалуженням їх карбонового ланцюга.

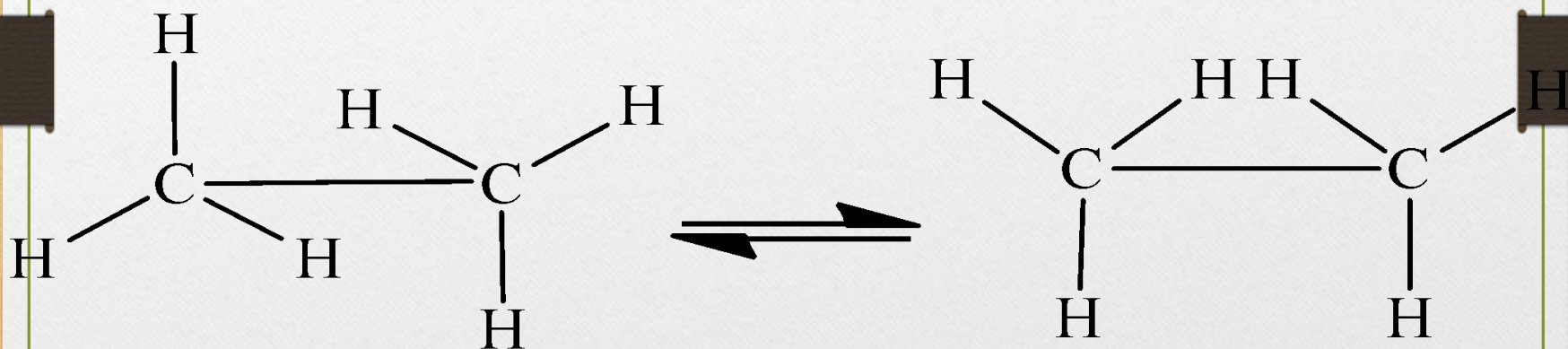


**Ізомерами** називаються сполуки, які мають однакову молекулярну формулу, але відрізняються порядком зв'язків між атомами або розміщенням атомів у просторі.



# Ізомерія алканів

Ізомери, що відрізняються розміщенням атомів у просторі називаються **стереоізомерами**.

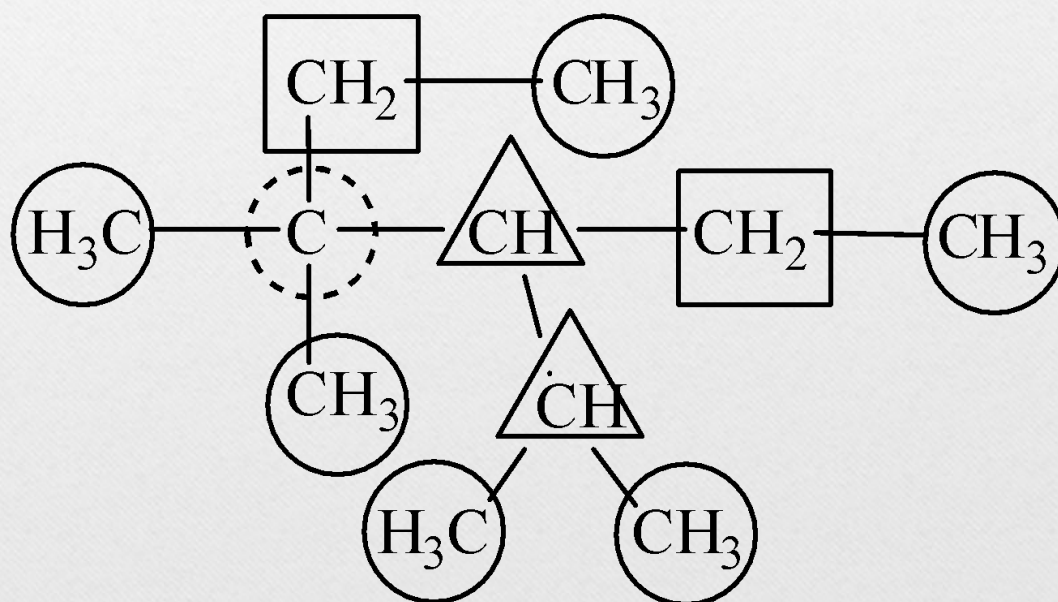


поворотні ізомери етану

# Первинні, вторинні, третинні і четвертинні атоми Карбону

Первинний C – O      Третинний C – Δ

Вторинний C – □      Четвертинний C – .

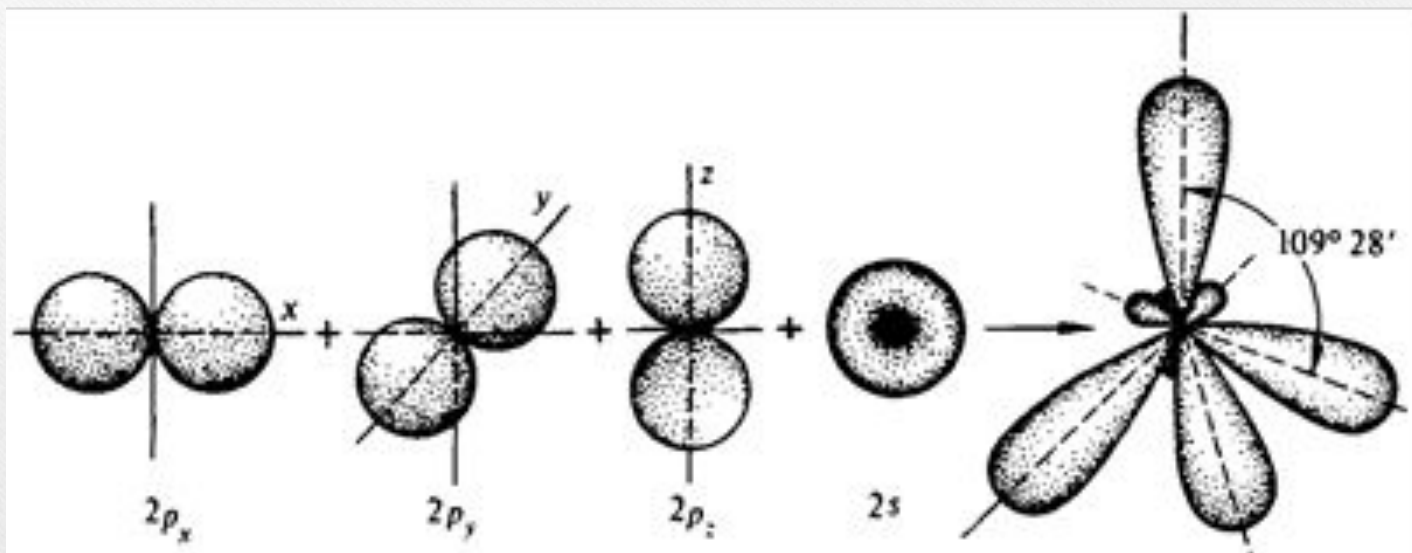
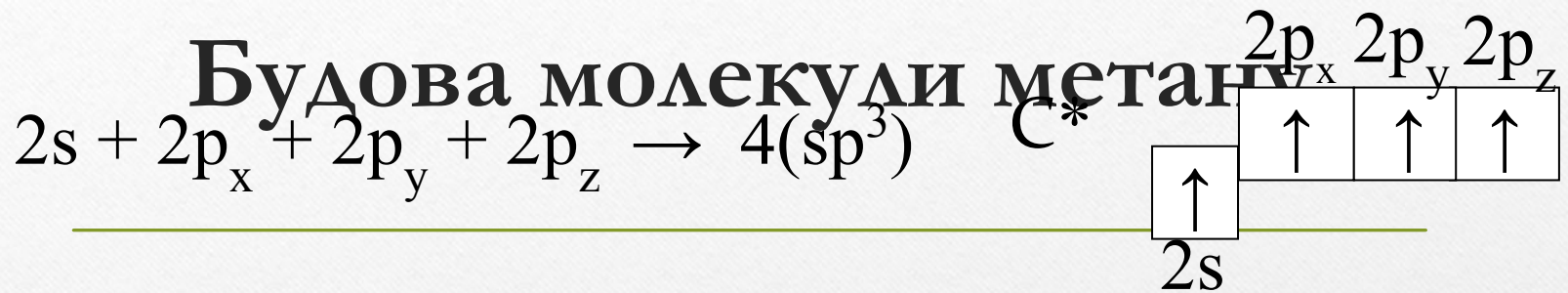


3 - ізопропіл - 4,4 - диметилгексан



У молекулах алканів усі атоми зв'язані **Будова молекули метану**  $\sigma$ -зв'язками, в утворенні яких беруть участь гібридизовані  $sp^3$ -орбіталі.

$sp^3$ -гібридизацію називають також тетраедричною гібридизацією, або першим валентним станом атома Карбону.



Орбітальна діаграма молекули метану



# Знаходження алканів в природі

---

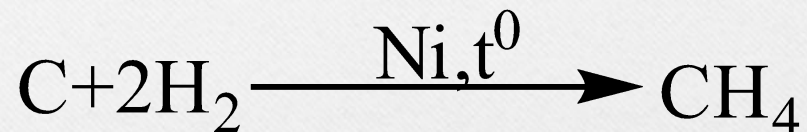
Природними джерелами алканів є:

- нафта;
- природний газ;
- кам'яне вугілля (до 95%);
- озокерит (гірський віск);
- сланці;
- торф.

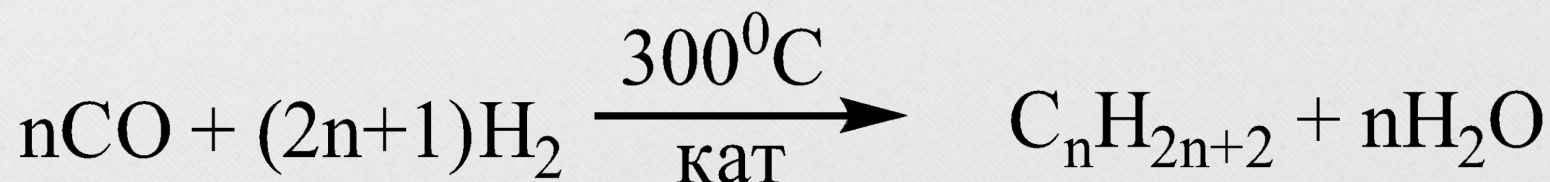
# Синтез алканів

---

## 1 Гідрогенізація вугілля



## 2 Каталітичне гідрування CO (синтез Фішера – Тропша)





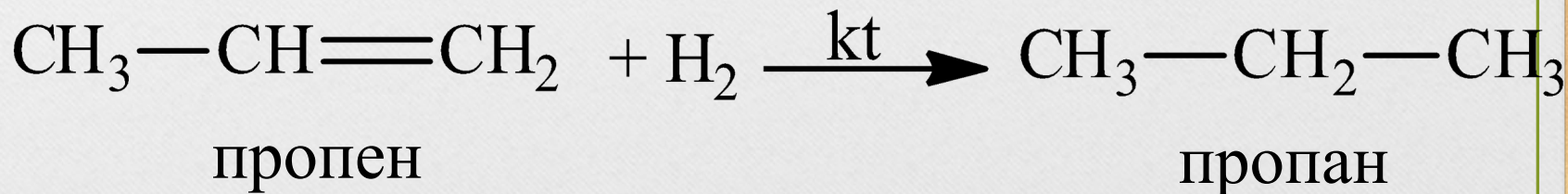
# Способи одержання алканів

## Лабораторні методи:

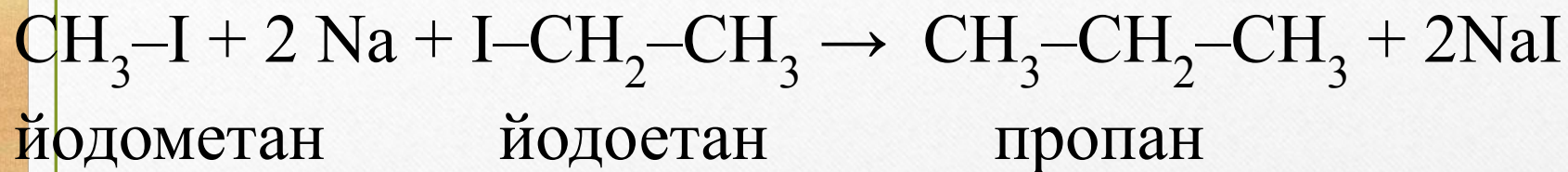
### 1 Взаємодія алюміній карбїду з водою:



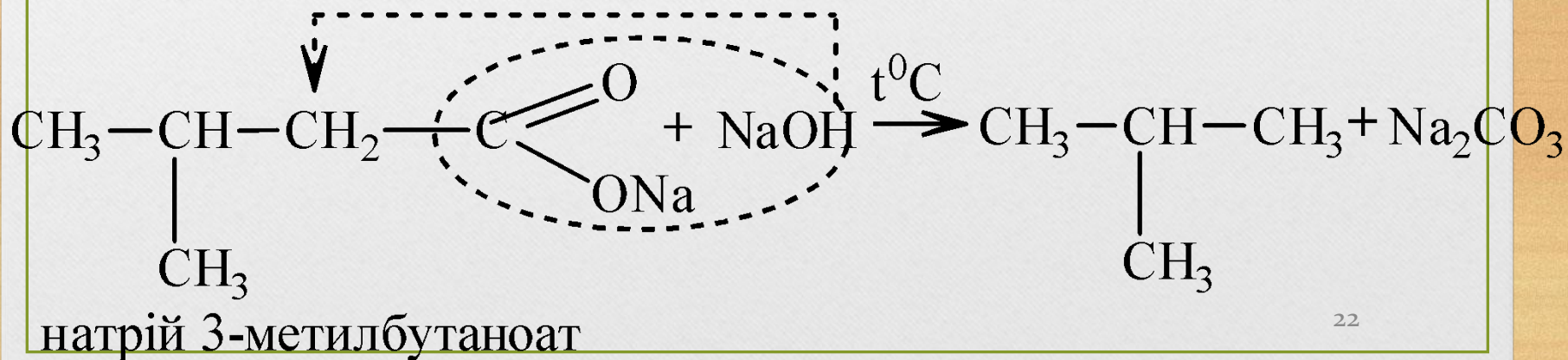
### 2 Гїдрування алкенів в присутності каталїзаторів Pt, Pd, Ni:



**3 Реакція Вюрца** – взаємодія металічного натрію з галогеналканами, наприклад:



**4 Синтез Дюма** – сплавлення солей карбонових кислот з лугами при 250-300<sup>0</sup>С з утворенням алканів:





# Хімічні властивості алканів

Запам'ятайте! Важливо вивчити реакції приєднання.

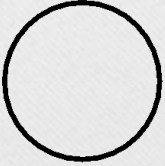
---

Для алканів характерні реакції:

- *заміщення або S-реакції*
- *відщеплення (елімінування) або E-реакції*
- *розкладу*
- *окиснення*
- *ізомеризації*

В реакціях заміщення найлегше заміщується атом Гідрогену біля *третинного* атома Карбону, далі біля *вторинного*, потім – *первинного*.

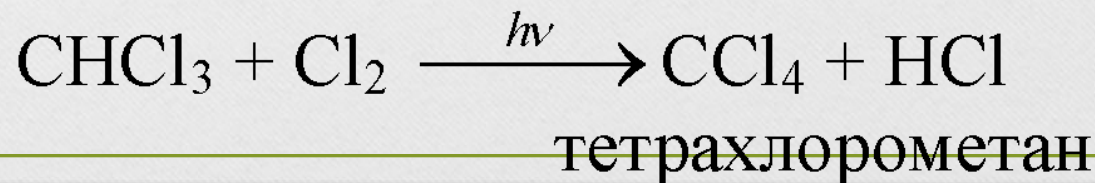
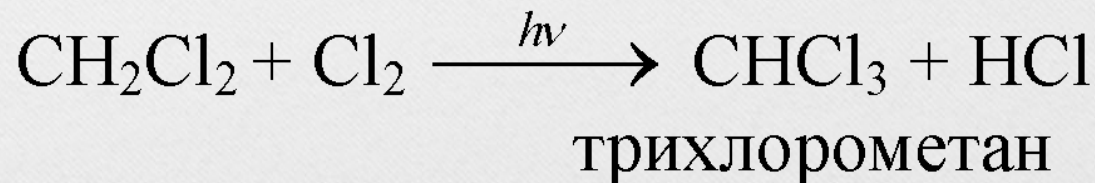
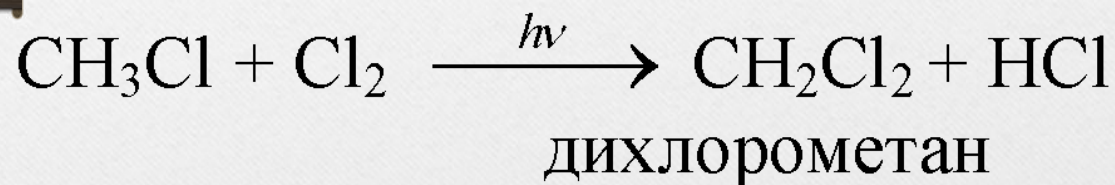
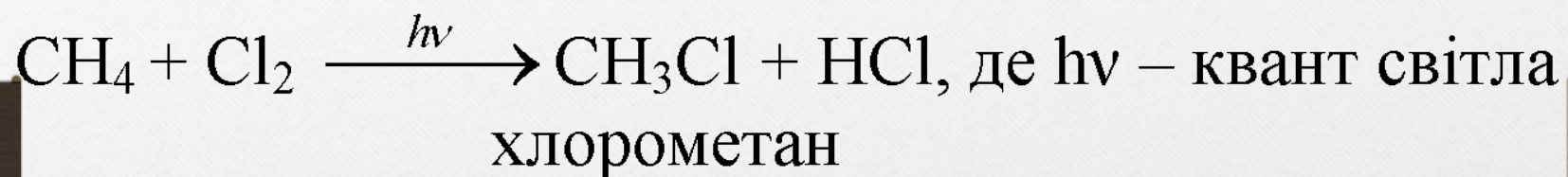
Е – енергія розриву зв'язку C–H

|                                                                                     |               | Е, кДж/моль |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
|    | C- $\zeta$ -H | 370         |
|   | C- $\zeta$ -H | 390         |
|  | C- $\zeta$ -H | 420         |

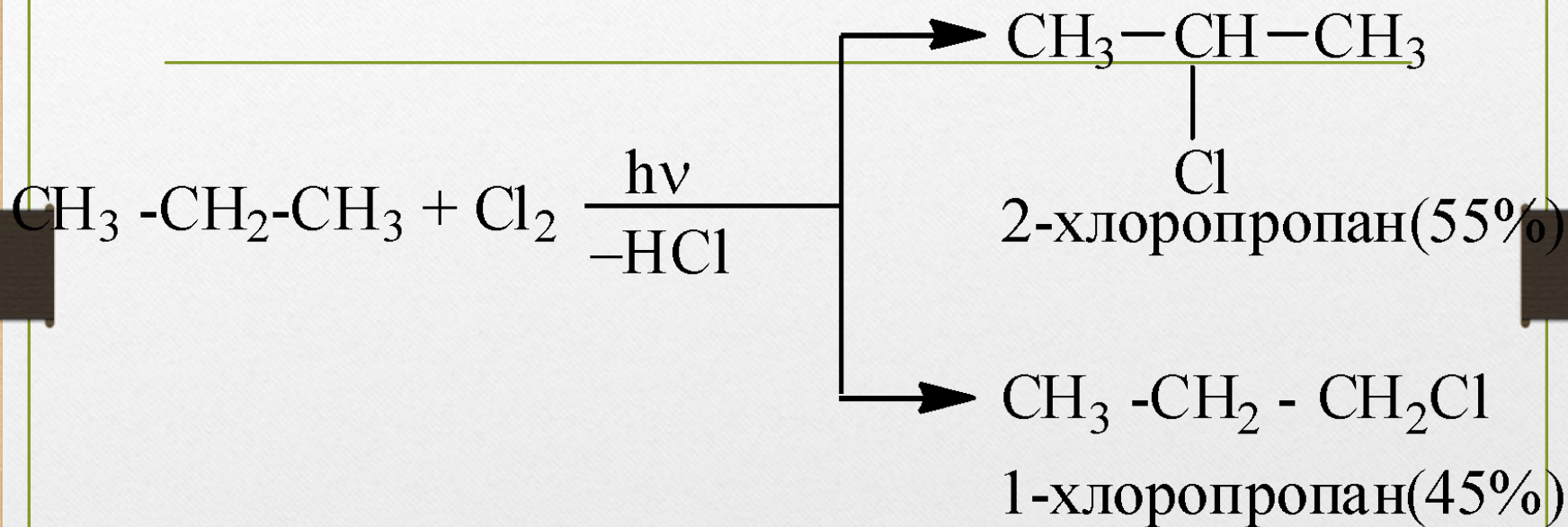


# Реакції заміщення з розривом С – Н – зв'язку

**1 Галогенування** – заміщення атома Гідрогену на атом Галогену (F, Cl, Br):

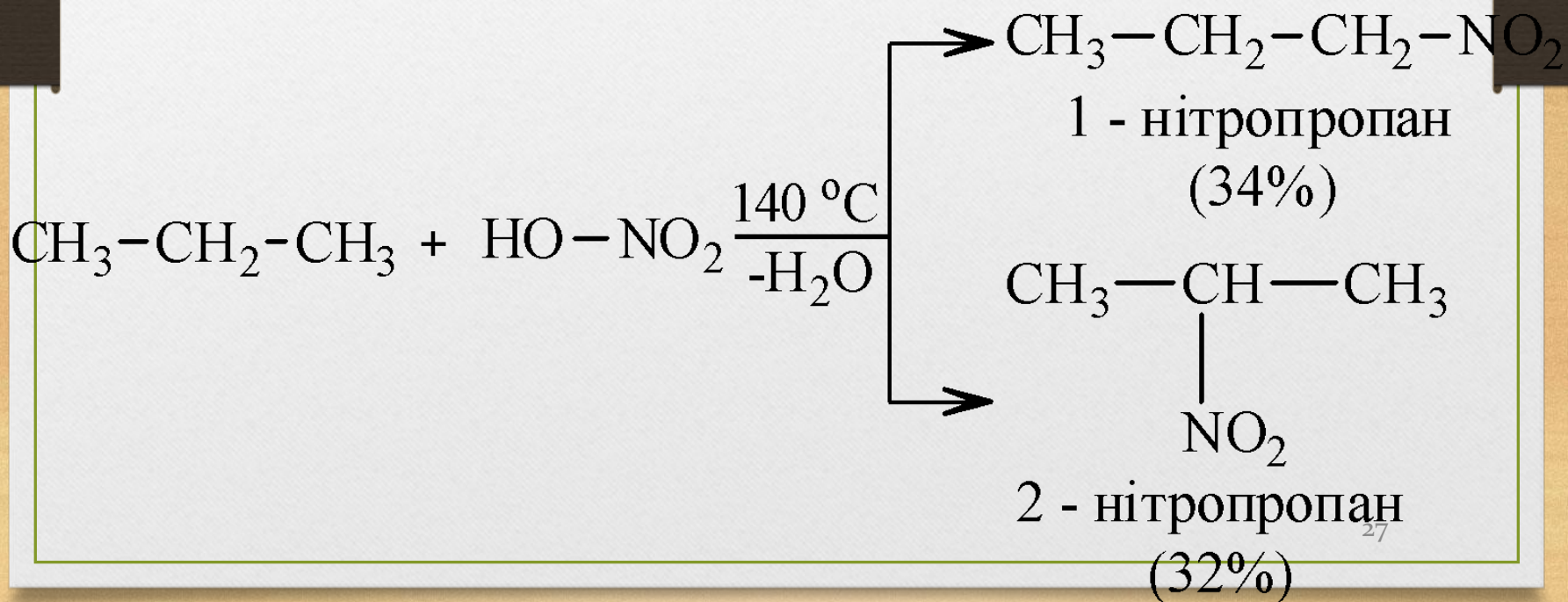
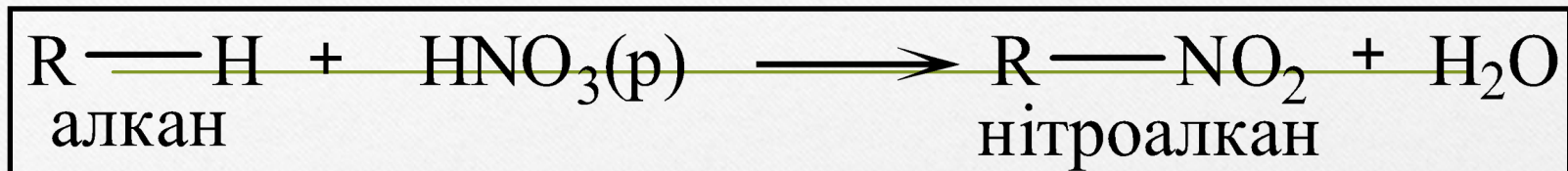


# 1 Галогенування гомологів метану:

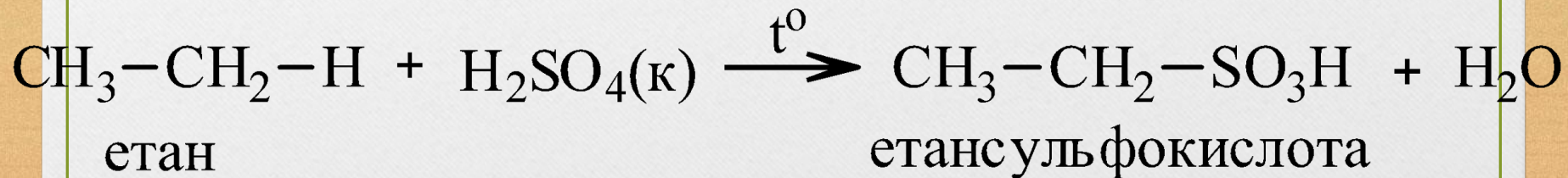
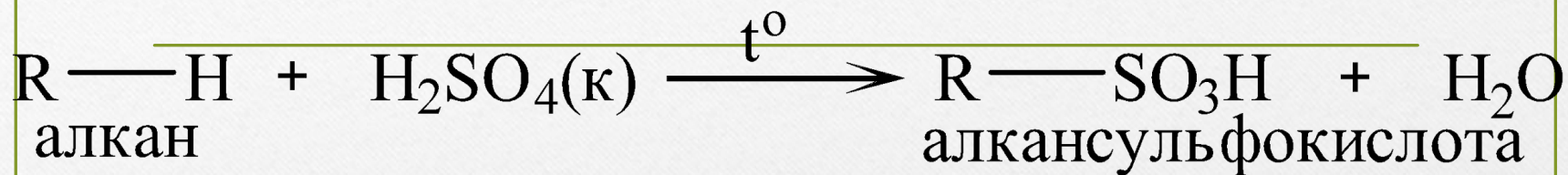




**2 Нітрування алканів** (реакція Коновалова) – реакція введення нітрогрупи –  $\text{NO}_2$  до складу сполуки.

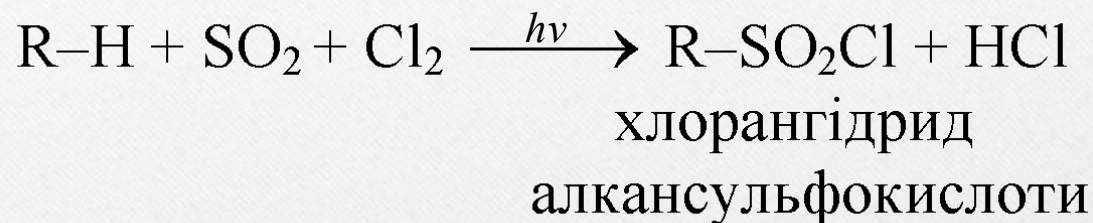


### 3 Сульфування – взаємодія алканів з концентрованою сульфатною кислотою ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

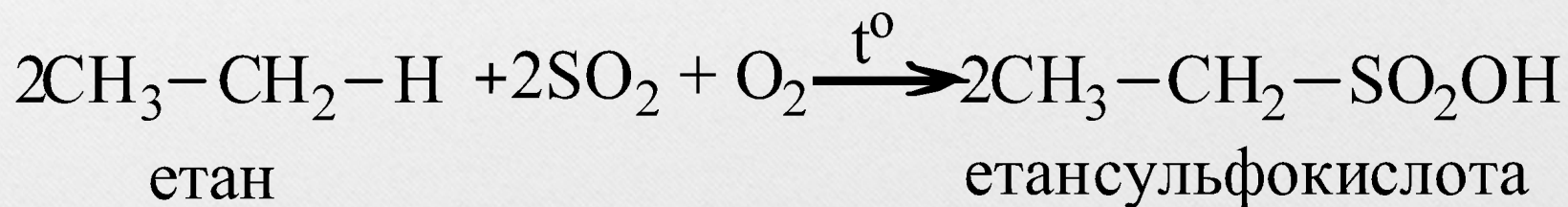
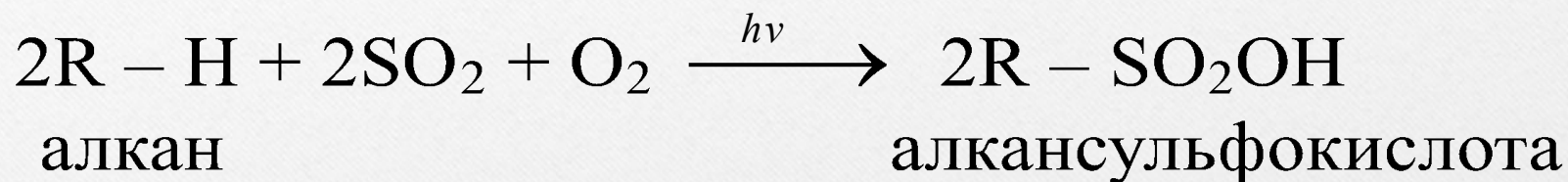




#### 4 Сульфохлорування – взаємодія алканів з сумішшю хлору і сульфур (IV) оксиду



**5 Сульфоокиснення** – реакція одержання алкансульфокислот дією  $\text{SO}_2$  в присутності  $\text{O}_2$  при УФ – опроміненні



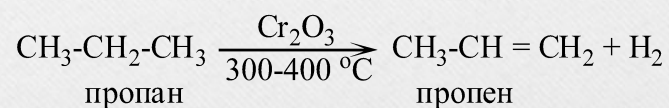


# Е-реакції

## Каталітична дегідрогенізація алканів

---

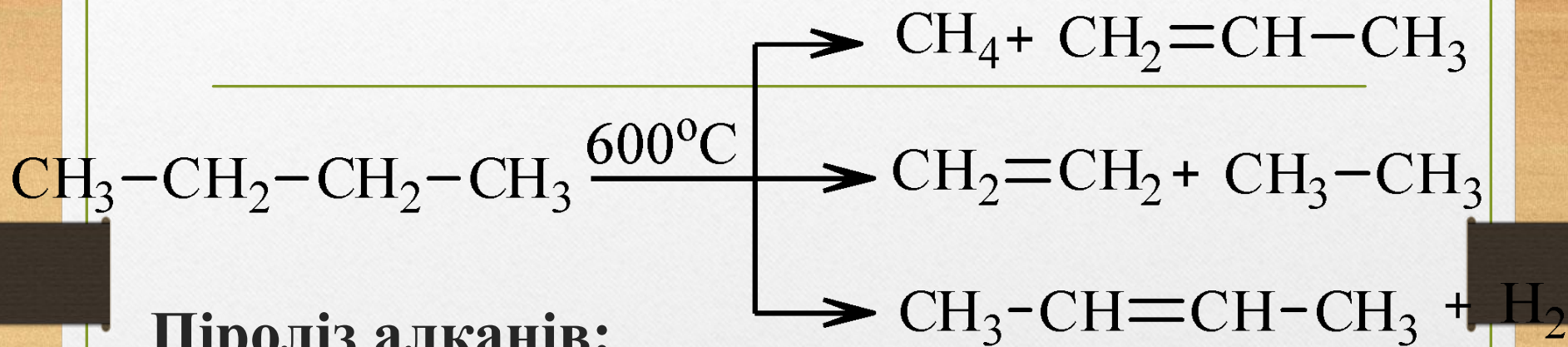
(відщеплення  $\text{H}_2$ )



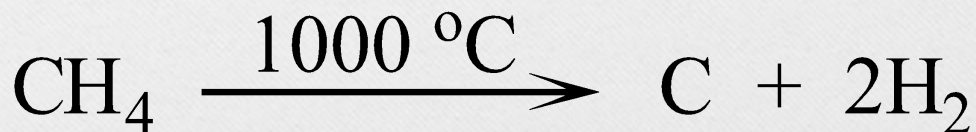
# Реакції з розривом

## С – С – зв'язків

Крекінг алканів:

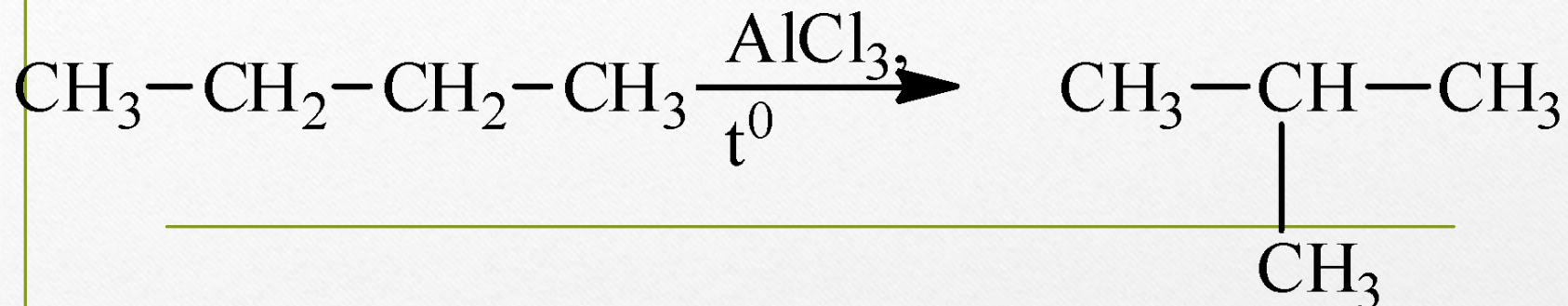


Піроліз алканів:





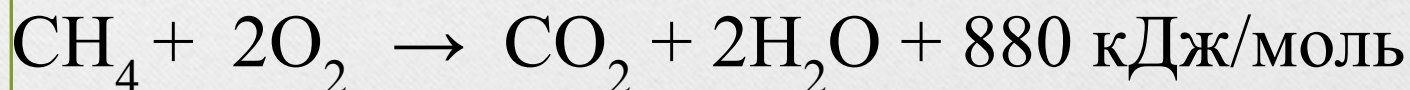
## Реакції ізомеризації



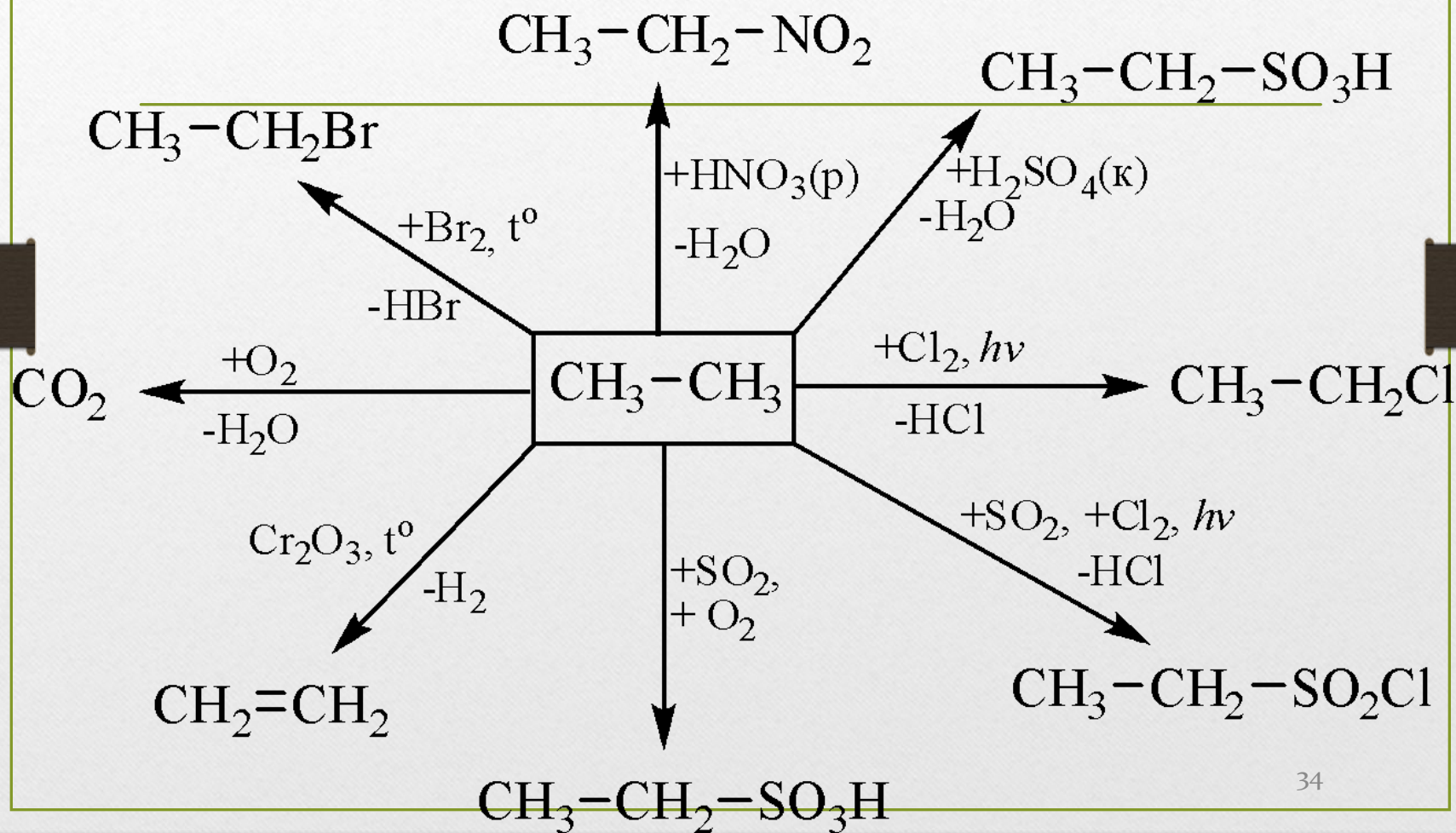
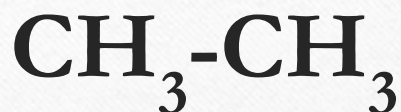
## Реакції окиснення

ізобутан (2-метилпропан)

повне окиснення (горіння):



# Застосування алканів на прикладі





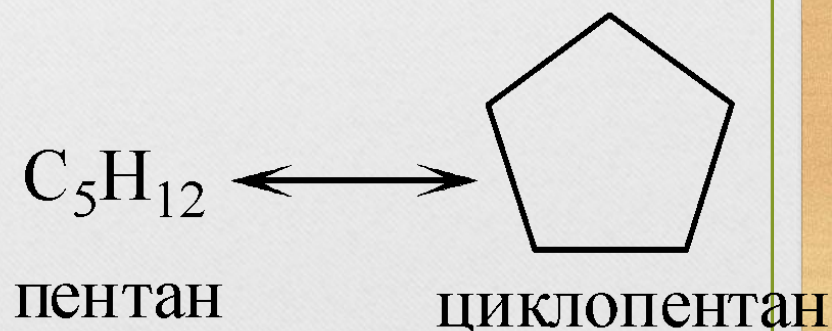
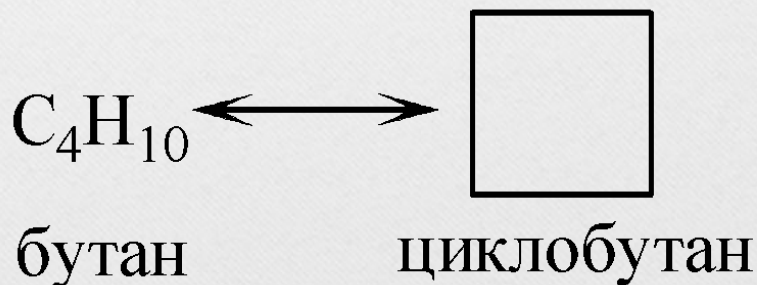
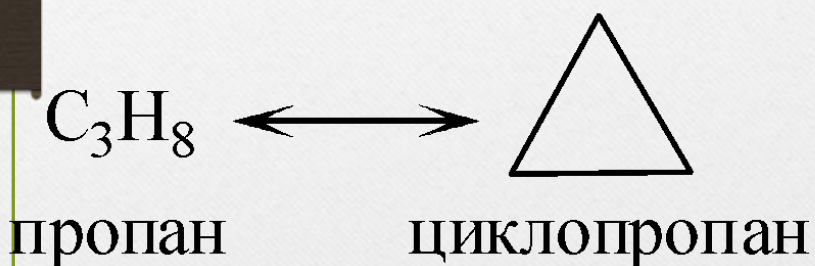
# Циклоалкани

**Циклоалканами** називаються насичені органічні сполуки, в молекулах яких атоми Карбону замкнені в цикл. Загальна формула  $C_n H_{2n}$

де **n** – число атомів Карбону.

# Номенклатура

За номенклатурою ІУПАСЛ назви циклоалканів утворюють від назв відповідних алканів з додаванням префікса цикло-, наприклад:

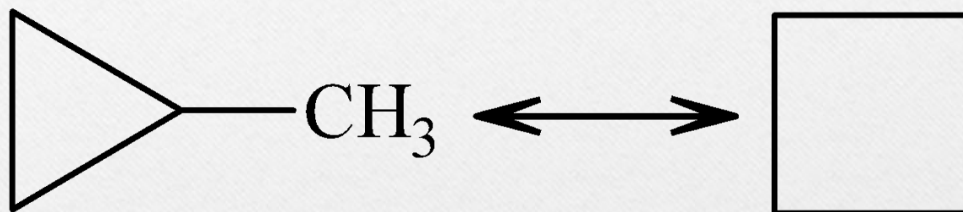




# Ізомерія циклоалканів

Для циклоалканів характерні наступні види ізомерії:

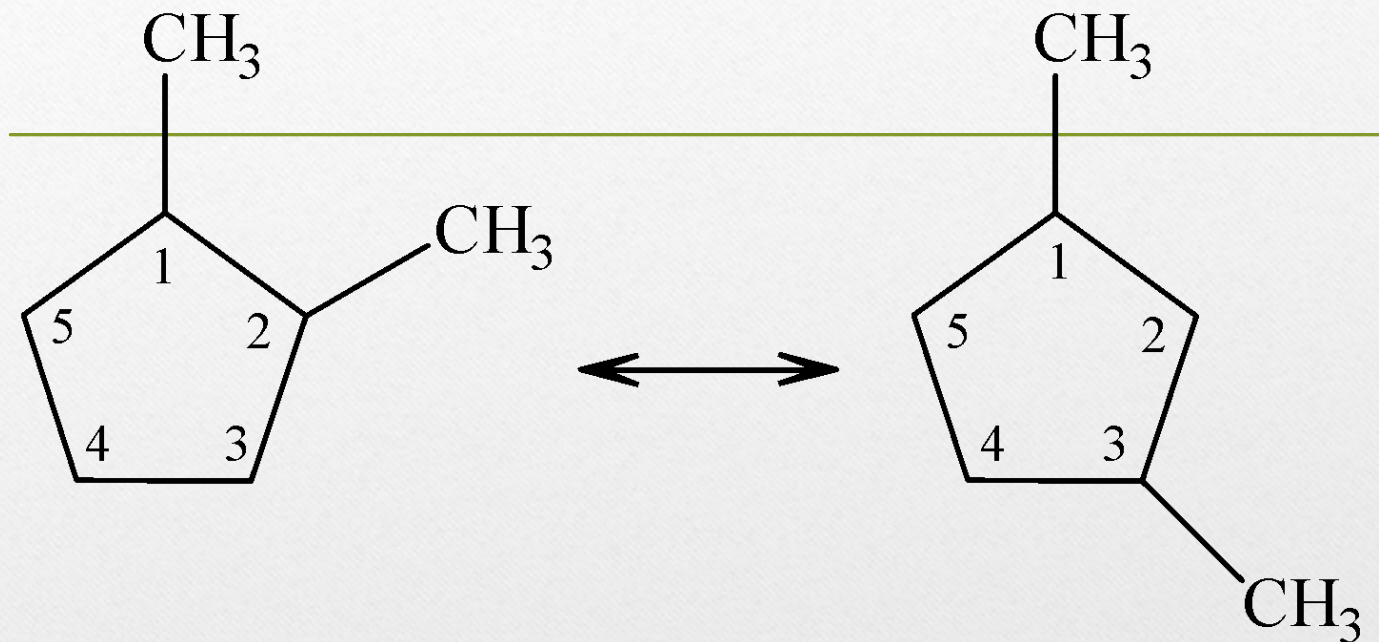
а) ізомерія, пов'язана з розміром циклу



метилциклопропан

бутан

б) ізомерія, пов'язана з положенням замісників у циклі

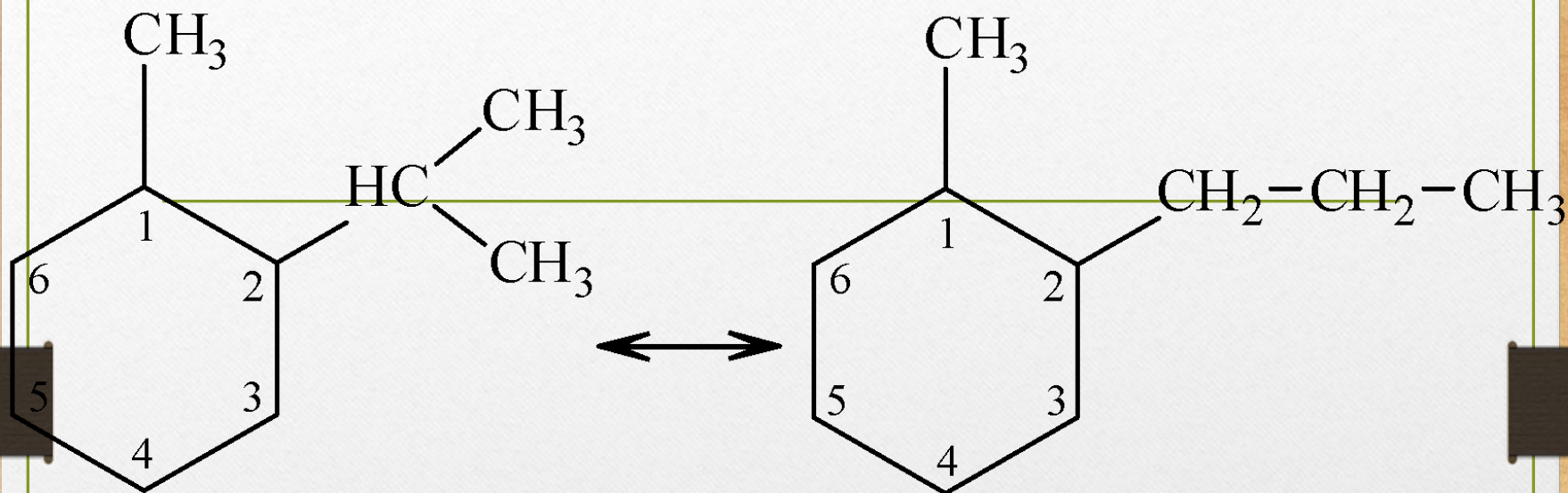


1,2-диметил-  
циклопентан

1,3-диметил-  
циклопентан



в) ізомерія бокового ланцюга:



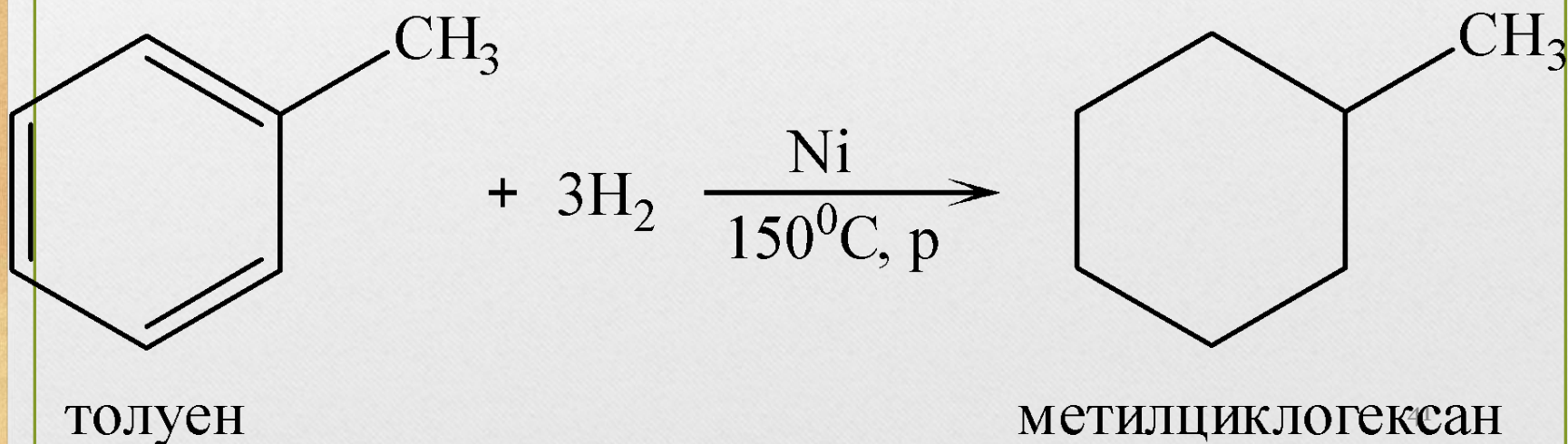
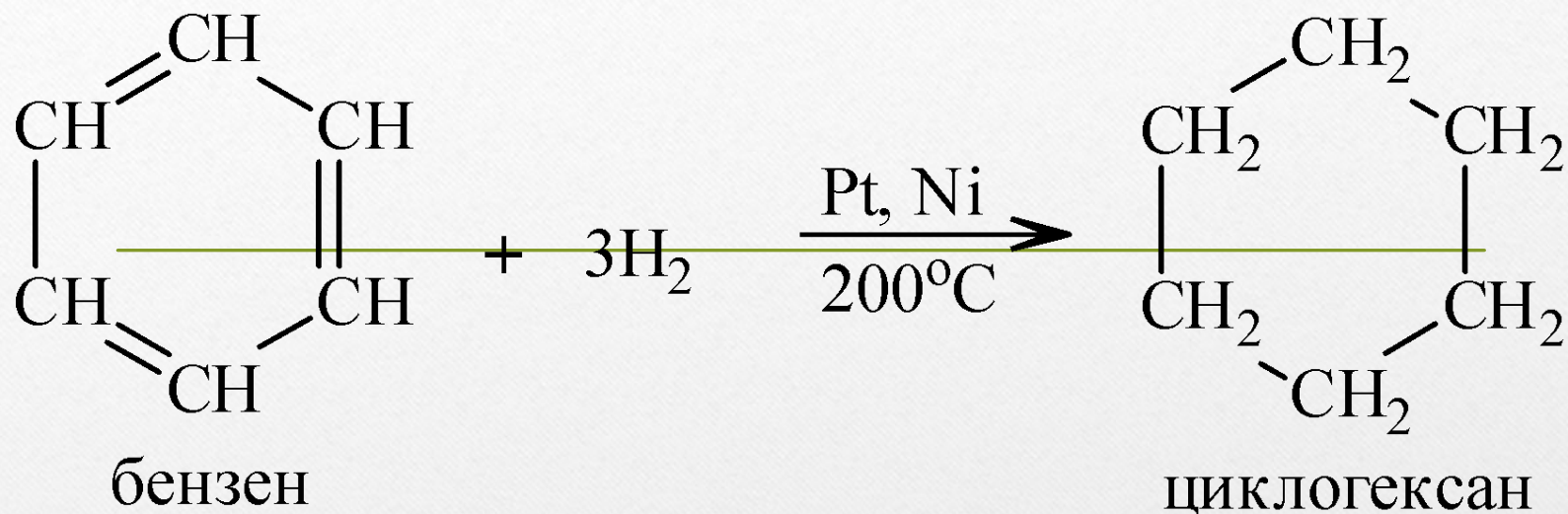
1-метил-2-ізопропіл  
циклогексан

1-метил-2-пропіл  
циклогексан





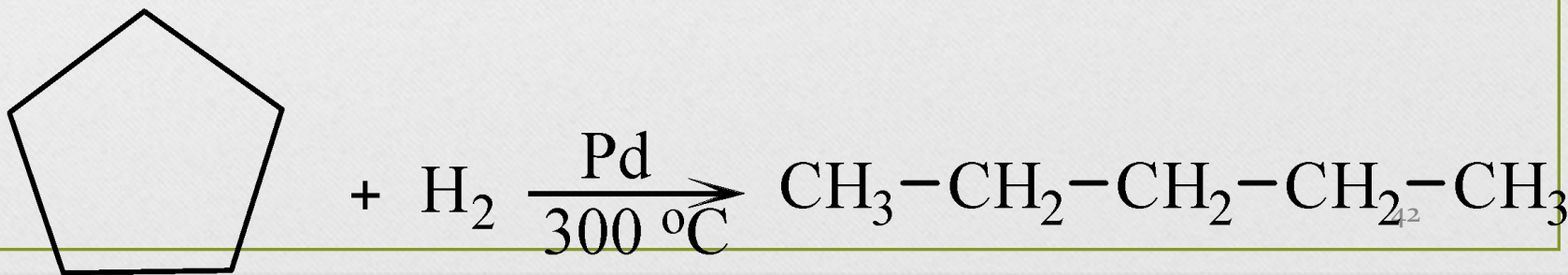
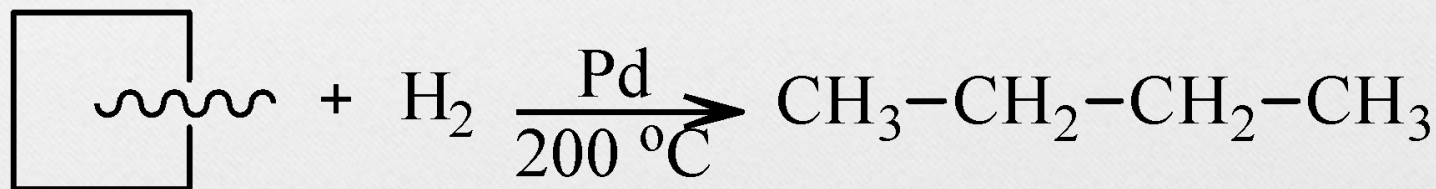
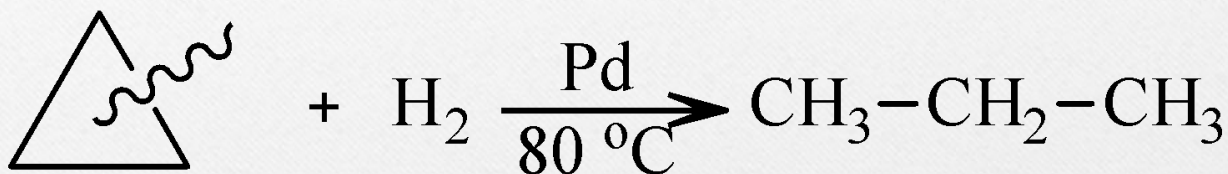
## 2 Гідрування ароматичних вуглеводнів



# Хімічні властивості циклоалканів

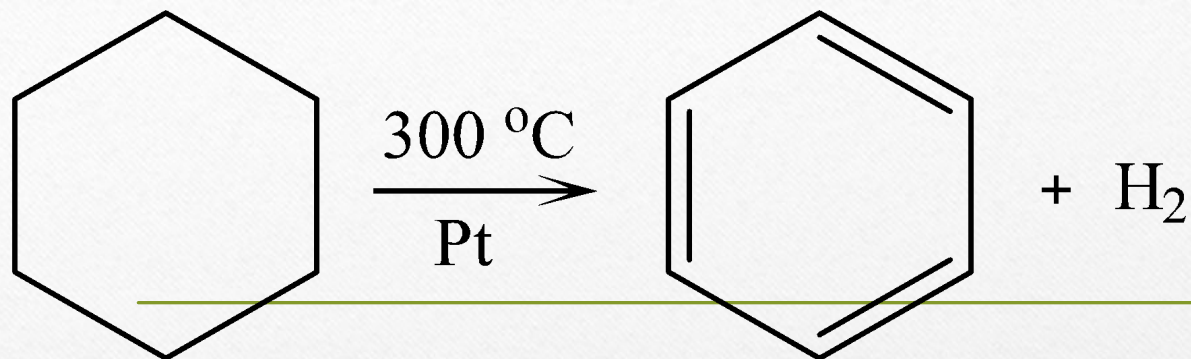
Хімічні властивості циклоалканів визначаються в основному розміром циклу.

## 1 Гідрування циклоалканів:

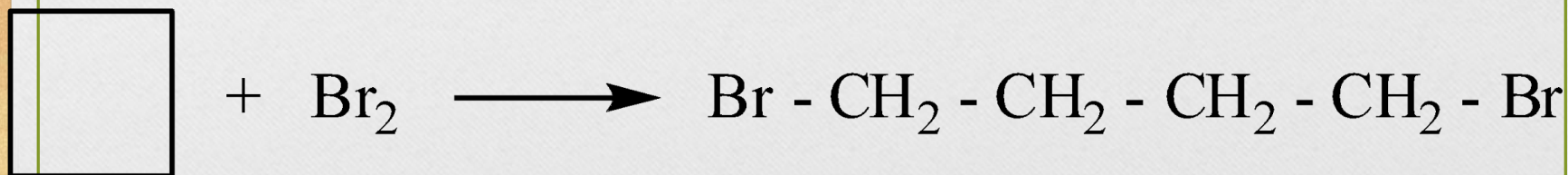
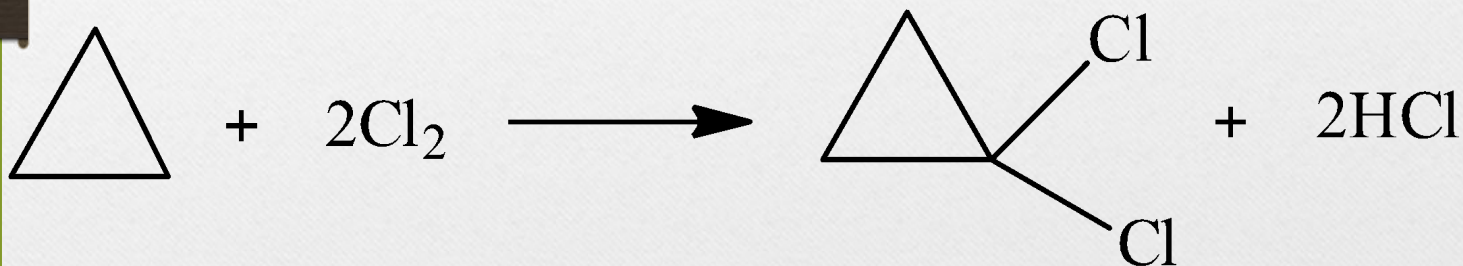




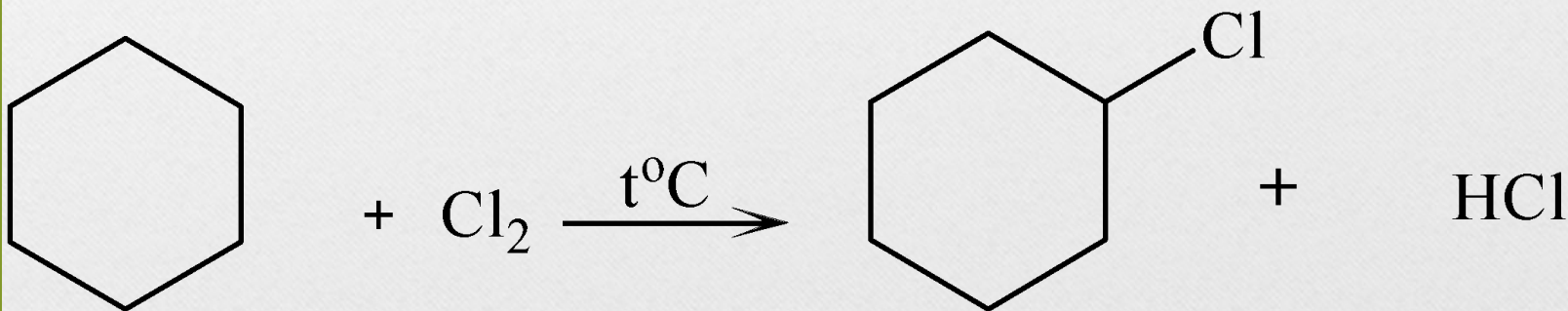
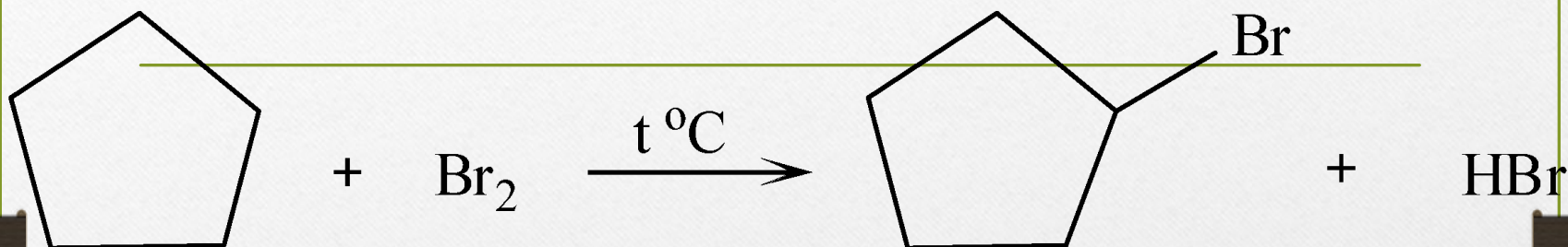
## 1 Дегідрування циклоалканів:



## 2 Реакції галогенування циклоалканів:

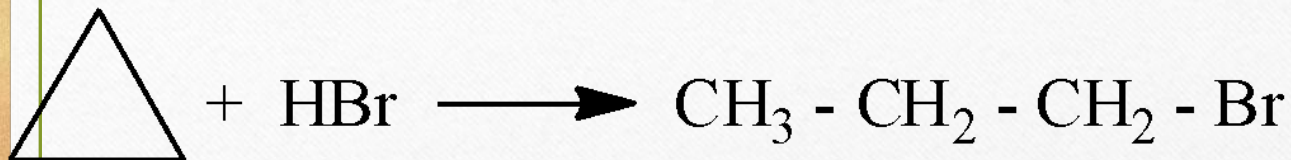


## 2 Реакції галогенування циклоалканів:





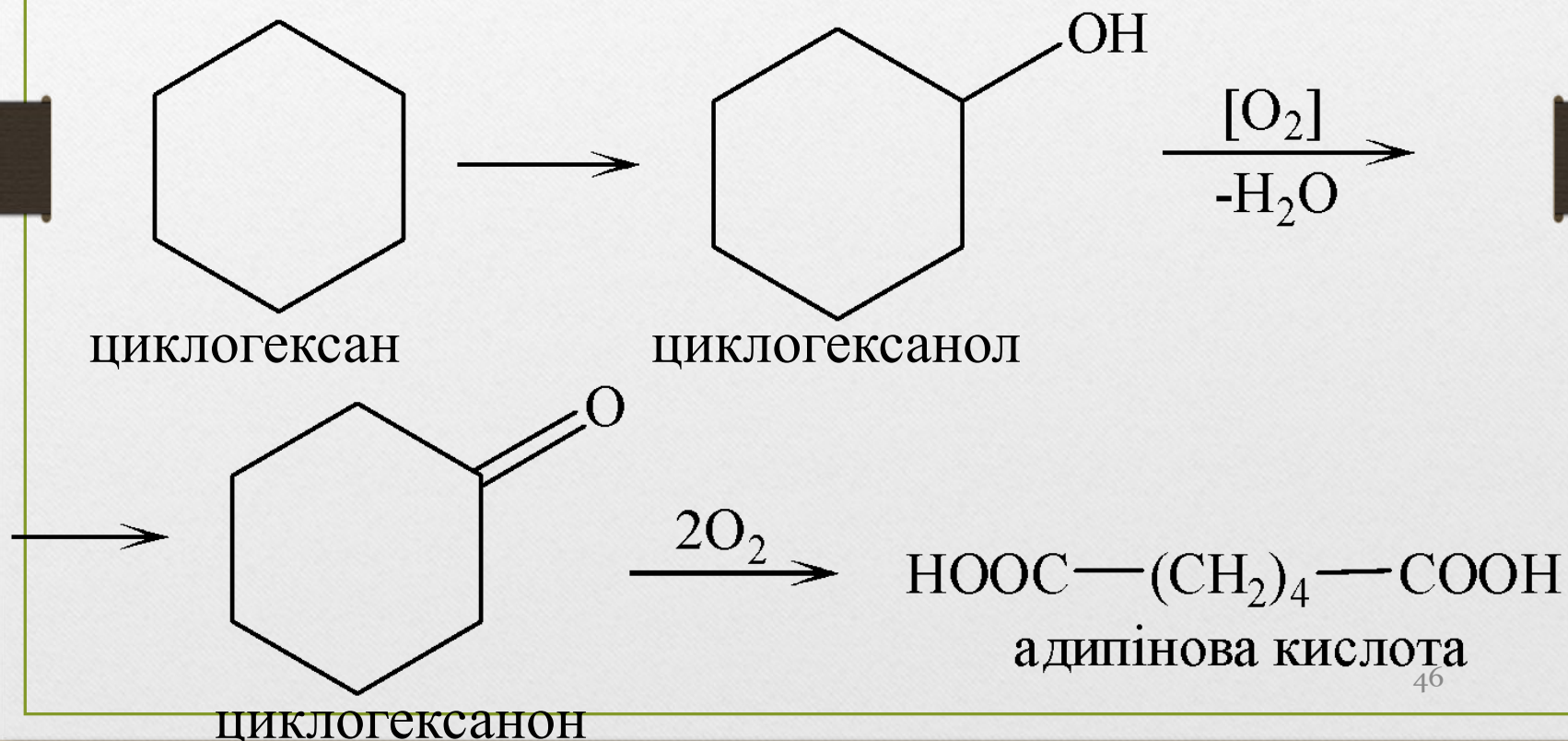
### 3 Реакції гідрогалогенування циклоалканів:



*Циклопентан, циклогексан і парафіни з більшим числом атомів Карбону в циклі з галогеноводнями не взаємодіють.*

#### 4 Реакції окиснення циклоалканів:

Циклоалкани не реагують з озоном і з розбавленим розчином  $\text{KMnO}_4$ . Під дією сильніших окисників (кисень при наявності каталізатора, нітратна кислота) відбувається поступове окиснення одного з атомів Карбону циклу:





# Лекція 2

## Алкени. Алкадієни

### Програмні питання:

- Алкени
- Номенклатура. Види ізомерії
- Будова молекули етену
- Способи одержання алкенів
- Фізичні та хімічні властивості алкенів
- Застосування окремих представників алкенів
- Алкадієни
- Класифікація. Номенклатура. Ізомерія алкадієнів
- Хімічні властивості алкадієнів

# Алкени

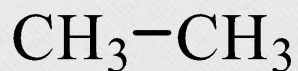
**Алкени** – ненасичені вуглеводні, в молекулах яких між атомами Карбону є наявний подвійний зв'язок.

Загальна формула  $C_n H_{2n}$ ,

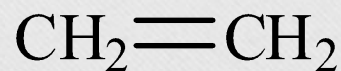
де **n** – число атомів Карбону.

## Номенклатура

Назви алкенів за номенклатурою IUPAC утворюють від назв відповідних алканів, замінюючи суфікс **–ан** на **–ен**.



етан



етен



# Алгоритм побудови назв ненасичених вуглеводнів:

1. За головний карбоновий ланцюг вибирають той, що має якомога більше кратних зв'язків.
2. Нумерацію починають з того кінця, до якого ближче кратний зв'язок.
3. Якщо в молекулі наявні подвійні та потрійні зв'язки, то атоми Карбону нумерують з того кінця, до якого ближче подвійний зв'язок.

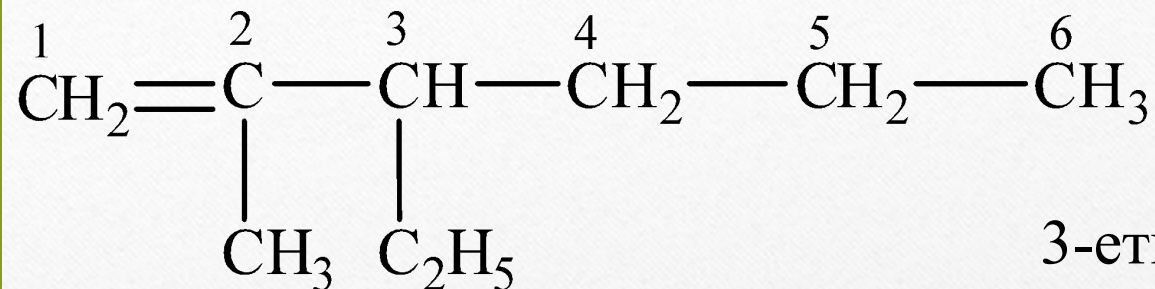
4. Локанти (номери) кратних зв'язків пишуть перед коренем назви, вказуючи той атом Карбону, після якого розміщений кратний зв'язок.

Локанти подвійного зв'язку пишуть перед позначенням головного ланцюга, а потрійного – перед відповідним суфіксом.

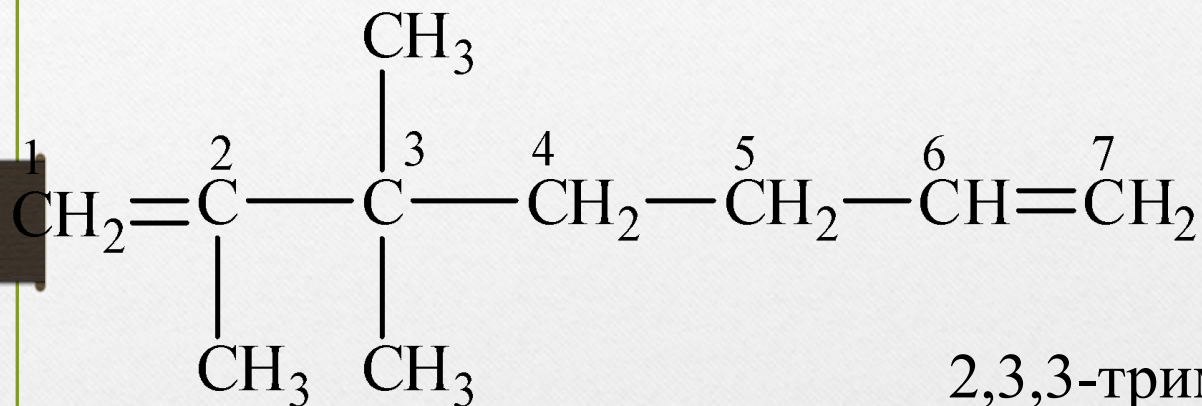
5. Бічні розгалуження мають назви як у алканів, їх вказують відповідним локантом, розміщуючи за алфавітним порядком.



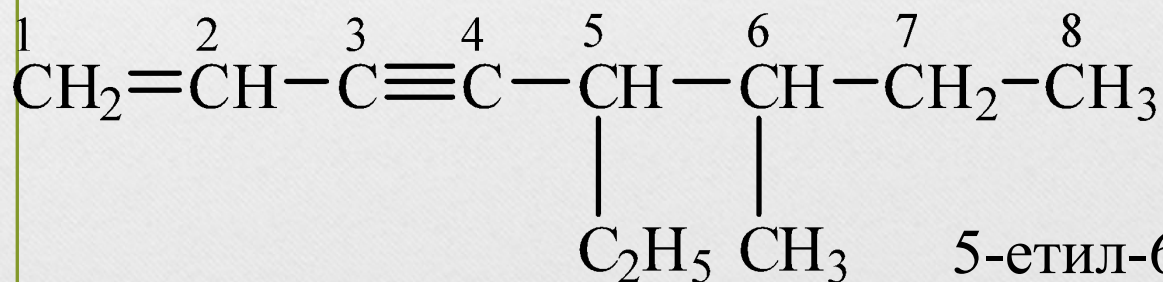
Наприклад:



3-етил-2-метил-1-гексен

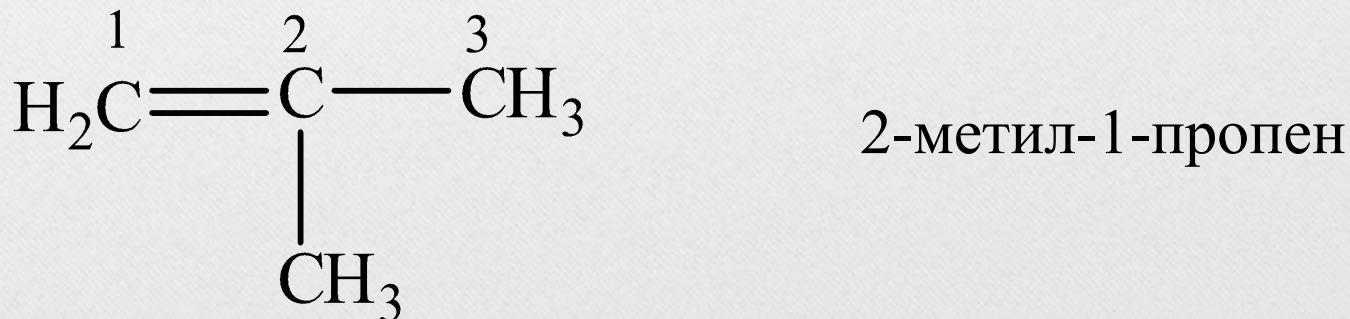
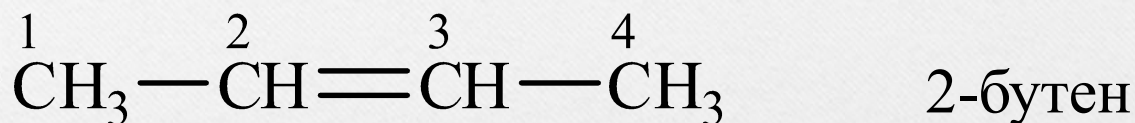
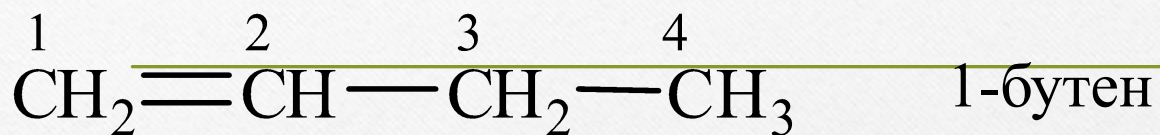


2,3,3-триметил-1,6-гептадієн



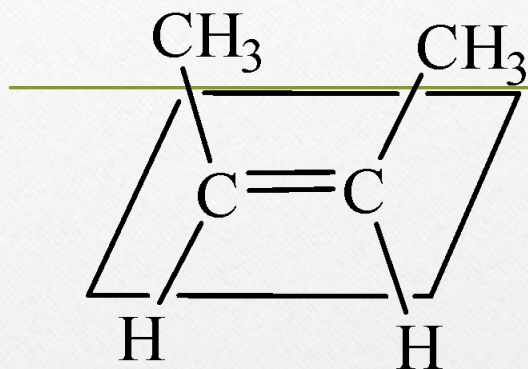
5-етил-6-метил-1-октен-3-ин

## Структурна ізомерія: Види ізомерії алкенів

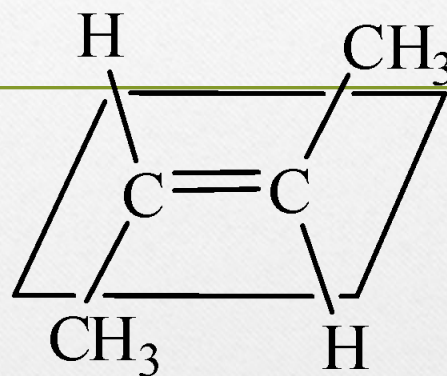




## Геометрична ізомерія:

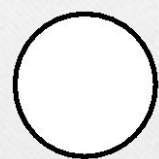
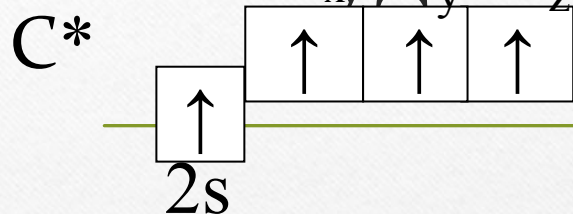


цис-2-бутен



транс-2-бутен

# Вузли молекули етену



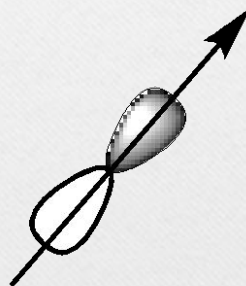
$2s$

+

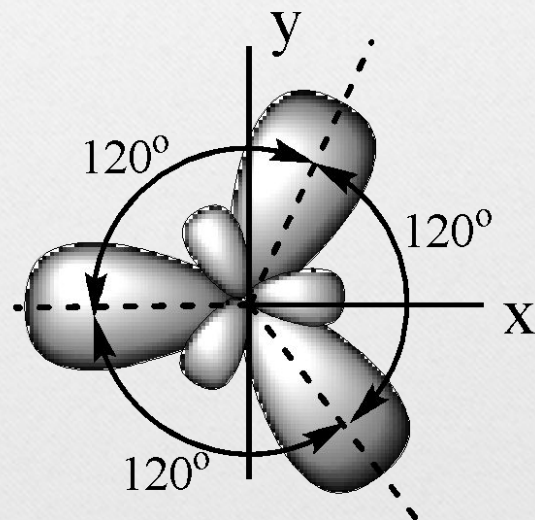


$2p_x$

+



$2p_y$



$sp^2$  – гібридизація

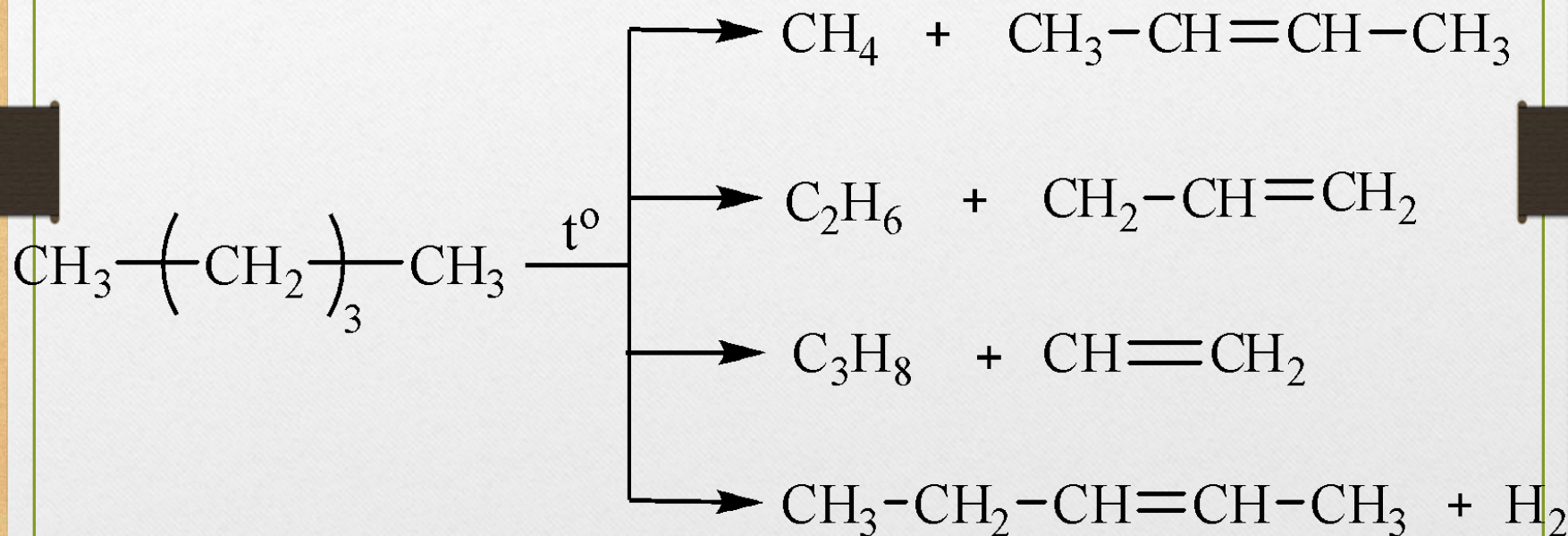




**$sp^2$ -гібридизований стан – це другий валентний стан атома Карбону.**

# Промислові способи: Способи одержання алкенів

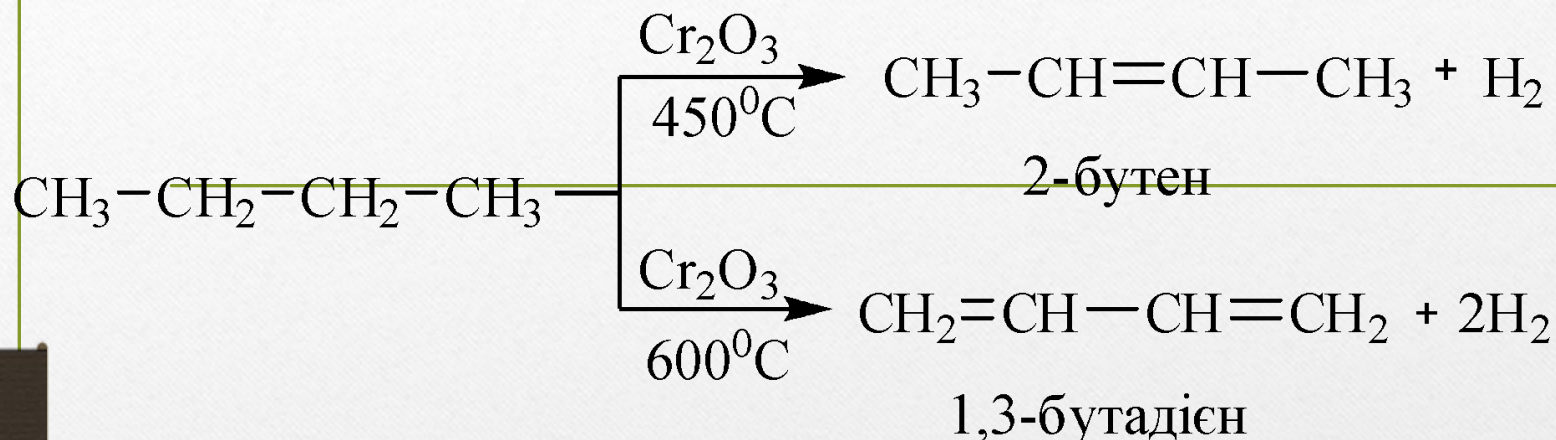
## 1 Крекінг вуглеводнів:





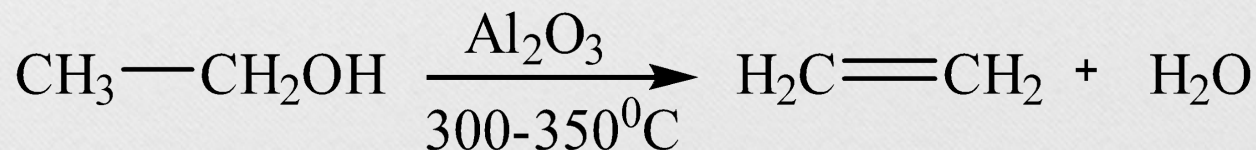
## 2 Дегідрування алканів

Каталізатори:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{Al}_2\text{O}_3)$

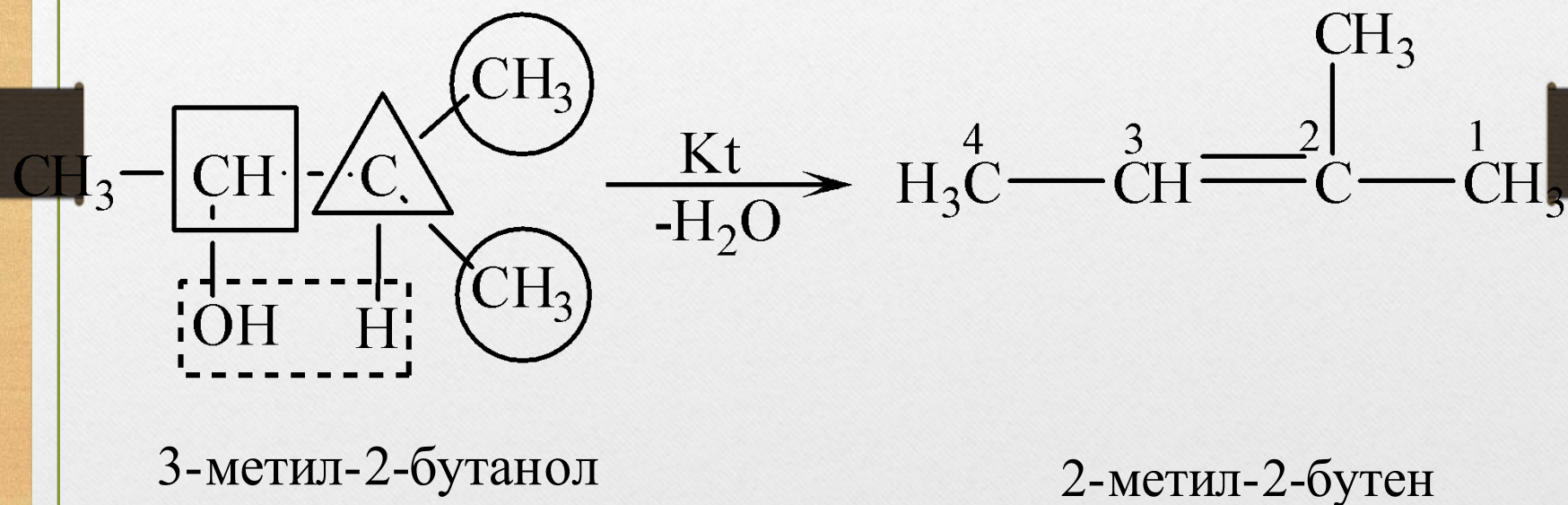


## 3 Дегідратація спиртів (каталізатор: $\text{Al}_2\text{O}_3$ )

*Парофазна дегідратація етанолу:*



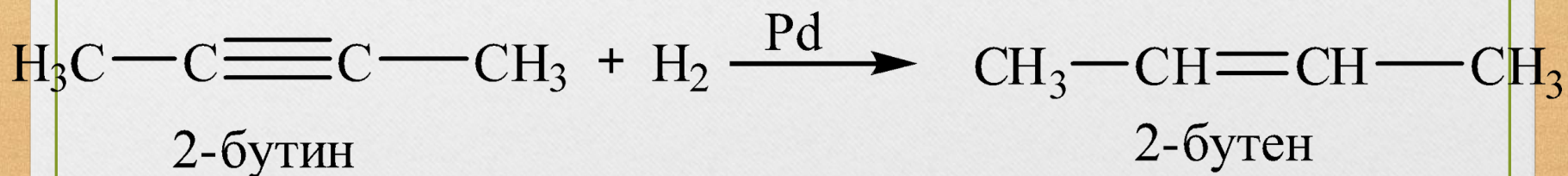
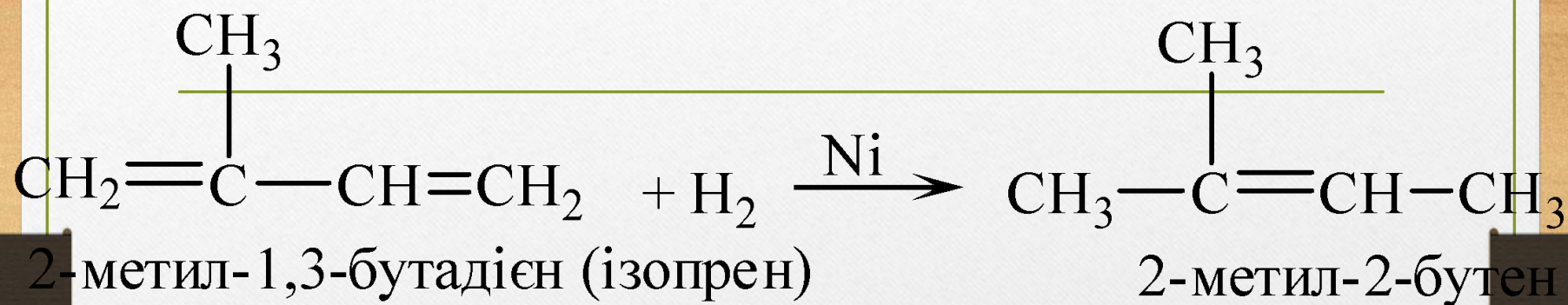
При дегідратації спиртів атом Гідрогену найлегше відщеплюється від найменш гідрогенізованого атома Карбону, тобто вторинного або третинного (правило Зайцева), наприклад:





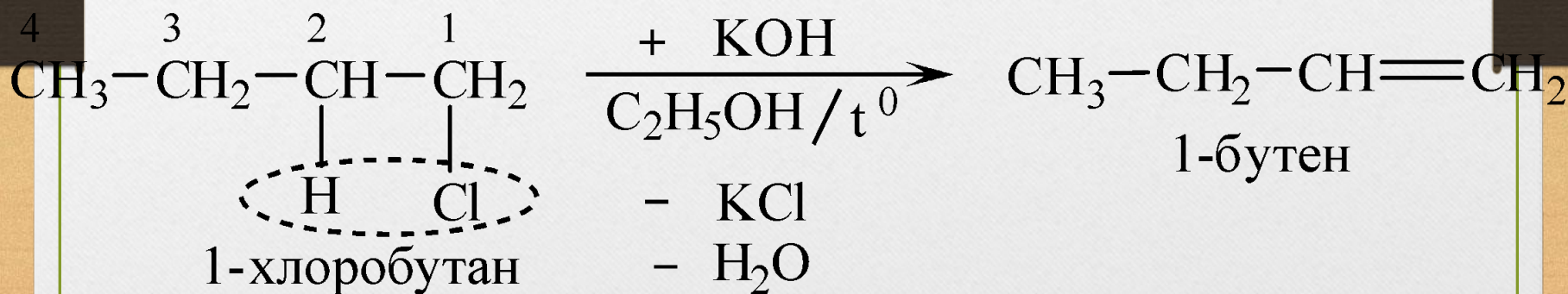
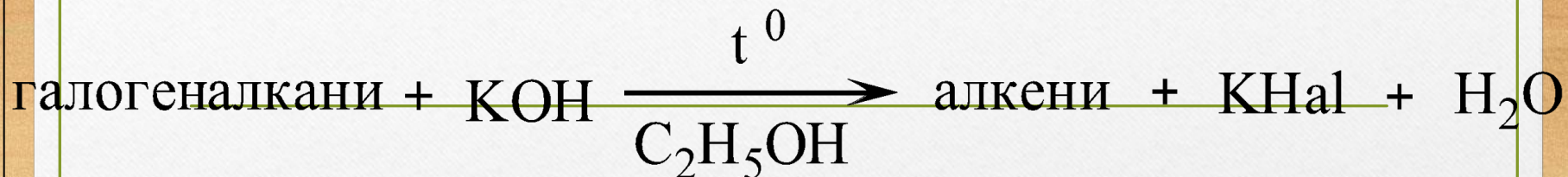
## 4 Гідрування дієнів і алкінів

Каталізатори: Pt, Pd, Ni



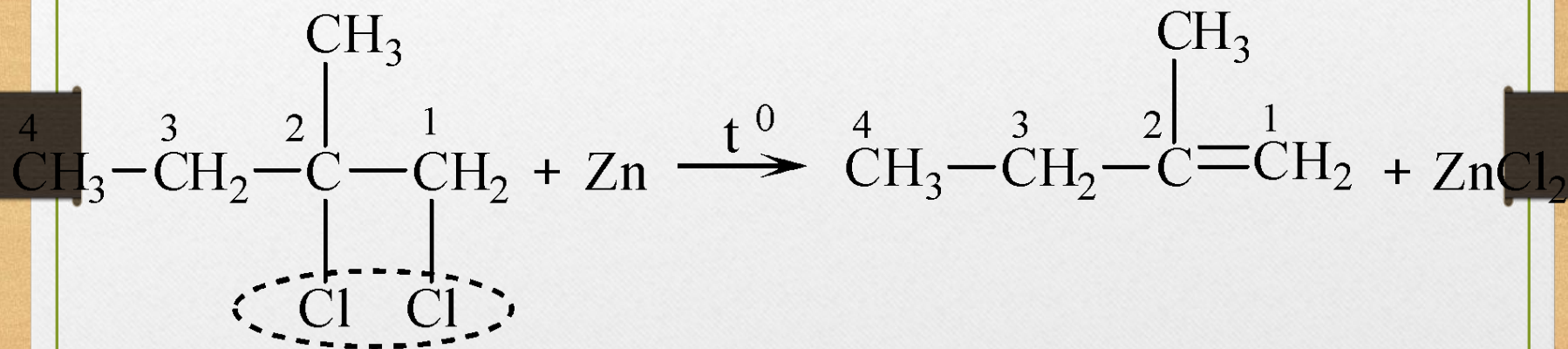
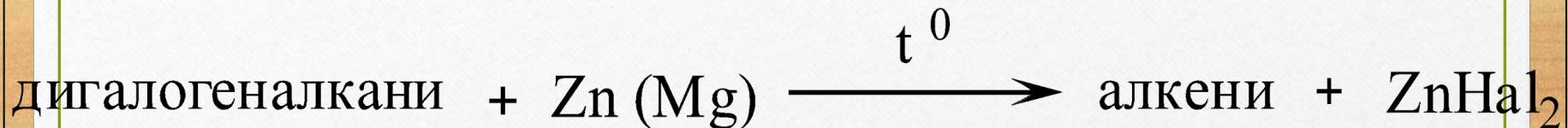
## Лабораторні способи:

### 1 Дегідрогалогенування моногалогеналканів





# 1 Дегідрогалогенування дигалогеналканів



2-метил-1,2-дихлорбутан

2-метил-1-бутен

# Фізичні властивості алкенів

Перші представники гомологічного ряду алкенів (етен, пропен, бутени) – **гази**, починаючи з  $C_5H_{10}$  – **рідини**, а з  $C_{18}H_{36}$  і вищі алкени – **тверді речовини**.

Із збільшенням молекулярної маси алкену підвищуються їх температури кипіння та топлення.



# Хімічні властивості алкенів

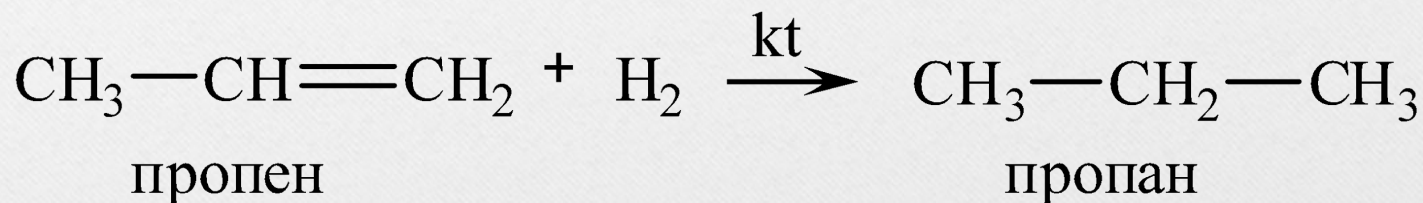
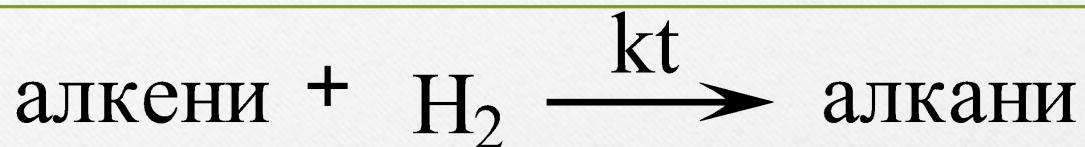
Хімічні властивості алкенів зумовлені наявністю в їх молекулах  $\pi$ -зв'язку.

Характерними реакціями для алкенів є:

- *реакції приєднання, або А-реакції;*
- *реакції окиснення;*
- *реакції полімеризації.*

# Реакції приєднання

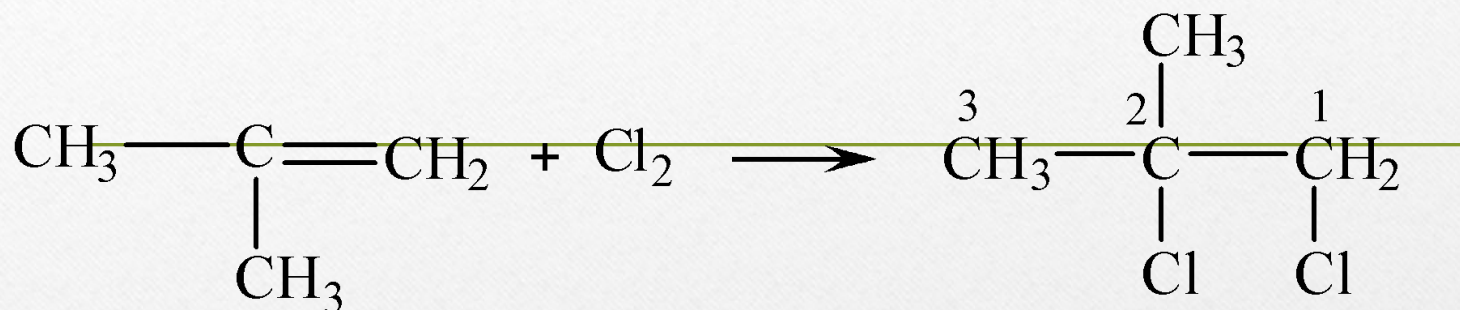
1 Гідрування реакції приєднання водню до ненасичених сполук. Каталізатори Pd, Pt, Ni.



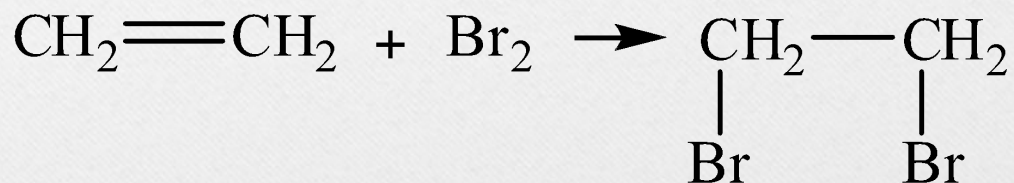


## 2 Галогенування алкенів

алкени + Hal<sub>2</sub> → дигалогеналкани



2-метил-1,2-дихлоропропан



етен

1,2-дибромоетан

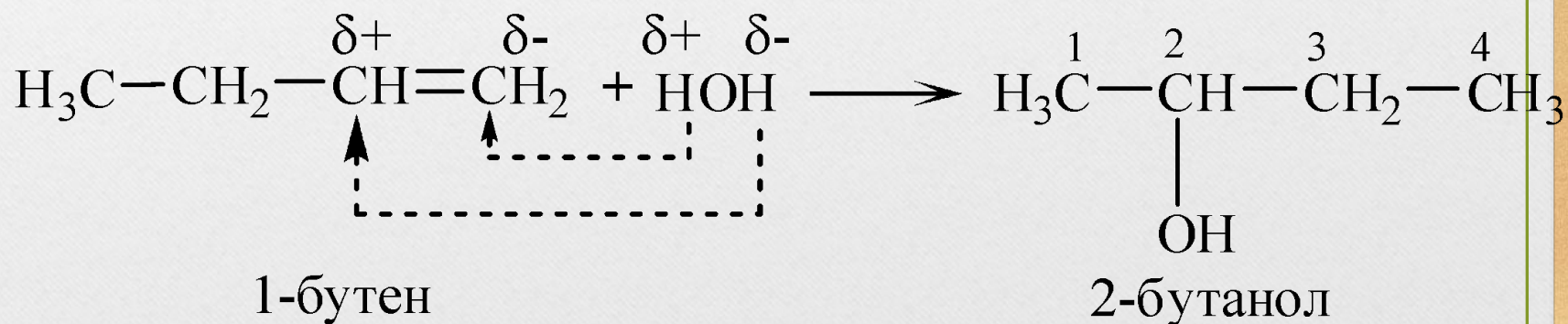
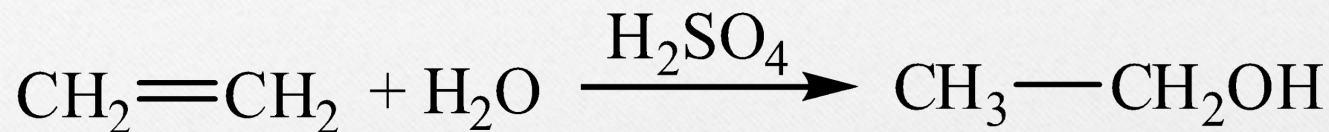
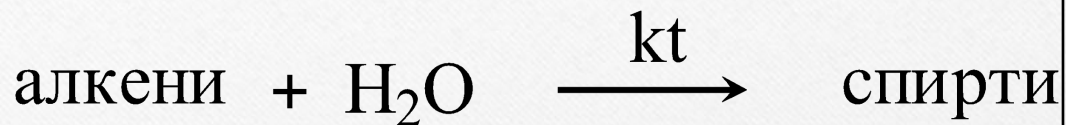
**Реакція з бромною водою – це ЯКІСНА реакція  
на ненасиченість**



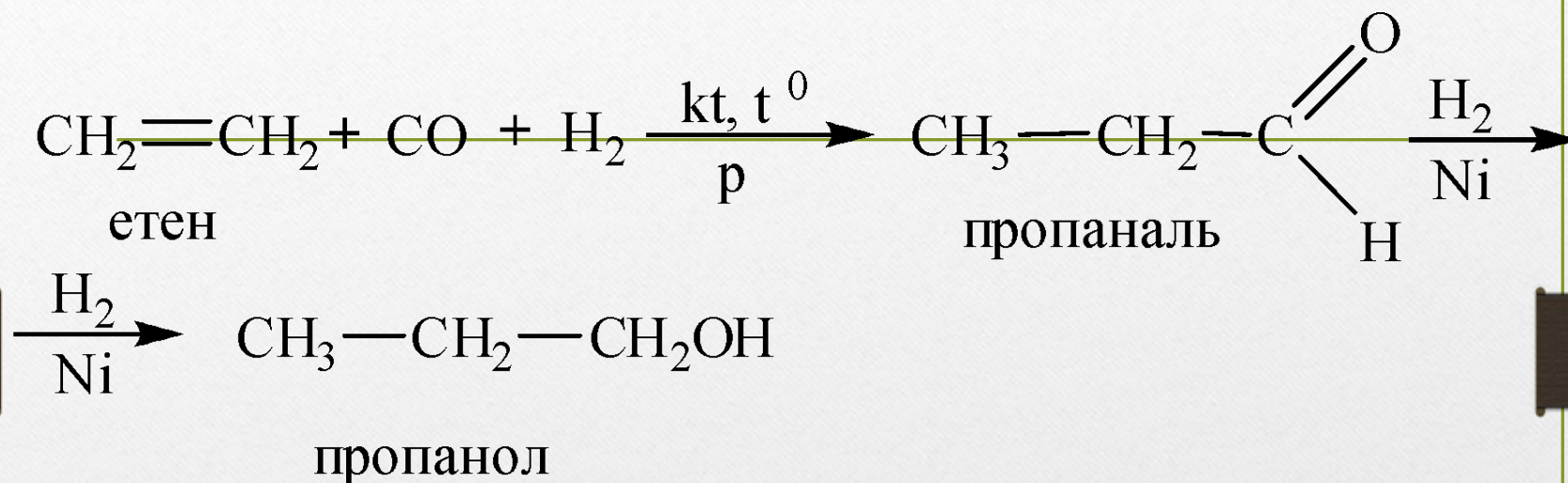


#### 4 Гідратація алкенів – реакція приєднання води

Каталізатори:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .



**5 Гідроформілування** (оксосинтез) – це реакція взаємодії ненасичених сполук з CO і H<sub>2</sub>



Kt – [Co(CO)<sub>4</sub>],

t = 90 – 150<sup>0</sup>C,

p = 10 – 30 МПа.



# Реакції окиснення

**Окисниками можуть бути:**

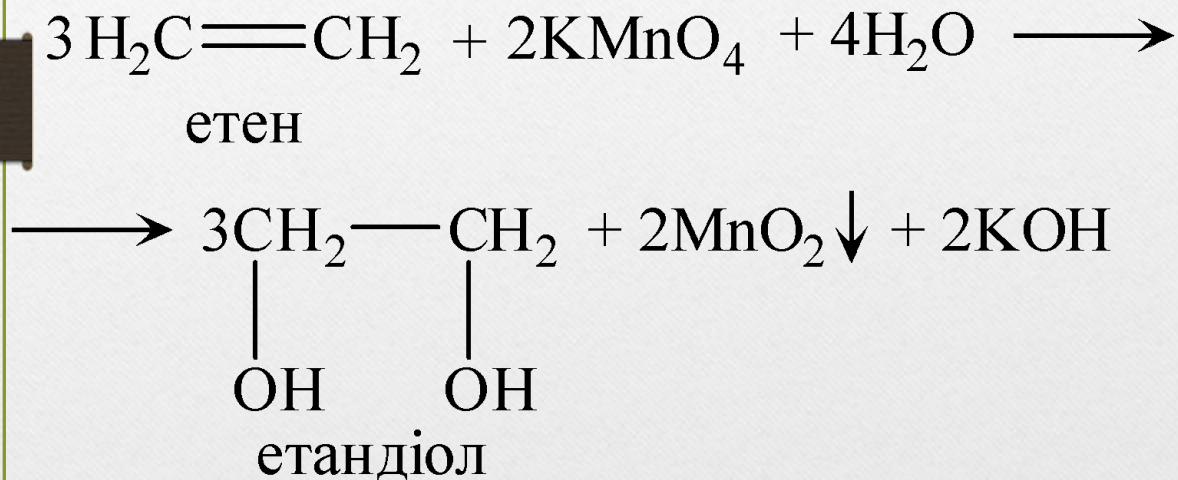
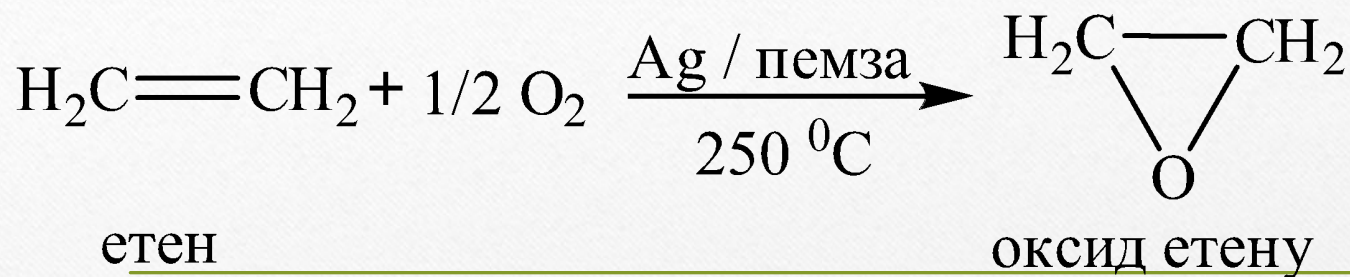
$O_2$  (повітря),  $O_3$ ,  $CuO$ ,  $Ag_2O$ ,  $KMnO_4$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $H_2O_2$ .

Окиснення алкенів може проходити :

**I) без розриву C – C зв'язків;**

**II) з розривом C – C зв'язків.**

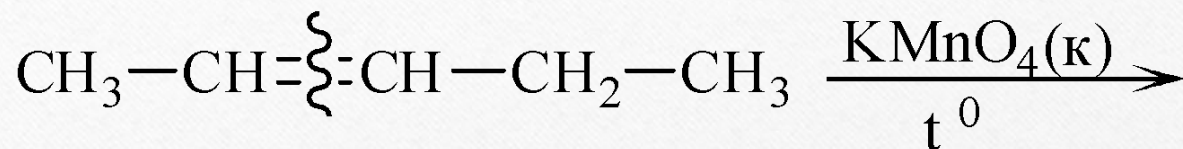
## I Окиснення алкенів без розриву C – C зв'язків



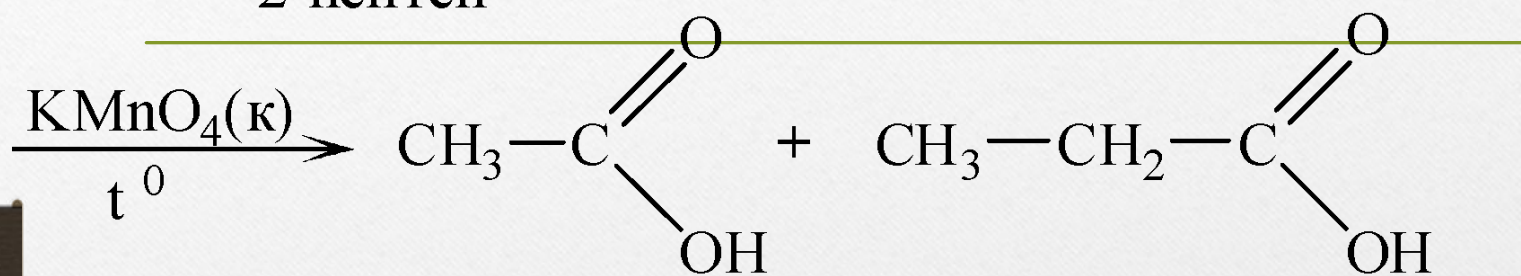
**Реакція алкенів з водним розчином  $\text{KMnO}_4$  – це якісна реакція на ненасиченість.**



## II Окиснення алкенів з розривом С – С – зв'язків

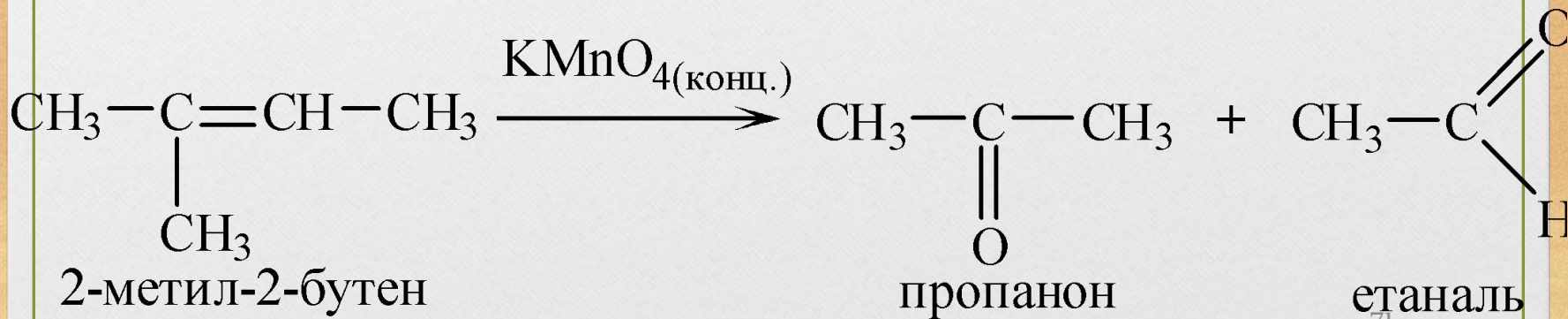


2-пентен



етанова кислота

пропанова кислота

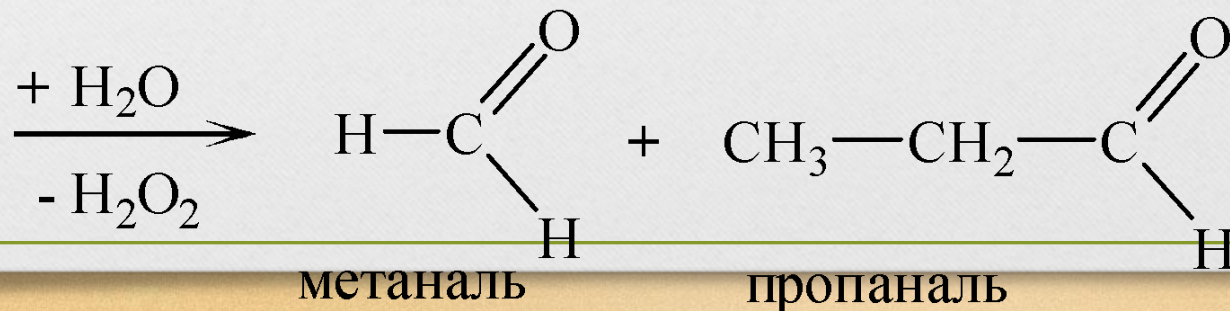
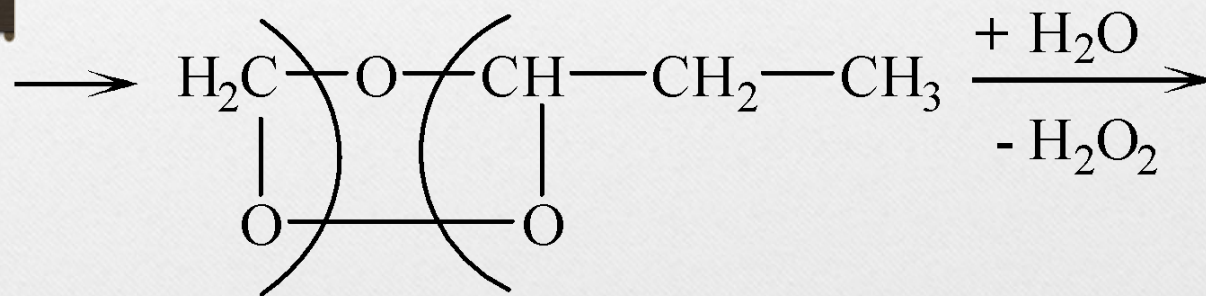
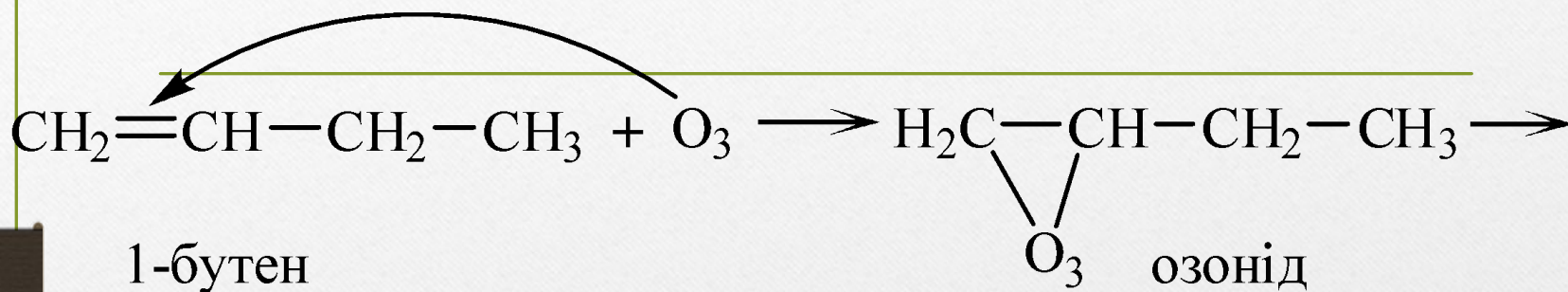


2-метил-2-бутен

пропанон

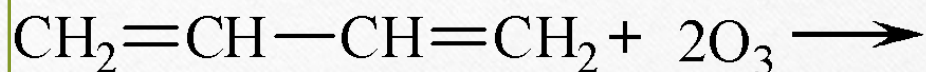
етаналь

**Озонування** – приєднання озону ( $O_3$ ) до молекули алкену по місцю подвійного зв'язку з одночасним його розривом і утворенням циклічних пероксидних сполук (**озонідів**).

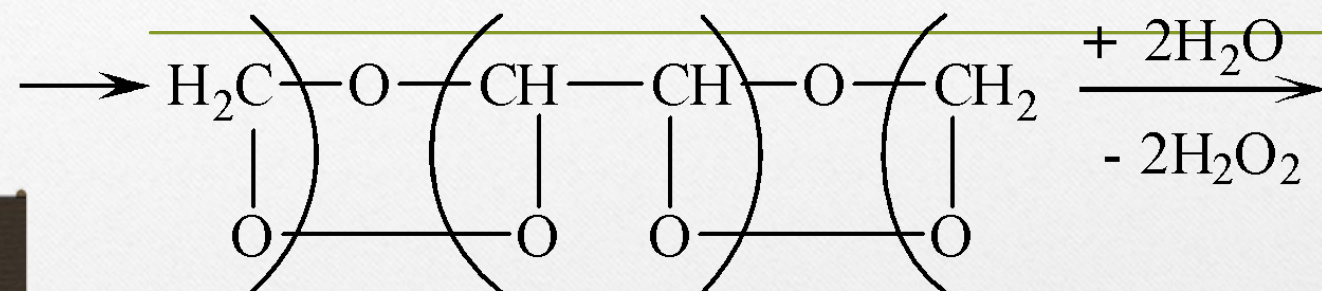




Продуктами озонування 1,3-бутадієну є гліюксаль і метаналь за схемою:



1,3-бутадієн



**Повне окиснення (горіння):**



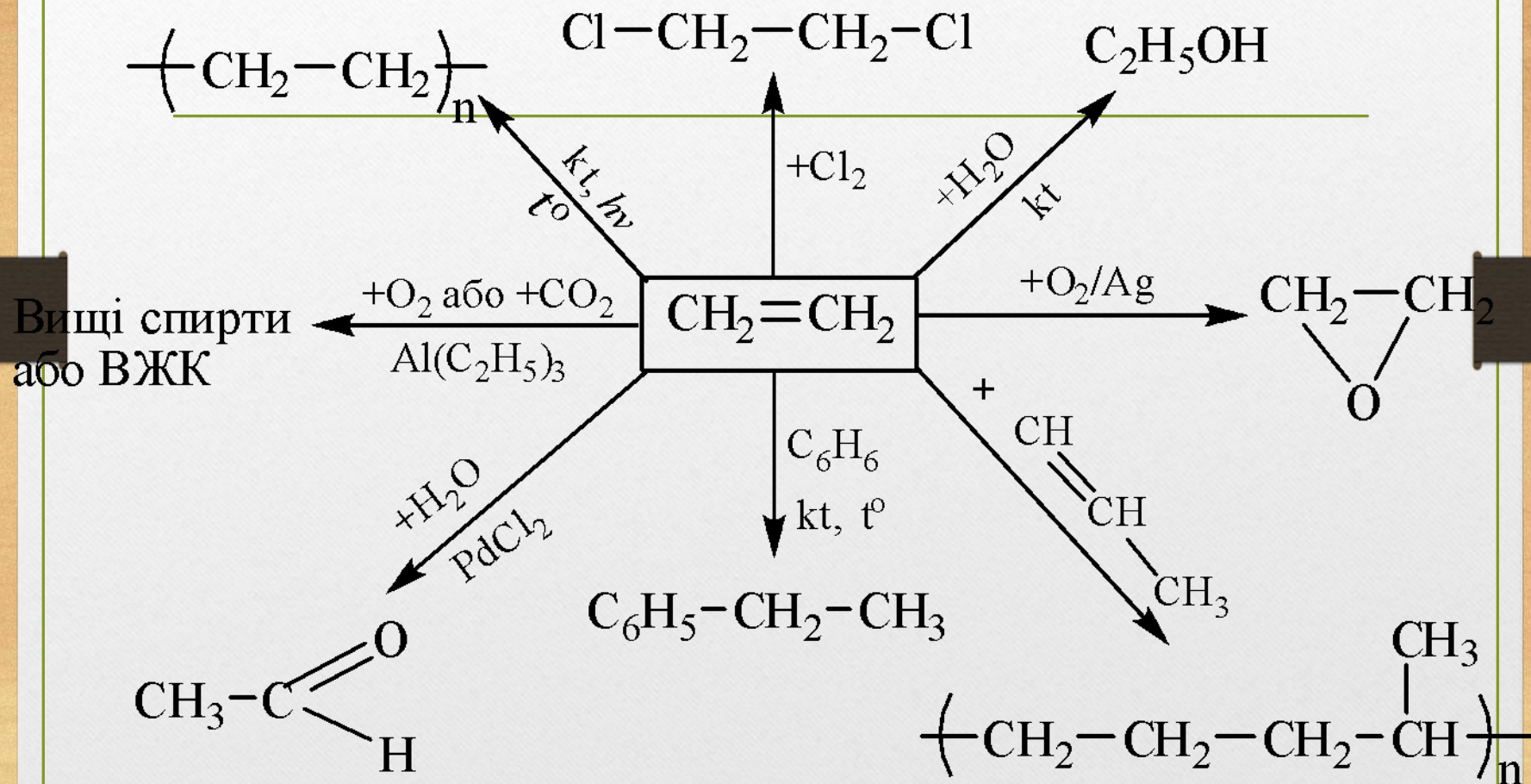
# Реакції полімеризації

Полімеризацією ненасичених сполук називають хімічну реакцію утворення полімеру (ВМС) за рахунок з'єднання між собою великої кількості мономерів (низькомолекулярних сполук) внаслідок розриву  $\pi$  – зв'язків у їх молекулах, наприклад:



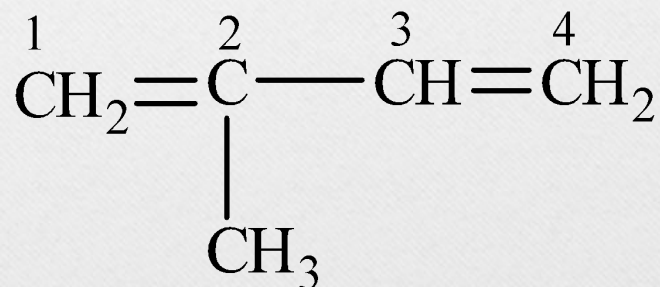


# Застосування алкенів на прикладі етену $\text{CH}_2=\text{CH}_2$



# Алкадієни

Ненасичені вуглеводні з двома подвійними зв'язками в молекулі називаються **алкадієнами** або **дієновими вуглеводнями** з загальною формулою  $C_n H_{2n-2}$



2-метил-1,3-бутадієн (ізопрен)



# Класифікація алкадієнів

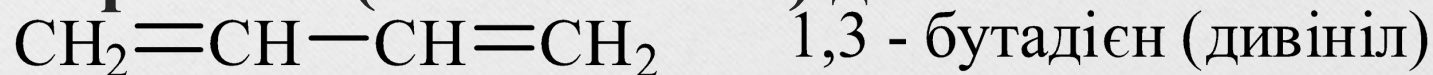
## а) кумулени або аллени



## б) дієни з ізольованими подвійними зв'язками

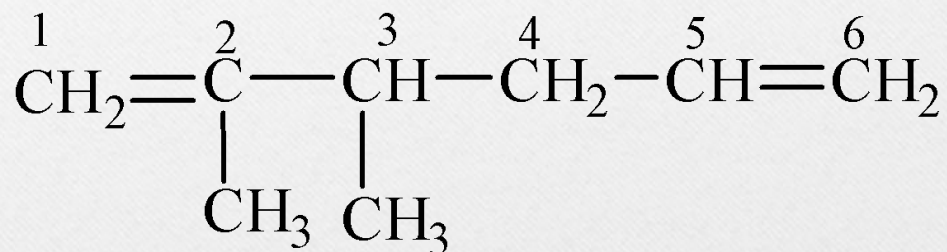


## в) спряжені (кон'юговані) дієни

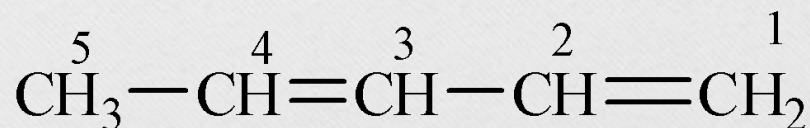


# Номенклатура алкадієнів

За систематичною номенклатурою назви алкадієнів утворюються від назв відповідних алканів шляхом заміни суфікса **–ан** відповідно на **–дієн**. Локантами вказують атоми Карбону, після яких розміщені подвійні зв'язки. Наприклад:



2,3-диметил-1,5-гексадієн

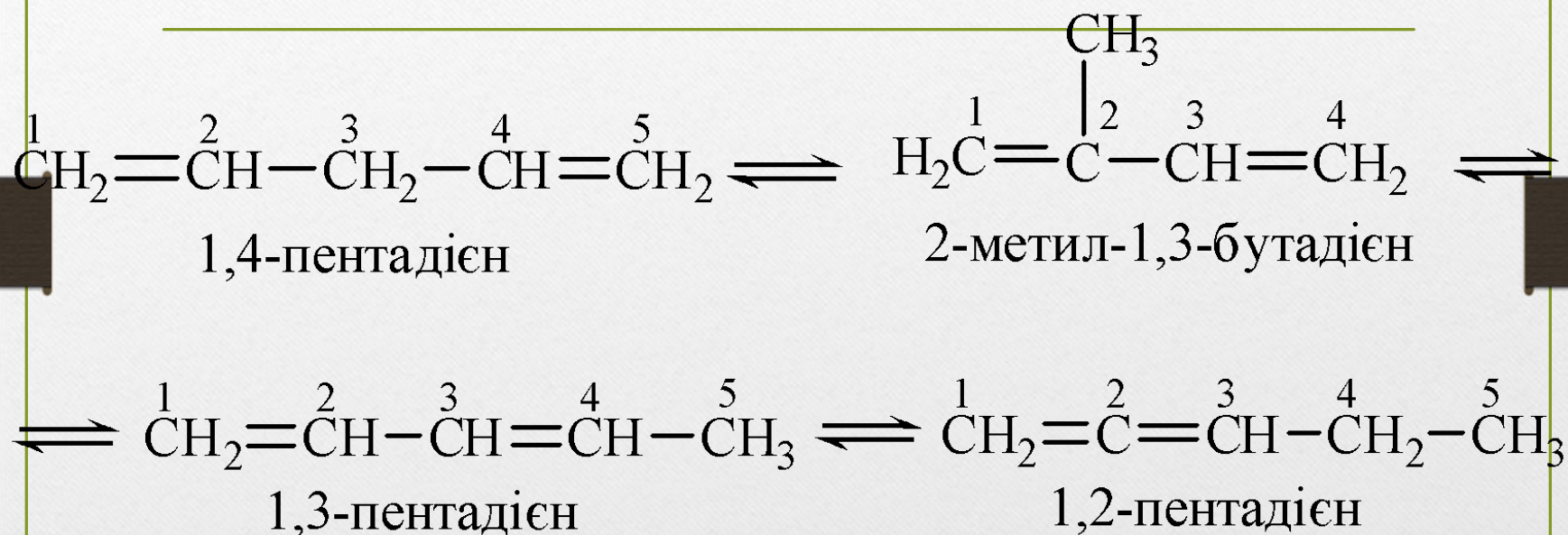


1,3-пентадієн



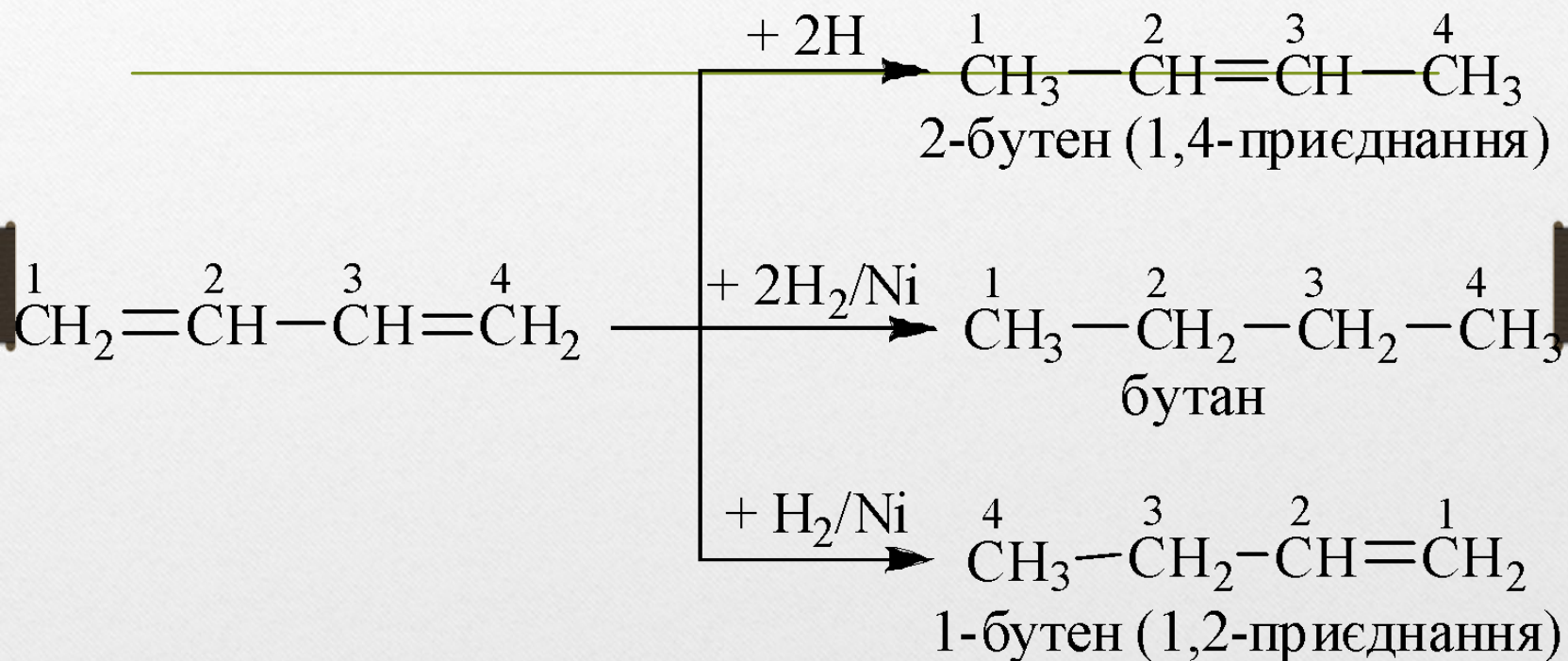
# Ізомерія алкадієнів

## Структурна ізомерія



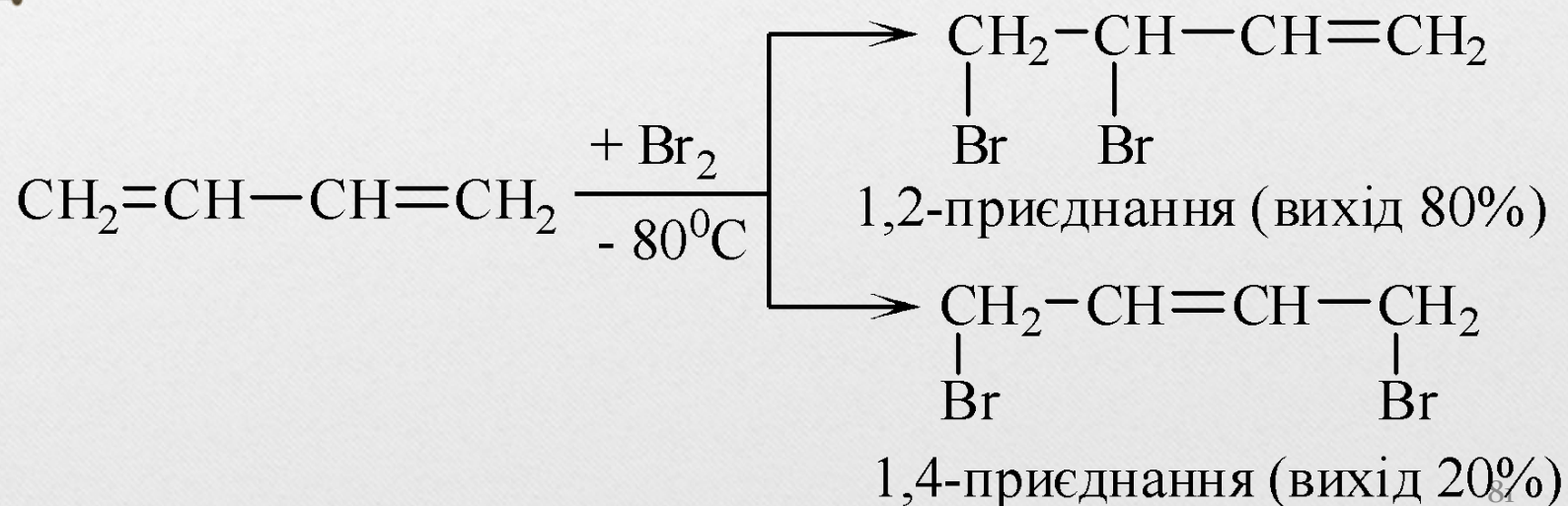
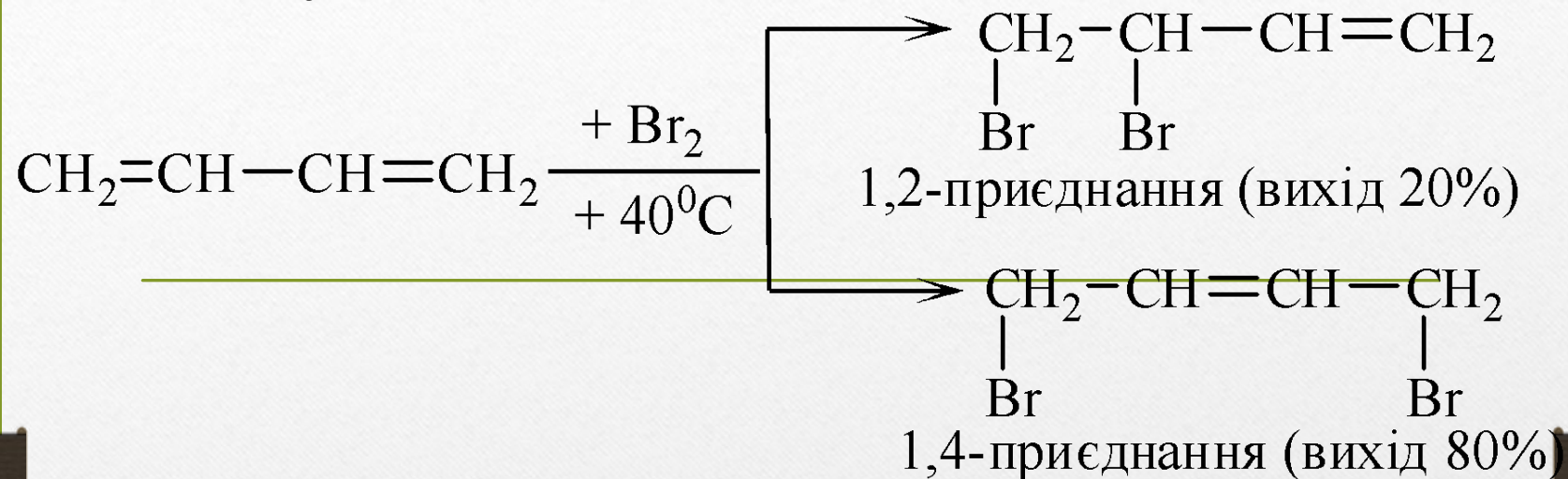
# Хімічні властивості

## 1 Гідрювання алкадієнів

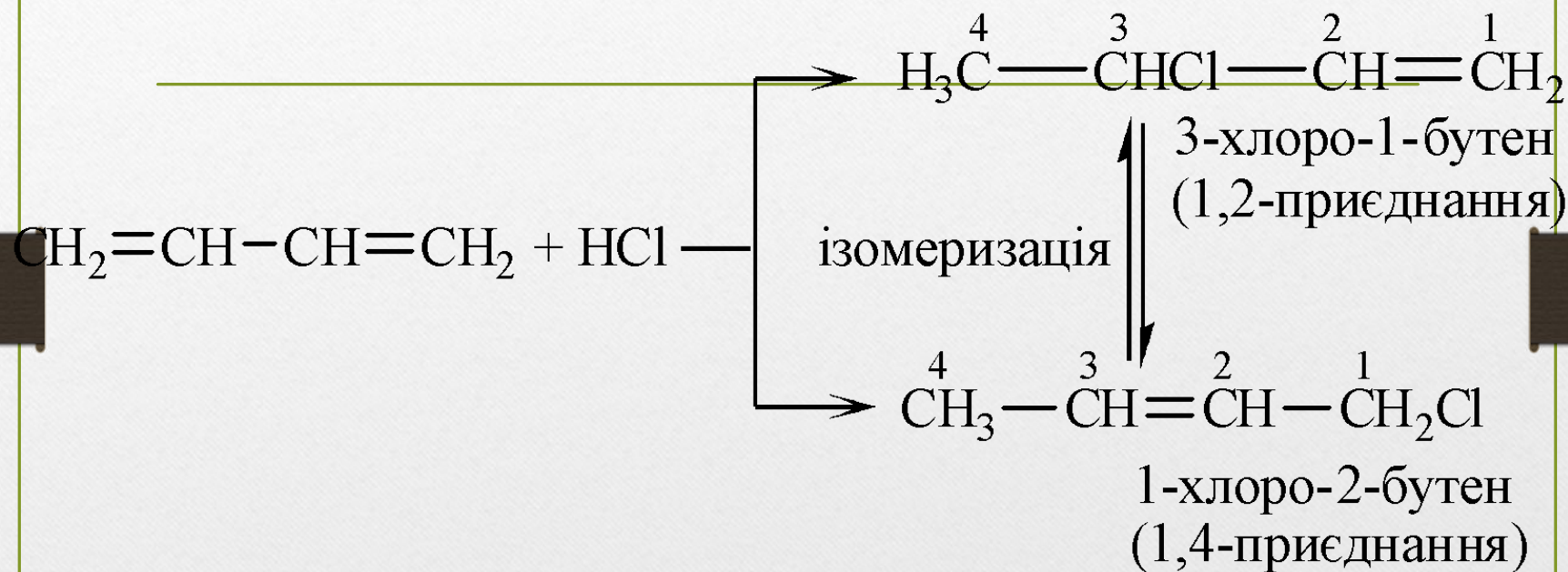




## 2 Галогенування алкадієнів

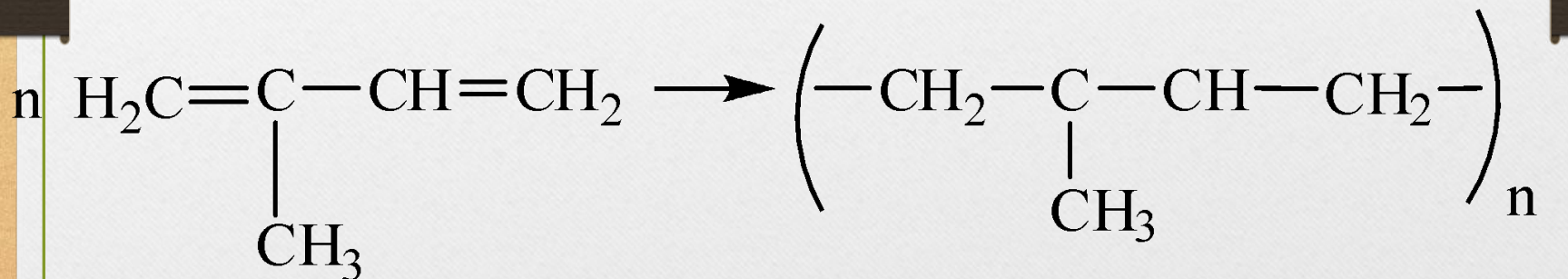


### 3 Гідрогалогенування алкадієнів





## 4 Полімеризація алкадієнів



ізопрен

поліізопрен - натуральний каучук

де,  $n$  – ступінь полімеризації рівний близько 2500.

# Лекція №3

## ~~Ароматичні нафталени~~ Ароматичні нафталени

- Алкіни. Номенклатура. Ізомерія
- Способи одержання
- Будова молекули етину
- Фізичні та хімічні властивості
- Застосування алкінів
- Арени
- Будова молекули бензену
- Способи одержання
- Правила заміщення в ароматичному ядрі
- Хімічні властивості бензену та його гомологів
- Застосування окремих представників ароматичних сполук

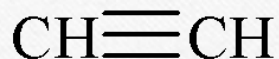


# Алкіни

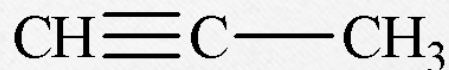
Алкіни (ацетиленові) вуглеводні – це ненасичені аліфатичні вуглеводні, які містять в своєму складі потрійний зв'язок  $\text{—C}\equiv\text{C—}$

Алкіни утворюють гомологічний ряд з загальною формулою  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ .

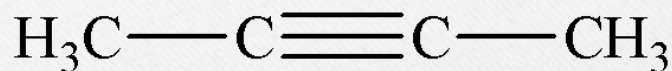
# Номенклатура



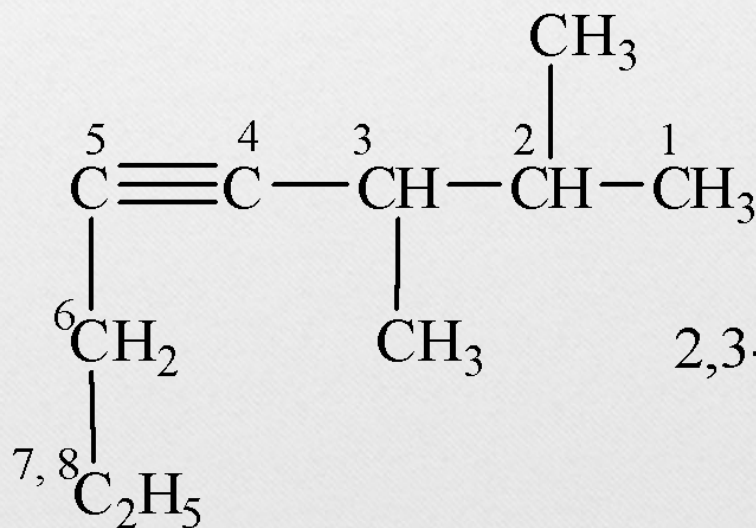
етин



пропін



## 2-бутин



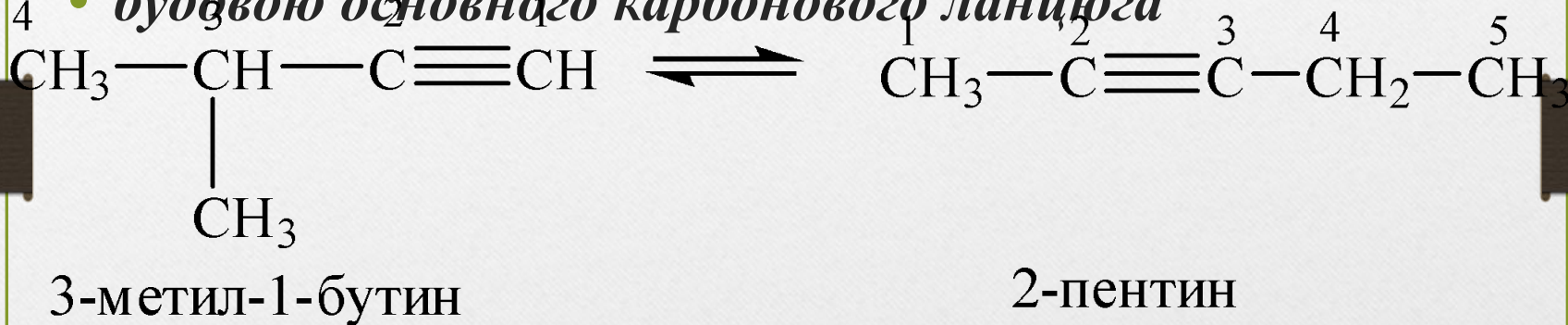
## 2,3-диметил-4-октин



# Структурна ізомерія Ізомерія

Структурна ізомерія алкінів визначається двома факторами:

- *будовою основного карбонового ланцюга*

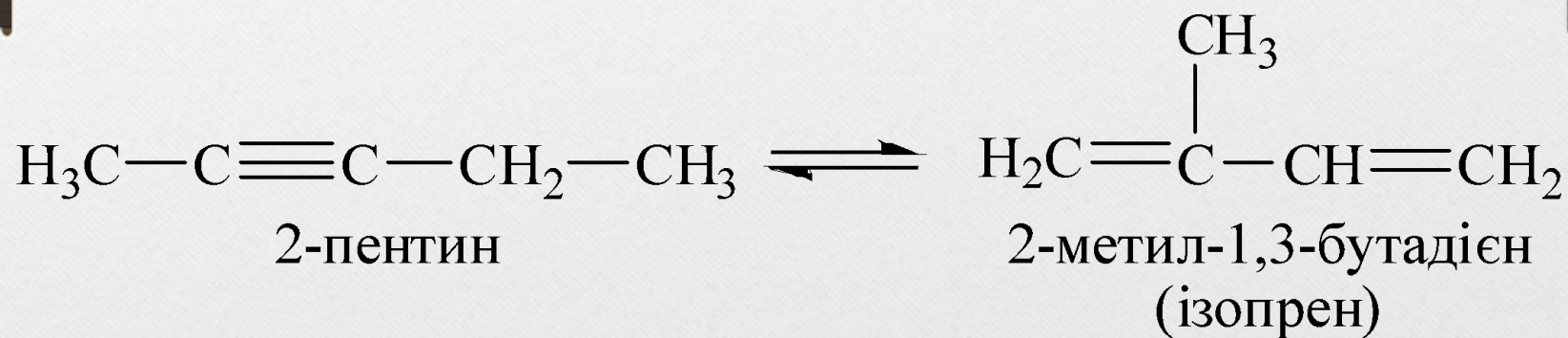


- *розміщенням потрійного зв'язку*



## Міжкласова ізомерія:

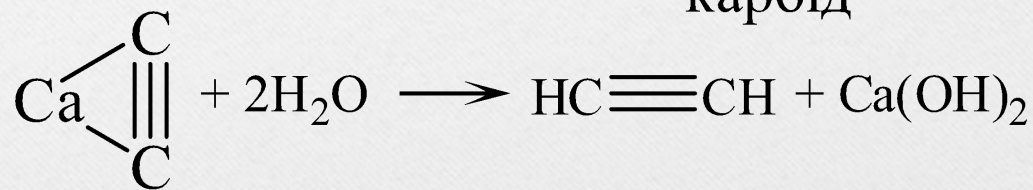
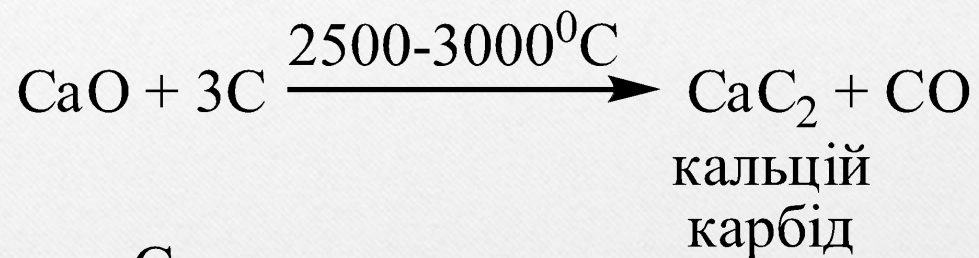
Алкіни ізомерні алкадієнам, наприклад:





# Промислові методи **Способи одержання**

## 1. Карбідний метод

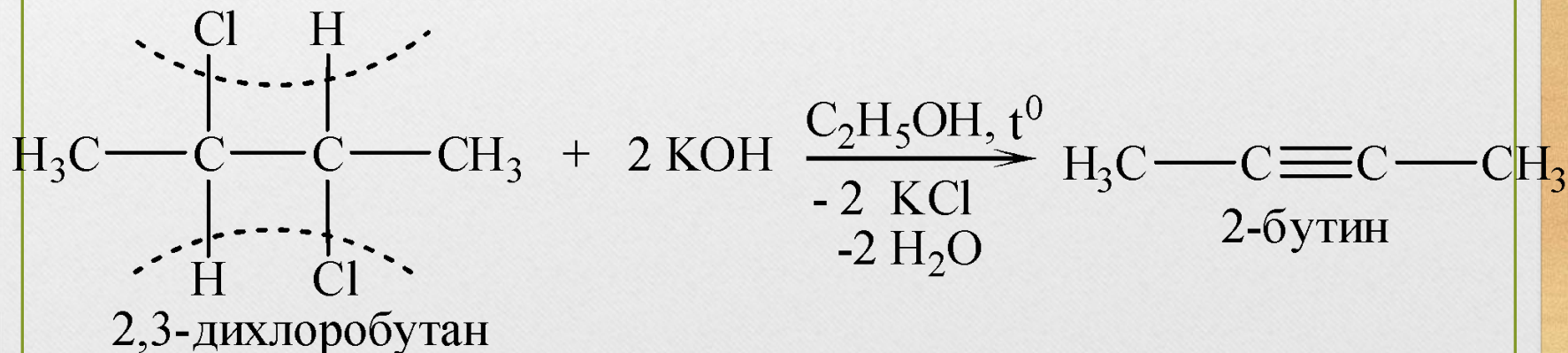
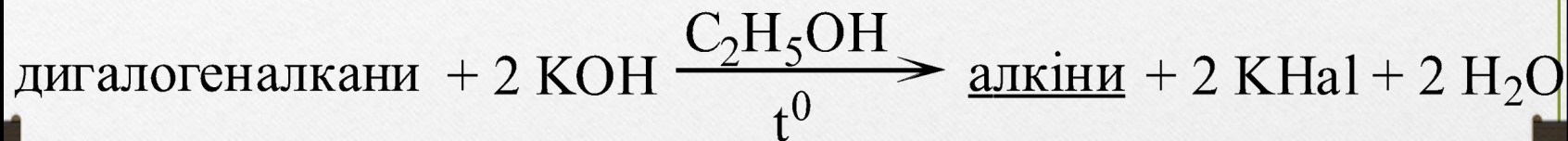


## 2. Термічний піроліз



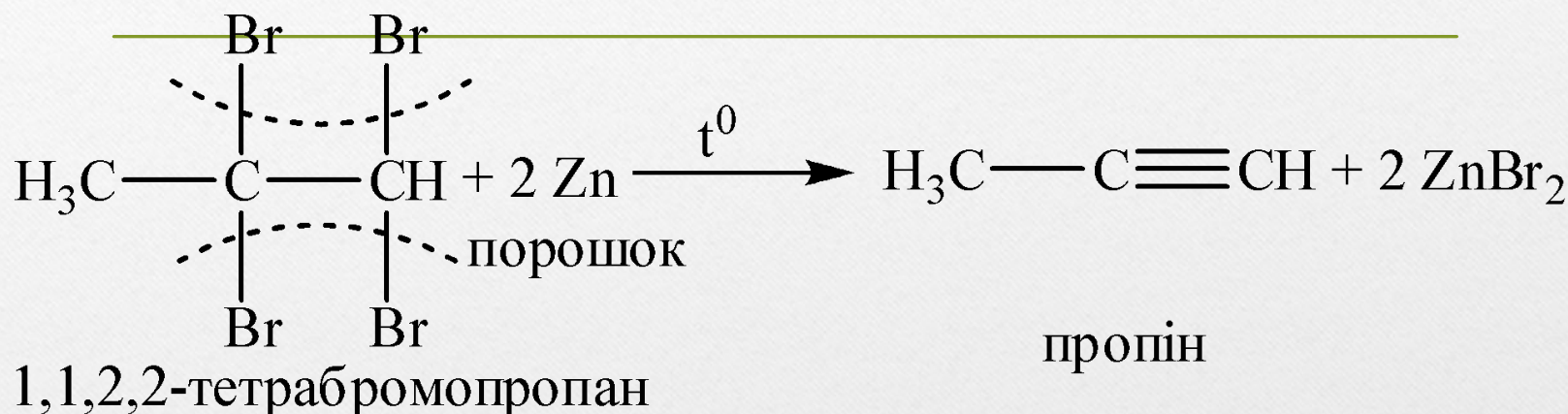
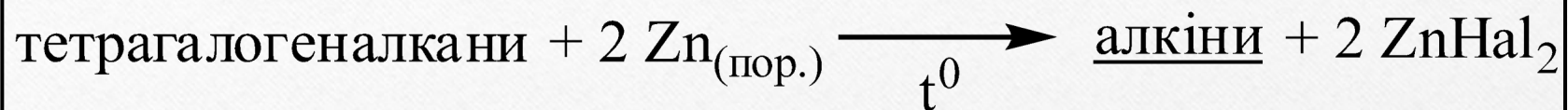
## Лабораторні методи:

### 1. Взаємодія дигалогеналканів зі спиртовим розчином лугу

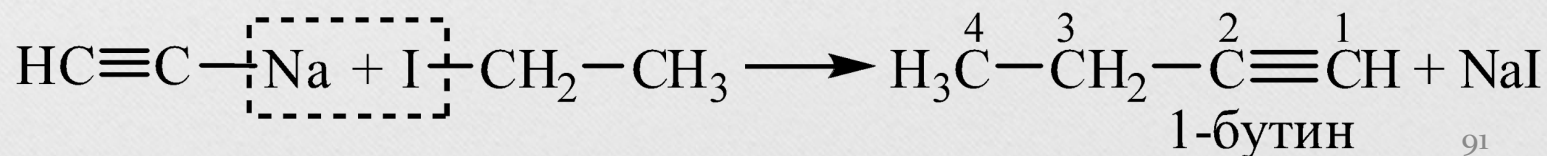




## 2. Взаємодія тетрагалогеналканів з порошкоподібним цинком

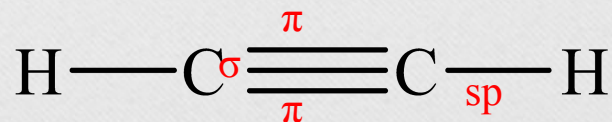
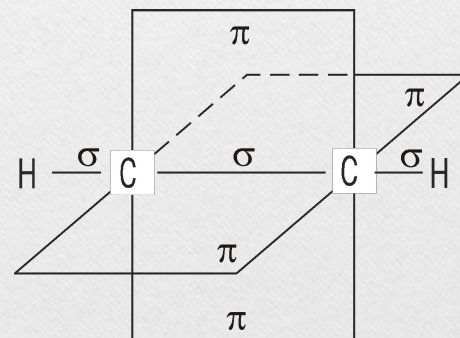
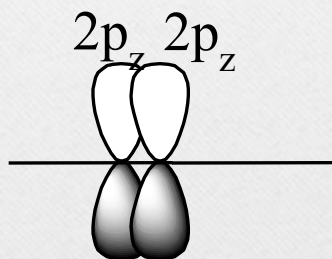
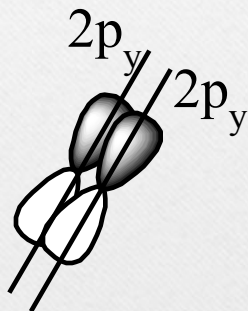
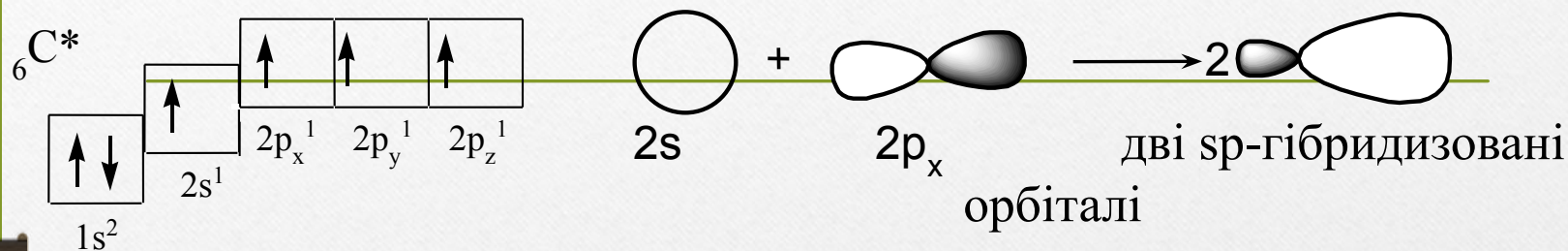


## 3. Алкілування ацетиленідів лужних металів



# Будова молекули етину

У збудженому стані електрони атома Карбону знаходяться на таких атомних орбіталях (АО):



sp-гібридизація – це третій валентний стан атома Карбону.



# Хімічні властивості алкінів

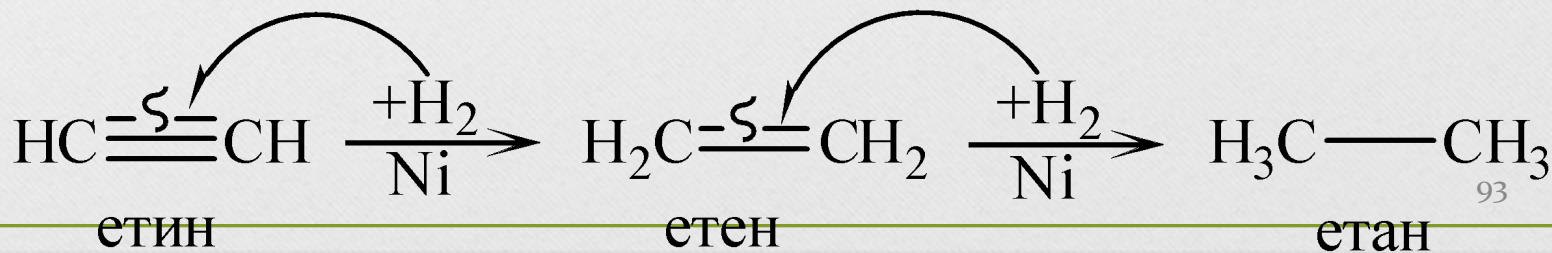
Хімічні властивості алкінів зумовлені наявністю в їх молекулах потрійного зв'язку  $\text{—C}\equiv\text{C—}$

Характерними реакціями для алкінів є:

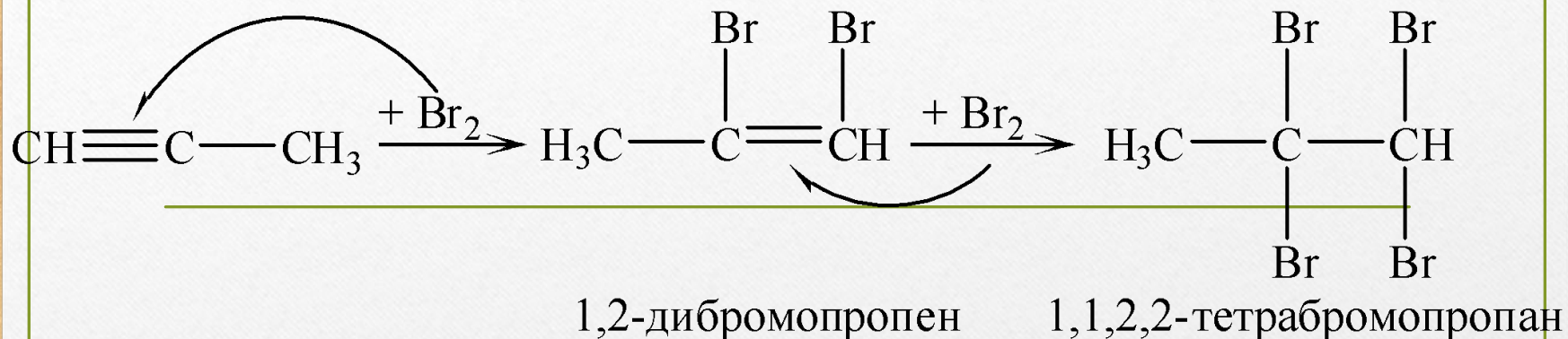
1. Реакції присєднання (*A*-реакції)
2. Реакції заміщення (*S*-реакції)
3. Реакції окиснення
4. Реакції полімеризації

## Реакції присєднання (*A*-реакції)

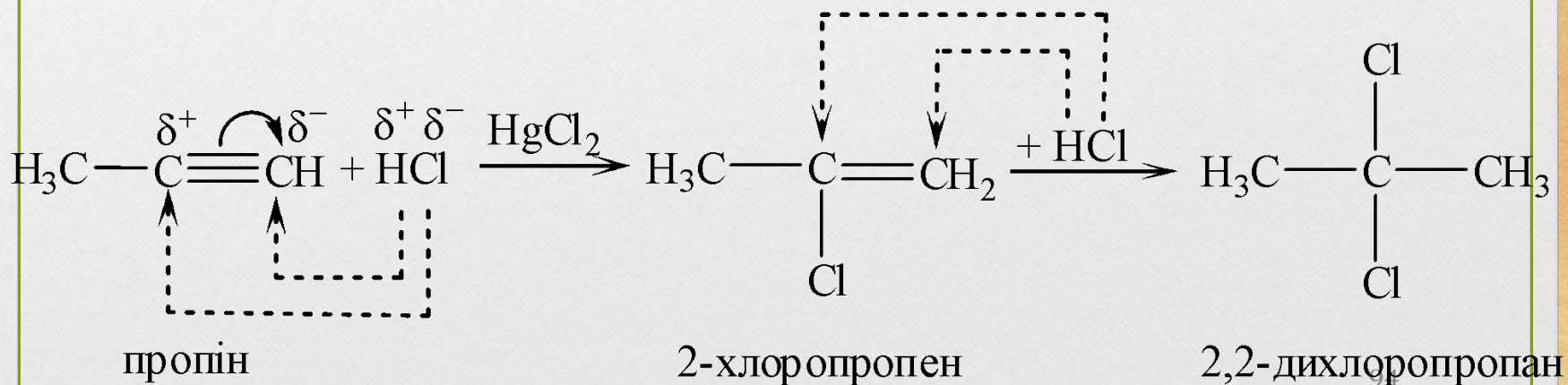
1) Гідрування ( $+\text{H}_2$ )                      кт: Pd, Pt, Ni



## 2) Галогенування

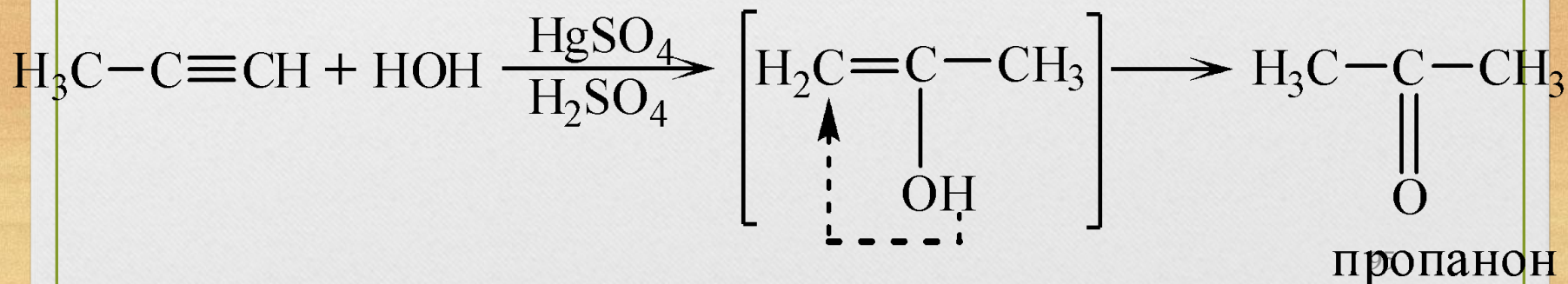
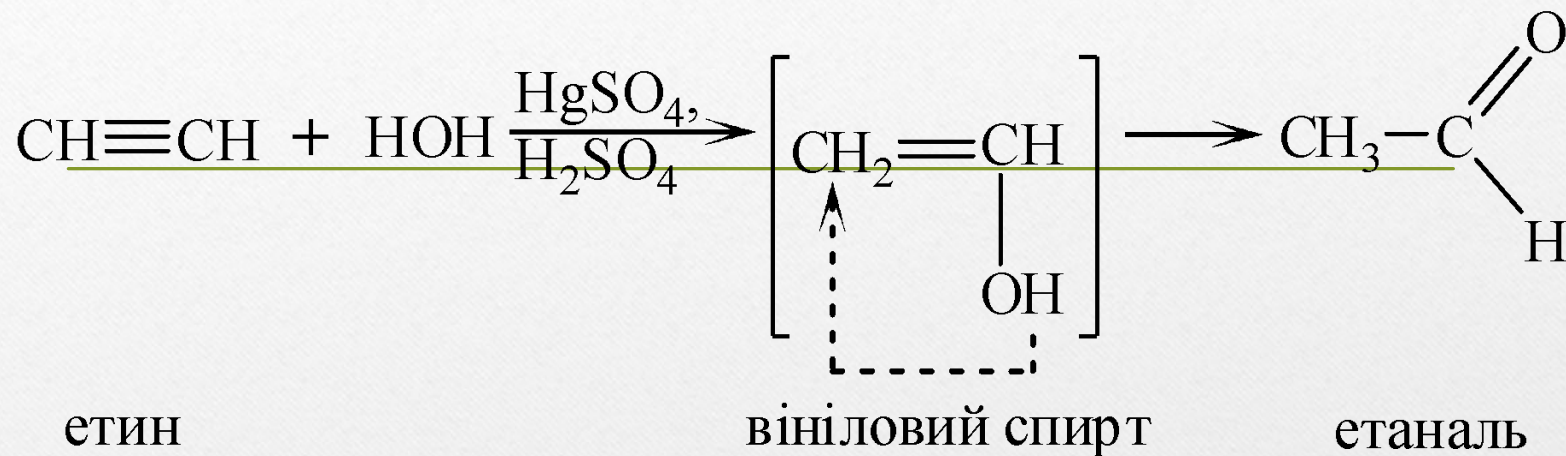


## 3) Гідрогалогенування (за правилом Марковникова)



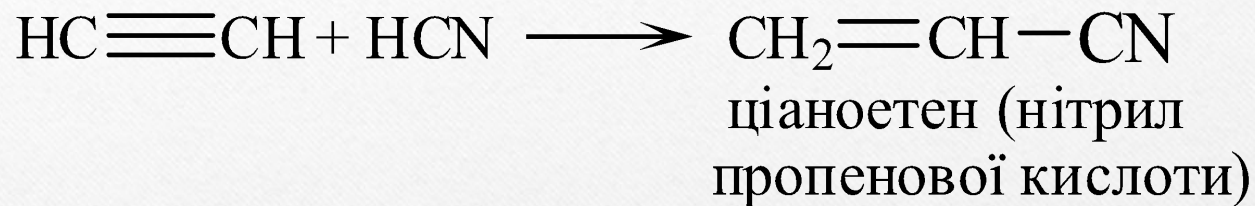


#### 4) Гідратація (+НОН)

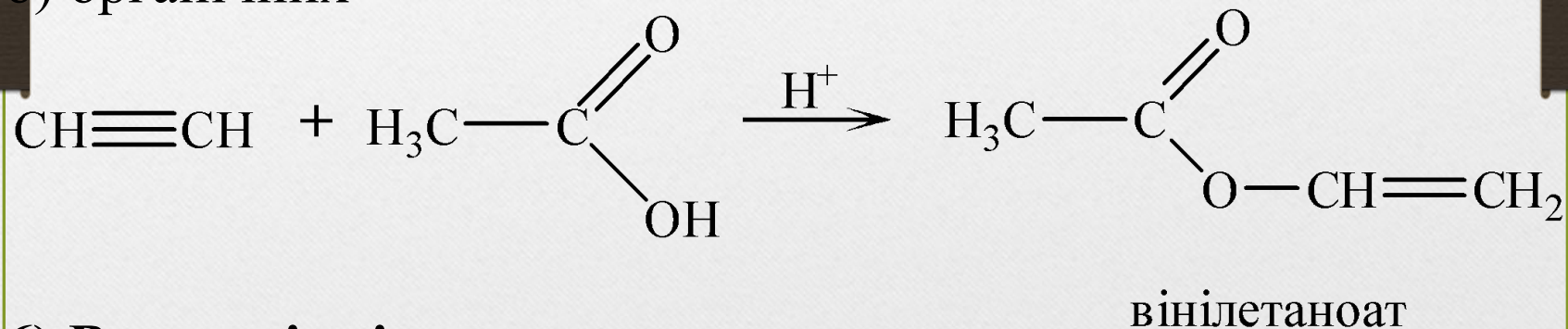


## 5) Приєднання кислот:

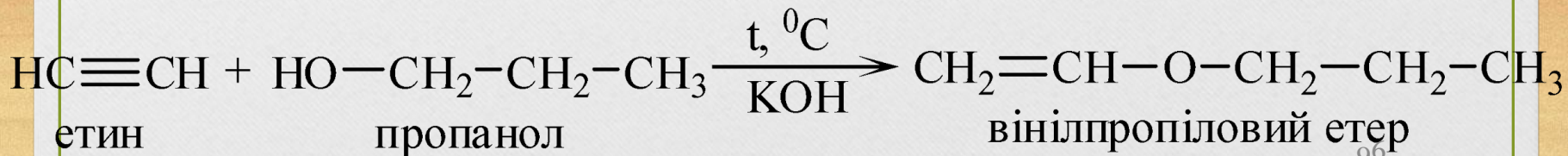
а) мінеральних



б) органічних

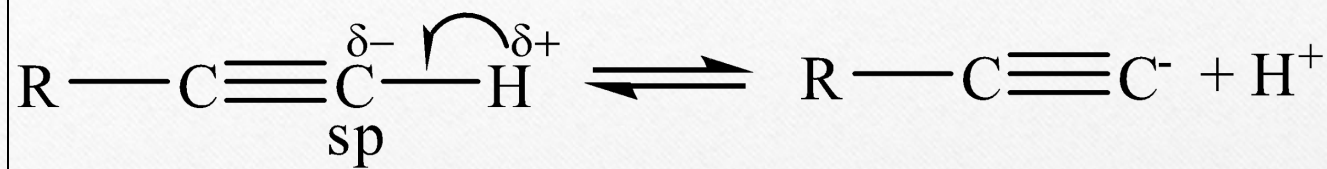


б) Взаємодія зі спиртами

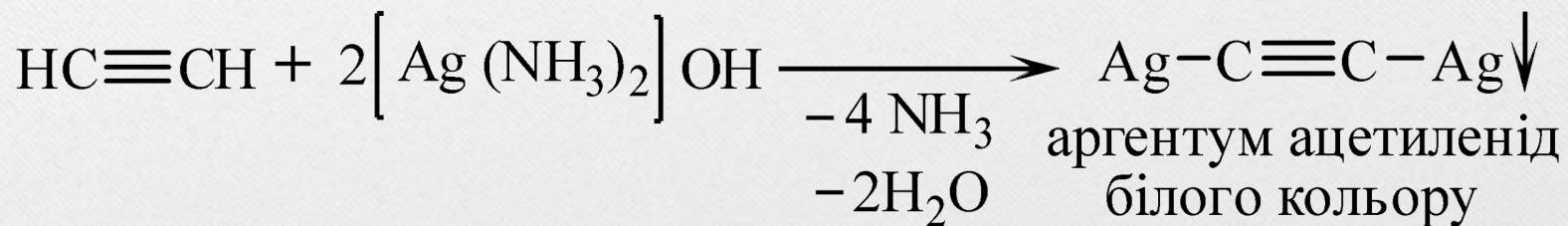




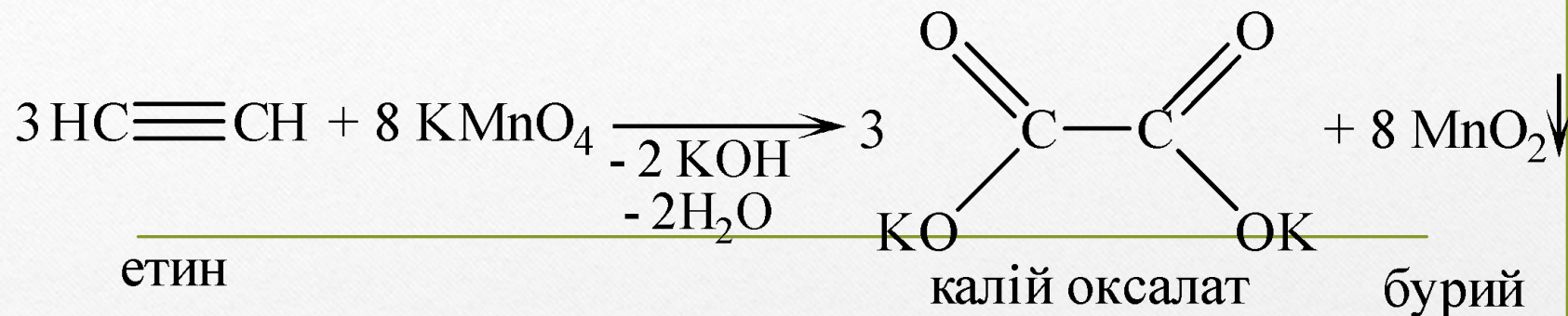
## Реакції заміщення (S-реакції)



### 7) Утворення ацетиленідів металів



## 8) Реакції окиснення



Повне окиснення - горіння

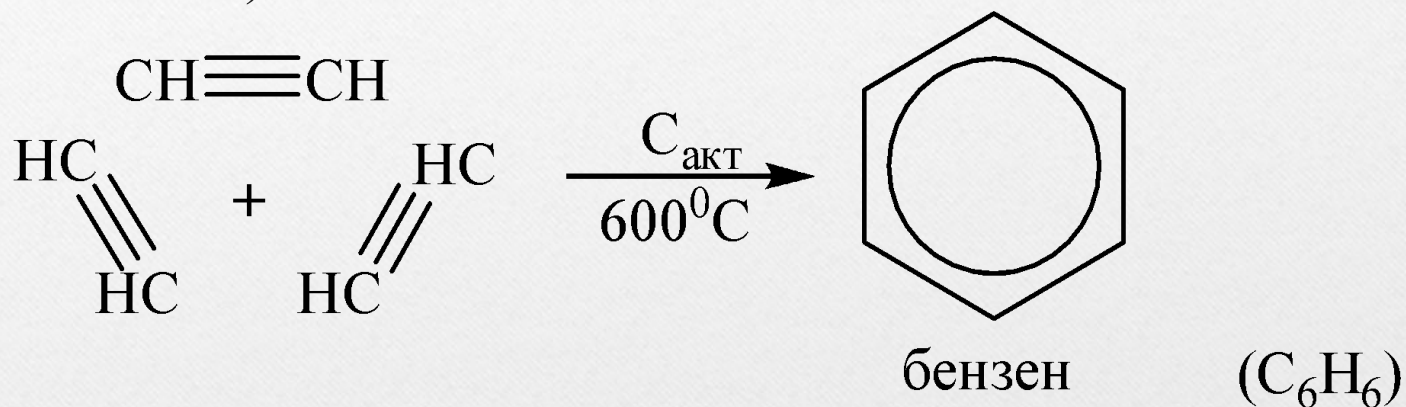




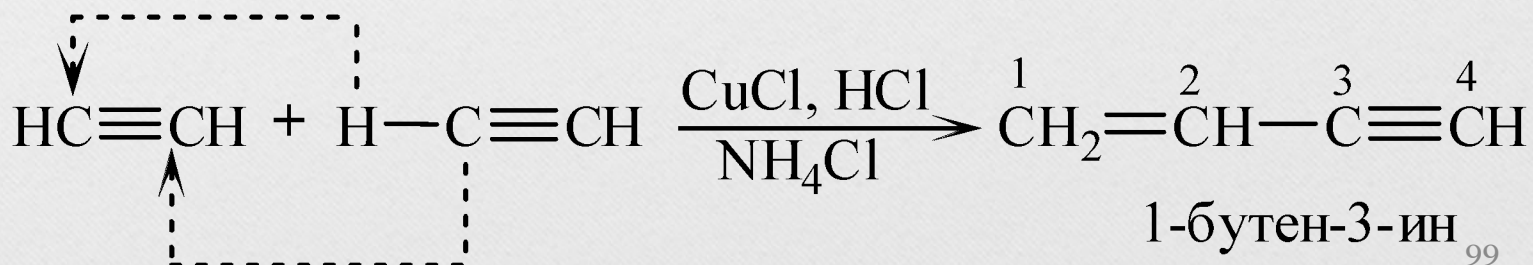
## 9) Полімеризація

*Для етину можлива циклічна і лінійна полімеризація:*

Циклічна полімеризація – *тримеризація* (реакція Зелінського)

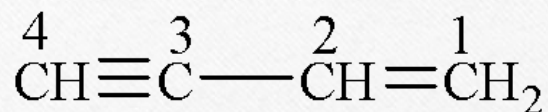


Лінійна полімеризація – *димеризація*



# Застосування алкінів

1-бутен-3-ин



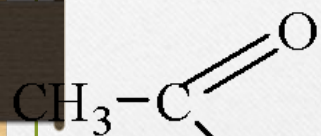
етен

$\text{H}_2$

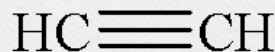
C



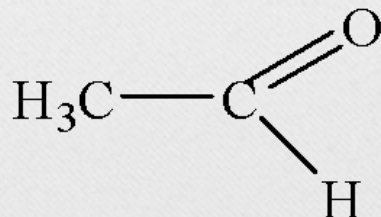
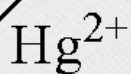
бензен



вінілетаноат  
(вінілацетат)



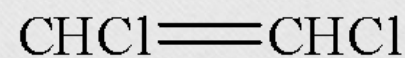
вінілхлорид



етаналь



ціаноетен  
(акрилонітрил)



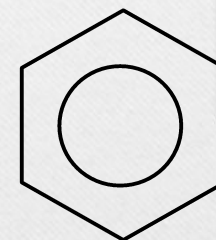
1,2-дихлоретен



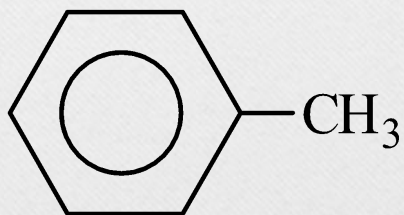
**Ароматичні вуглеводні (арени)** – це циклічні вуглеводні, які містять не менше ніж одне бензенове кільце.

Загальна формула аренив  $C_nH_{2n-6}$ , де  $n \geq 6$ .

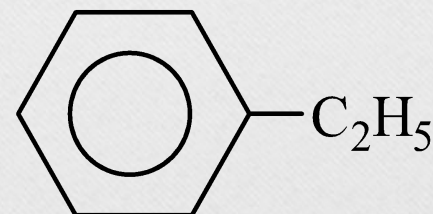
Першим представником аренив є бензен (бензол):



Гомологи бензену:



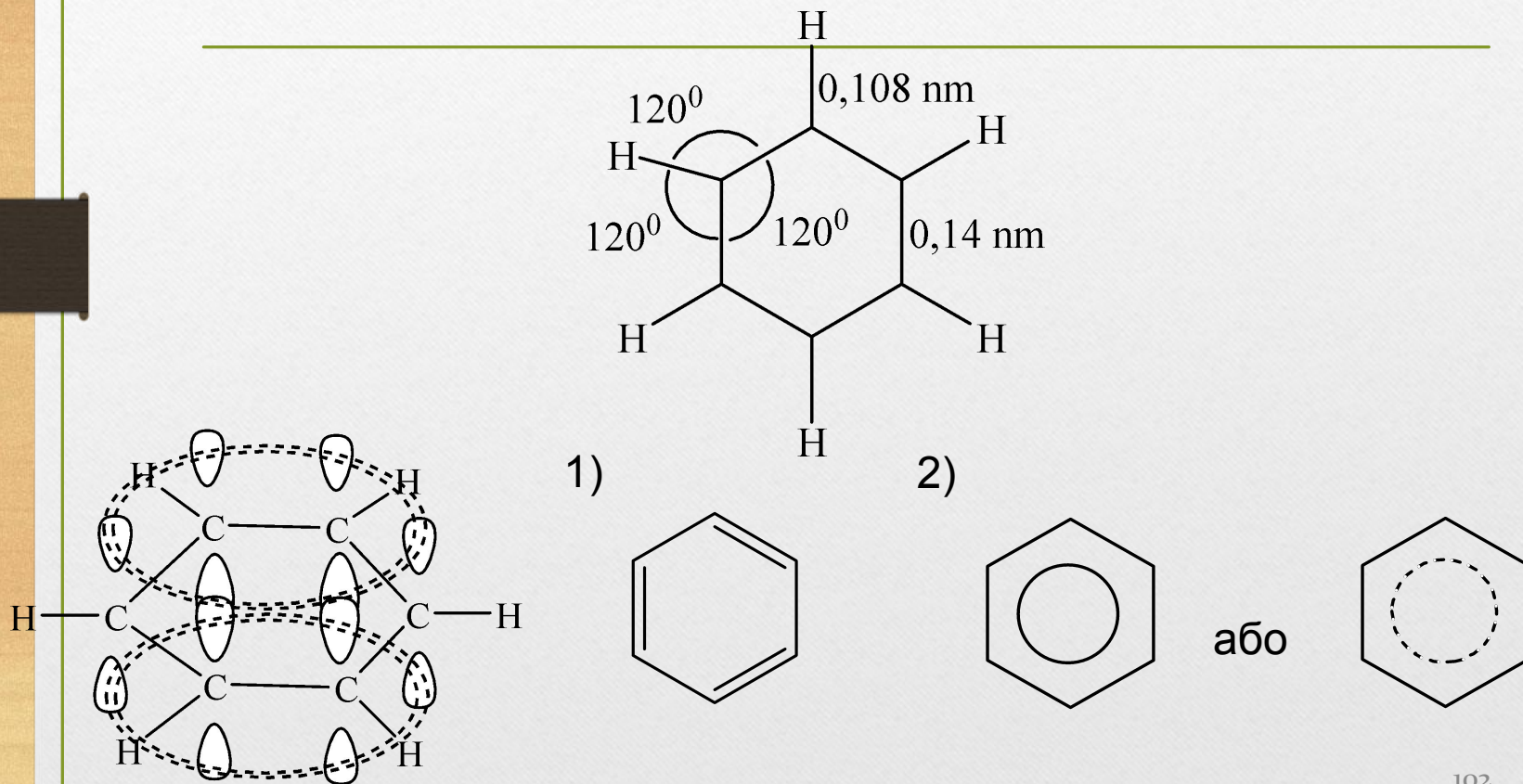
толуен  
(метилбензен)



етилбензен

# Будова молекули бензену

Атом Карбону в молекулі бензену знаходиться в  $sp^2$ -гібридизованому стані.

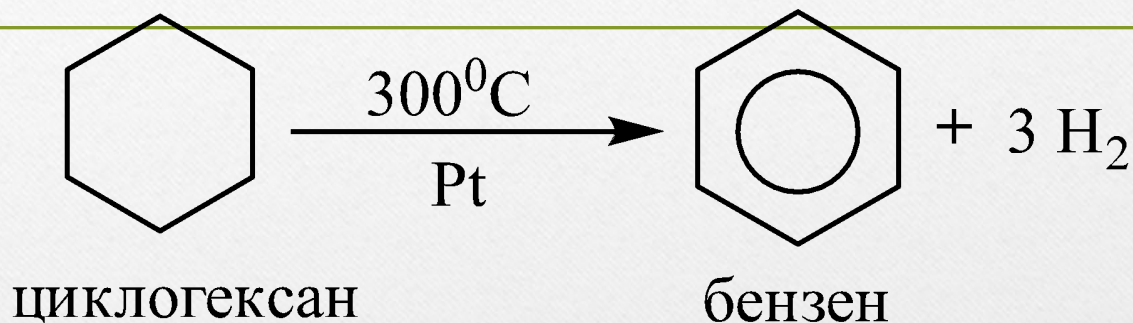




# Способи одержання

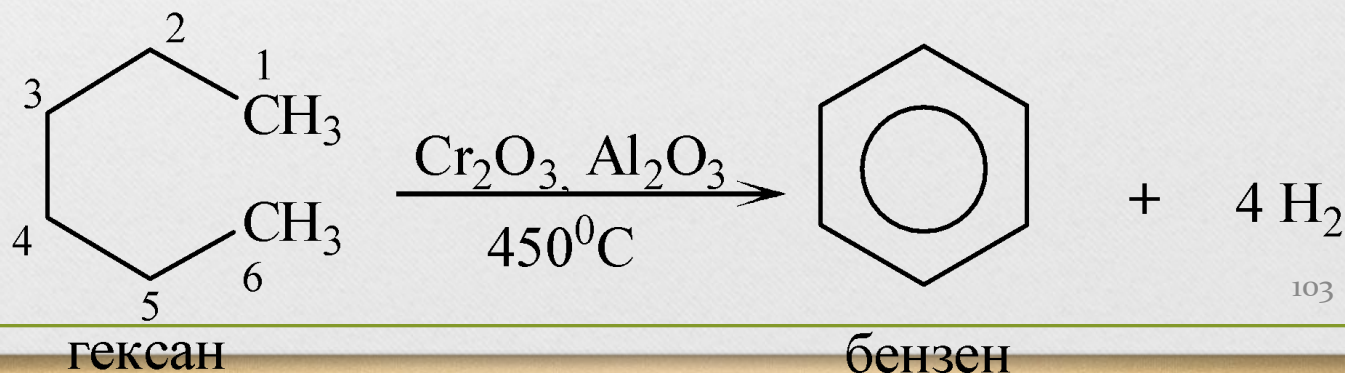
1. Виділення з нафти

2. Дегідрування циклоалканів

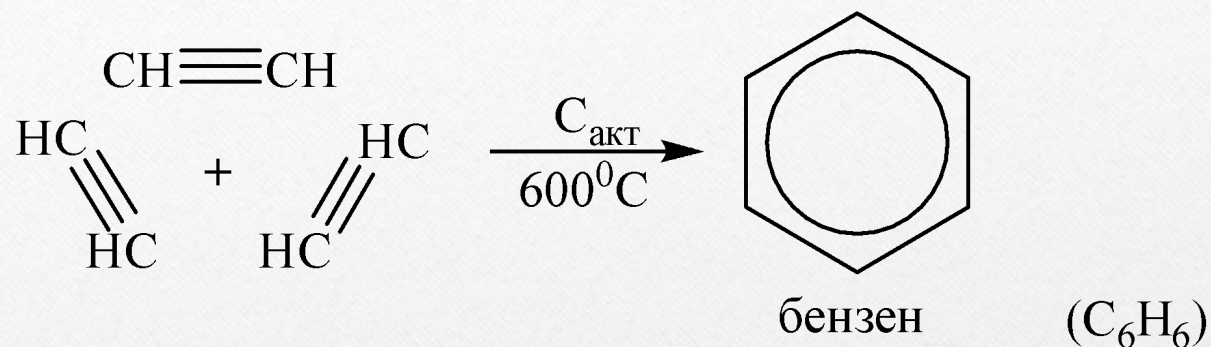


3. Дегідроциклізація алканів (ароматизація алканів)

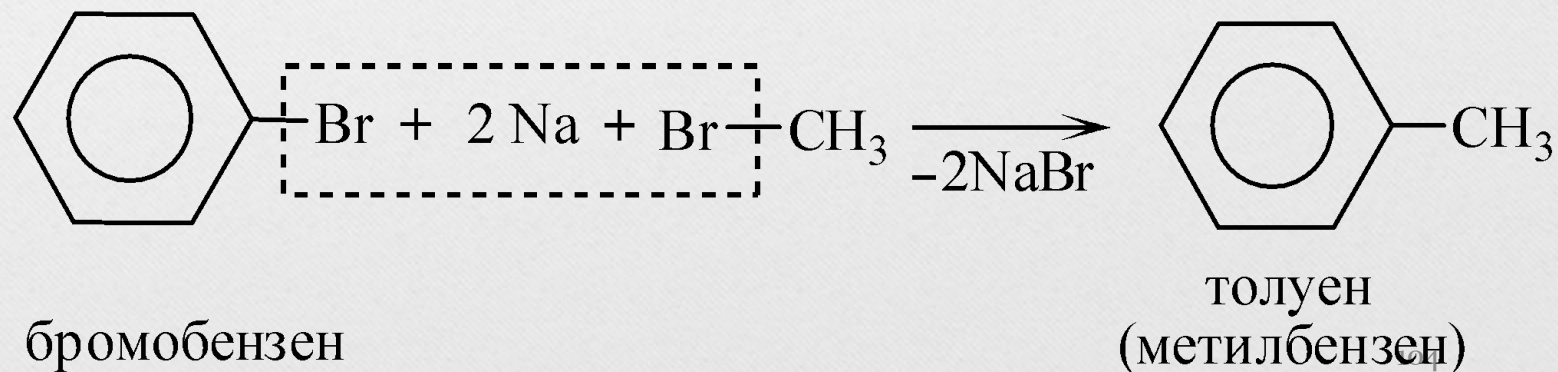
кт: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>



#### 4. Циклічна тримеризація етину:

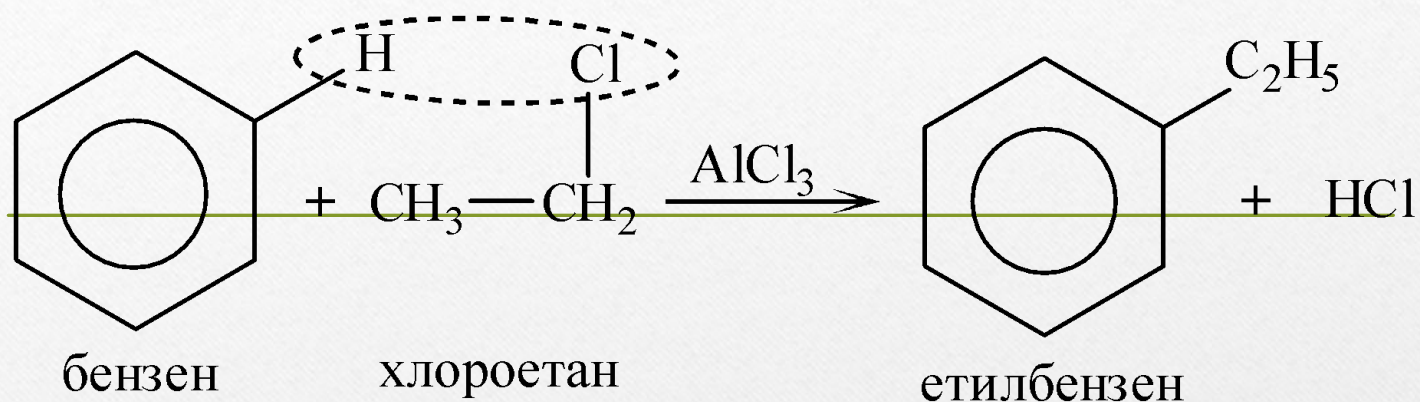


#### 5. Реакція Фіттіга – Вюрца ( взаємодія галогенарилів та галогеналканів з металічним натрієм)

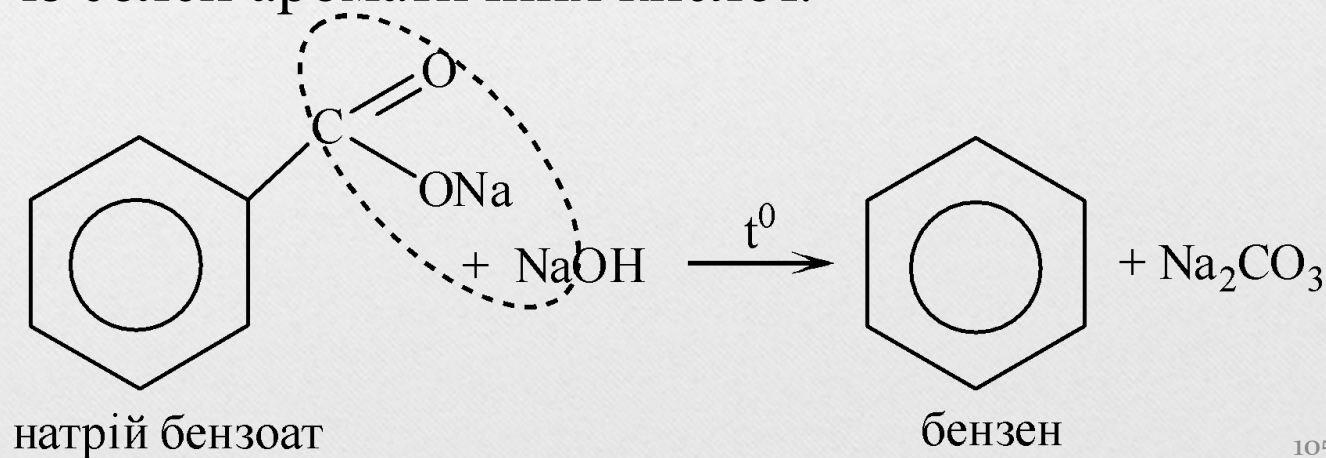




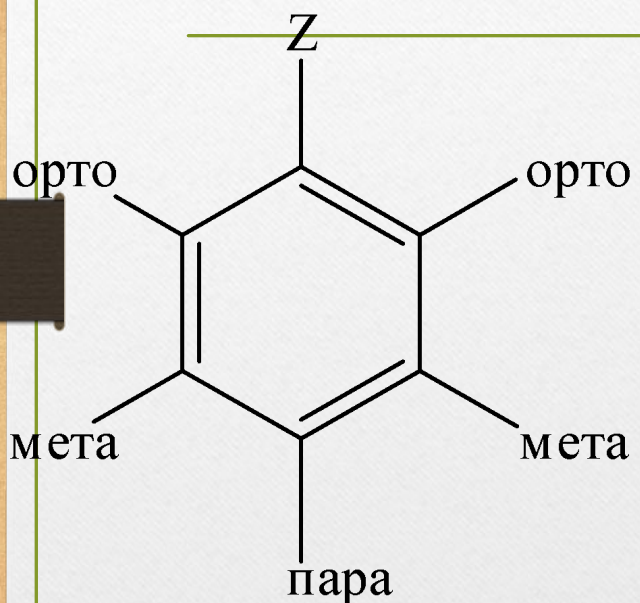
**6. Реакція Фріделя-Крафтса** – це реакція алкілювання аренів галогеналканами, алкенами, спиртами.



**7. Синтез із солей ароматичних кислот.**



# Правила заміщення в ароматичному ядрі



Z – замісник

- *орієнтанти першого роду:*

Cl-, Br-, I-,  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{OH}$  спрямовують нові замісники в орто- (o-) і пара- (p)- положення. Орієнтанти першого роду – донори електронів.

- *орієнтанти другого роду:*

$-\text{NO}_2$ ,  $-\text{SO}_3\text{H}$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{CHO}$

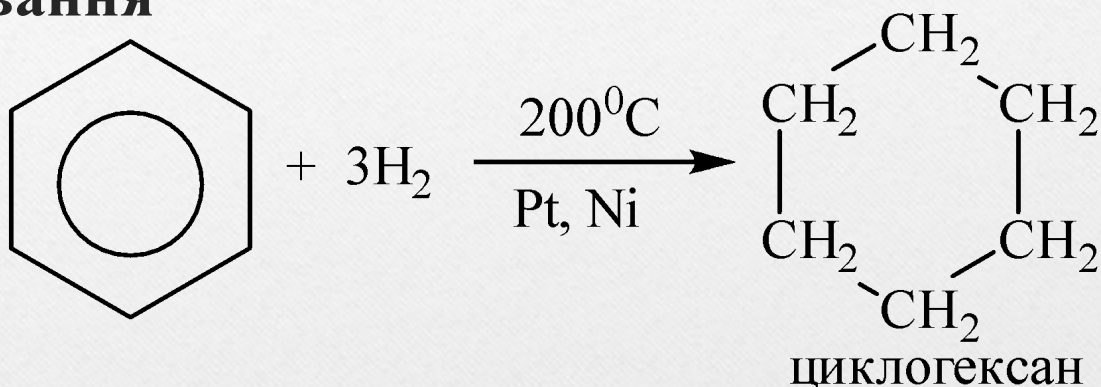
спрямовують нові замісники в мета- (m-) положення. Вони є акцепторами електронів.



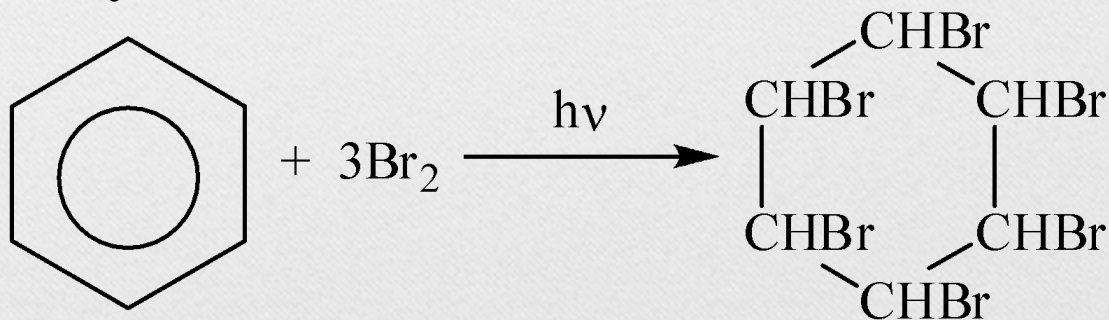
# Хімічні властивості бензену та його гомологів

## Реакції приєднання

### 1. Гідрування



### 2. Галогенування

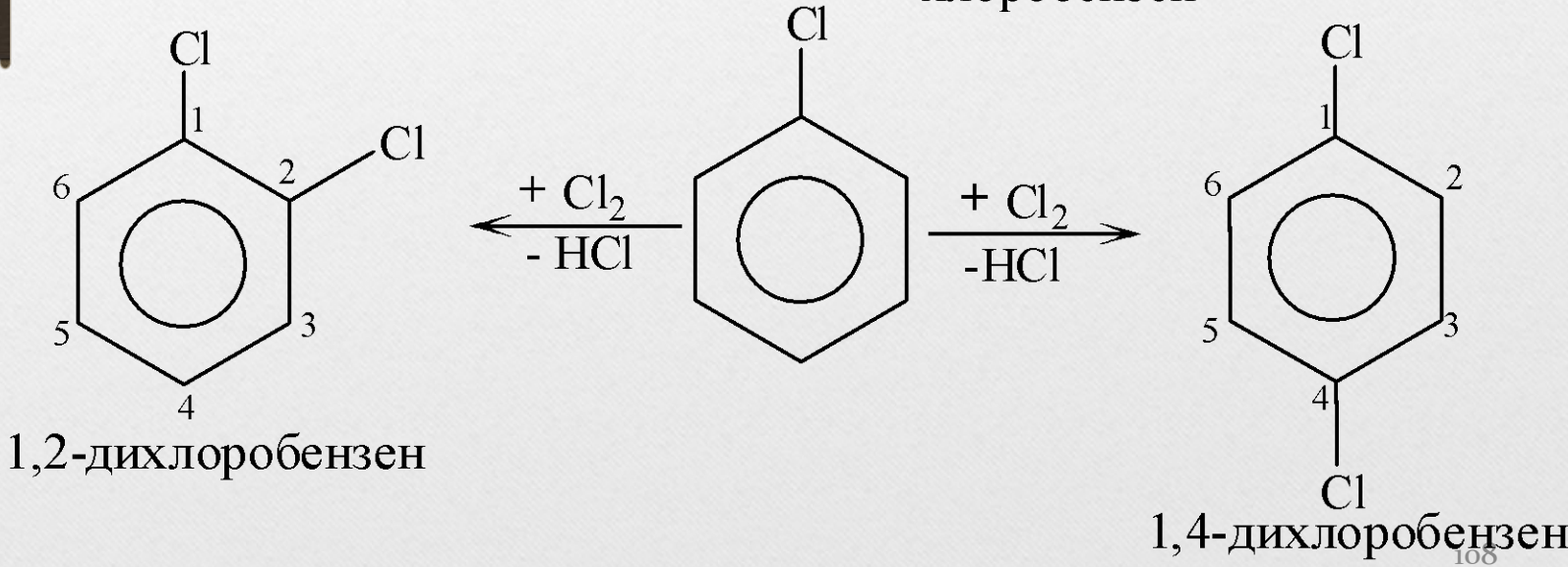
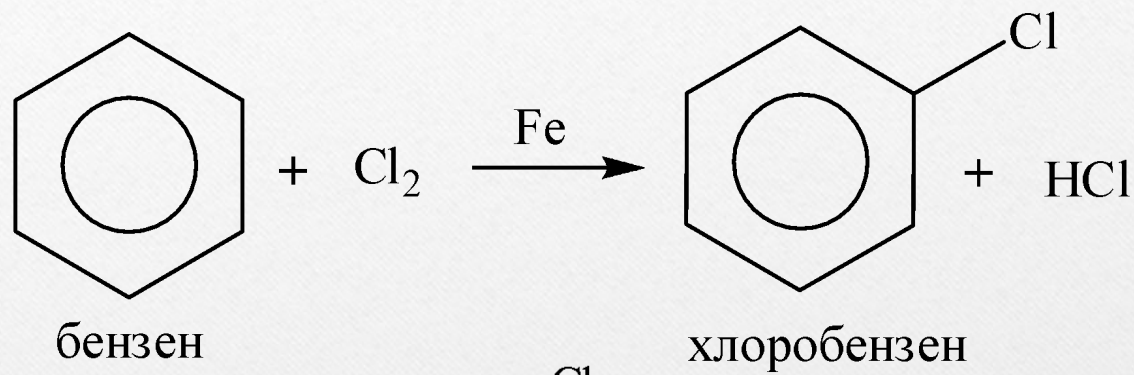


гексабромциклогексан

# Реакції заміщення

## 3 Галогенування в присутності каталізаторів

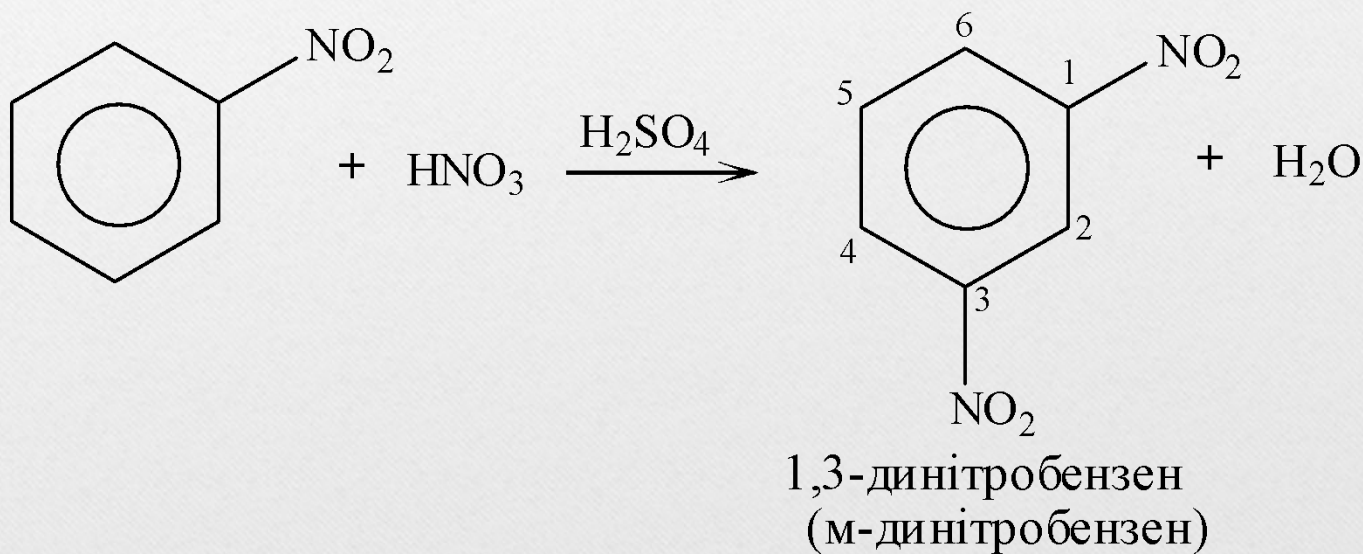
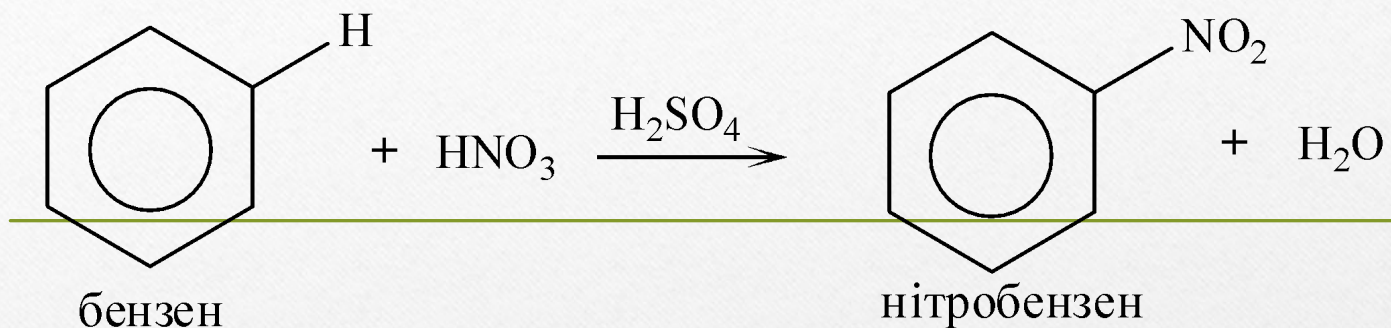
Каталізатори: Fe, FeCl<sub>3</sub>, AlCl<sub>3</sub>.





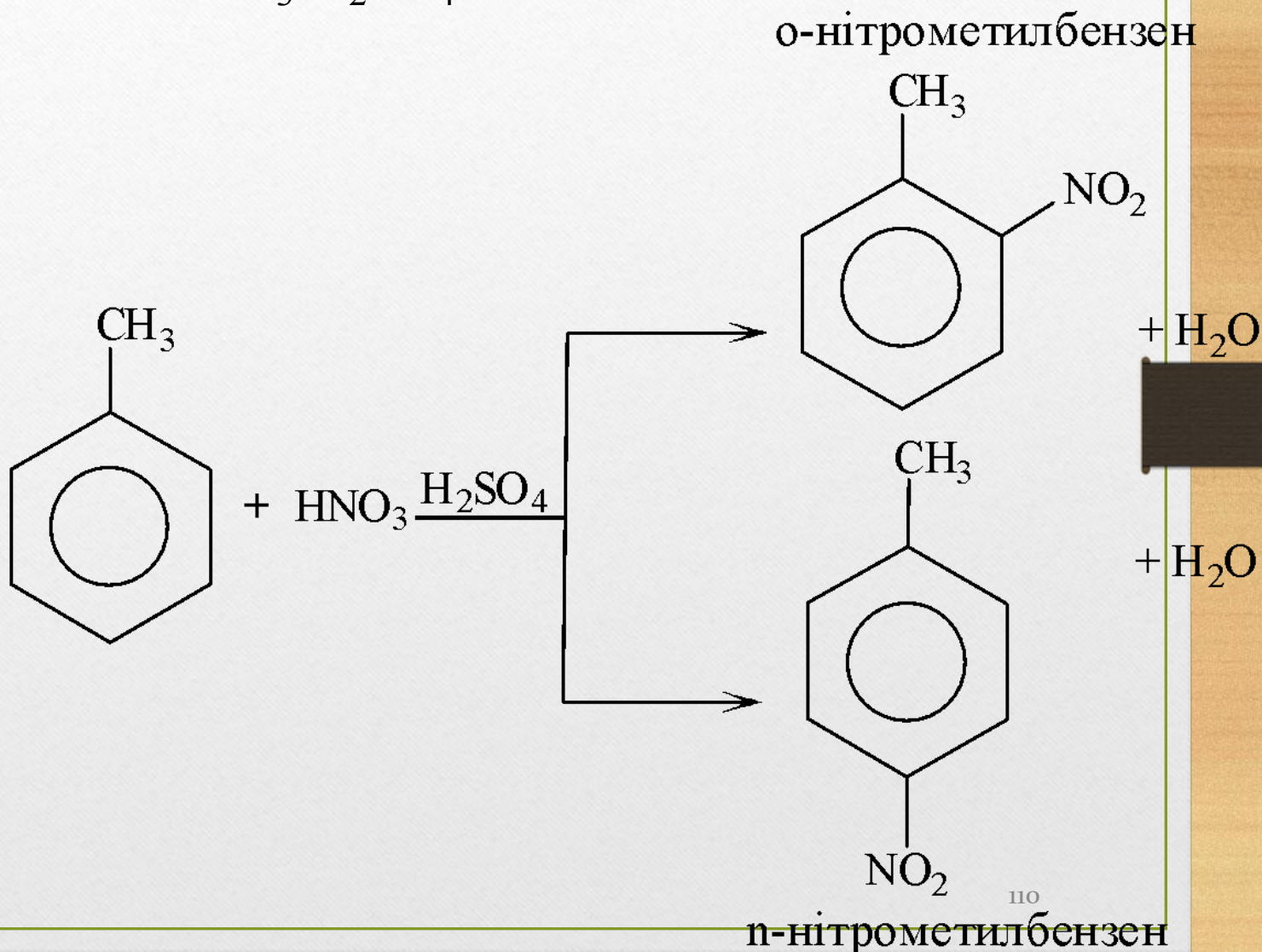
## 4 Нітрування бензену

„Нітруюча суміш”  $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4=1:2$  (об.)



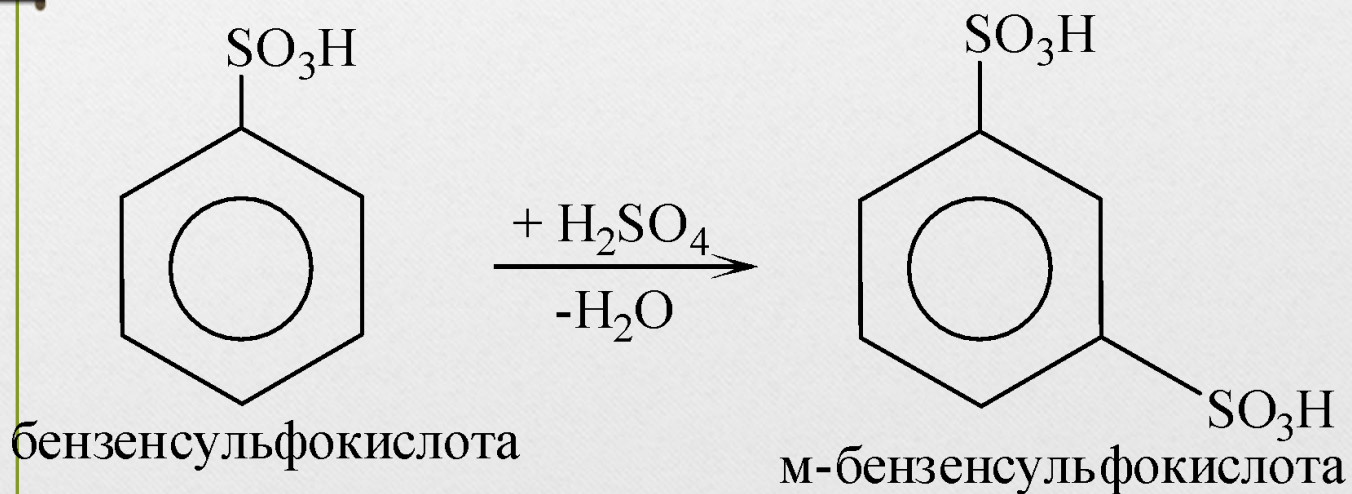
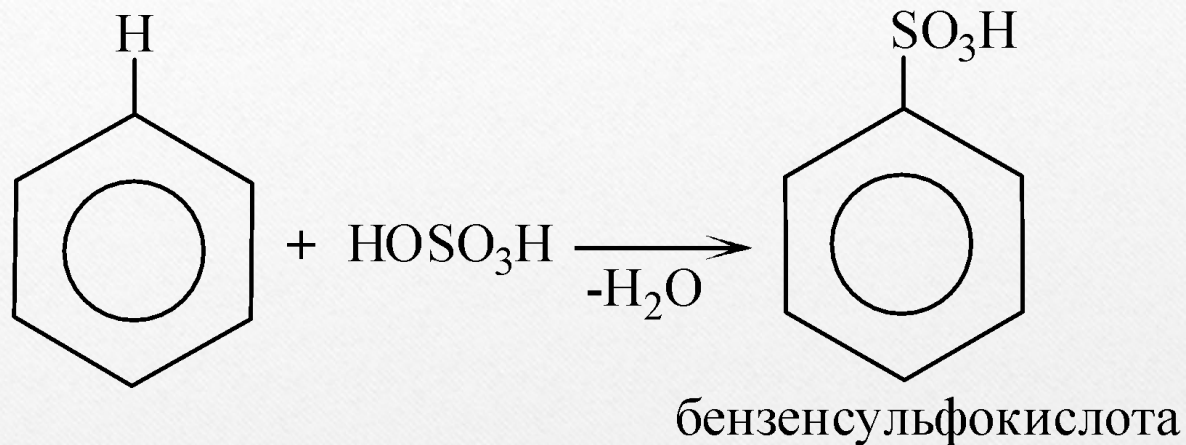
## 5 Нітрування гомологів бензену

„Нітруюча суміш”  $\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{SO}_4=1:2$  (об.)



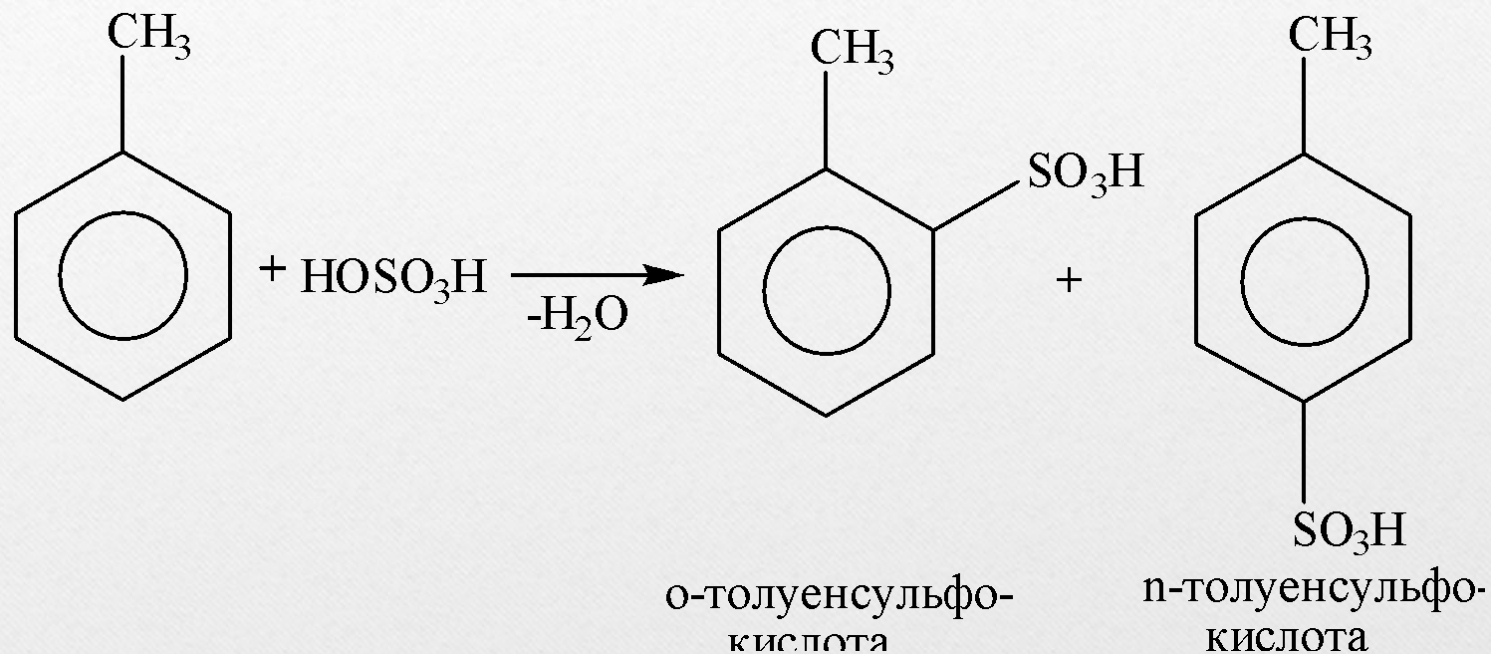


## 5 Сульфування бензену - $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{к})$



## 6 Сульфування гомологів бензену

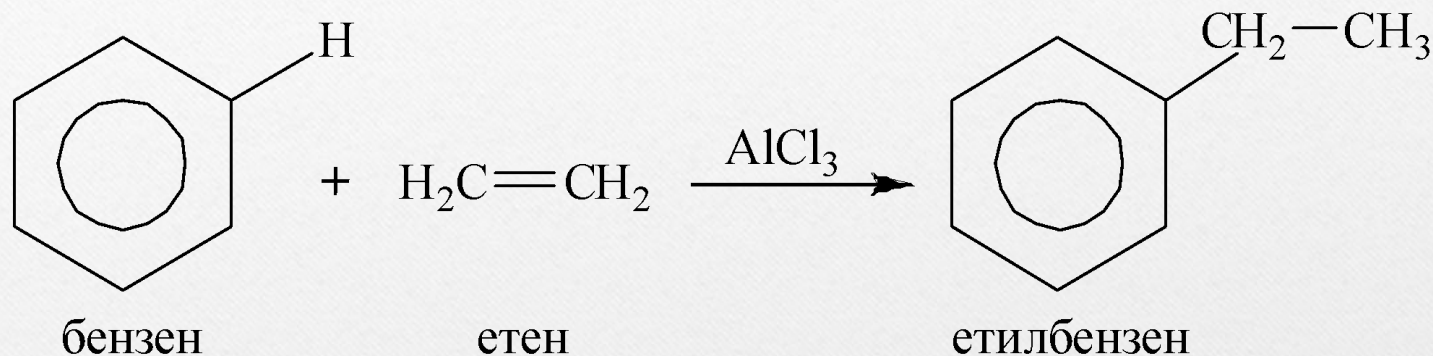
Метилбензен (толуен) при нагріванні з концентрованою  $\text{H}_2\text{SO}_4$  утворює толуенсульфокислоти:



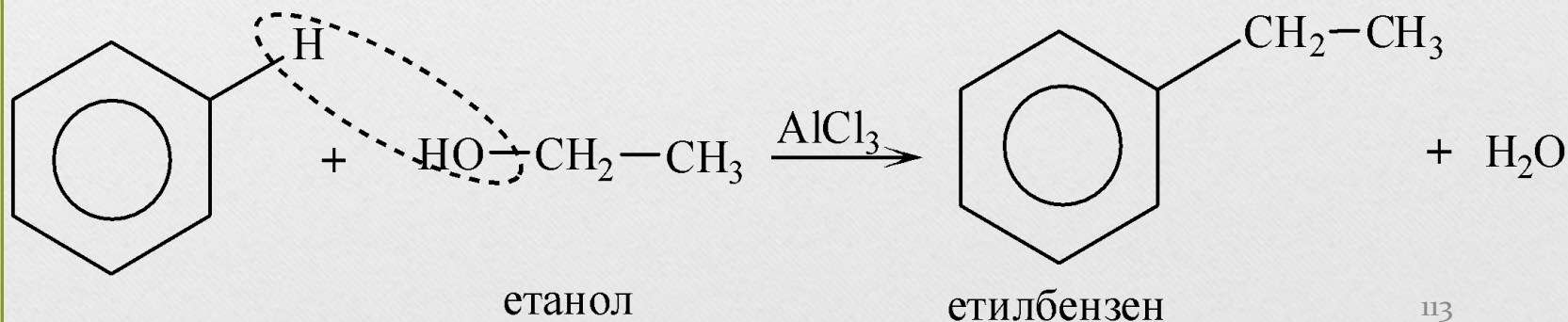


## 7 Алкілювання (реакція Фріделя-Крафтса) кт: $\text{AlCl}_3$ , $\text{FeCl}_3$ , $\text{ZnCl}_2$

алкілюючий агент – алкен:

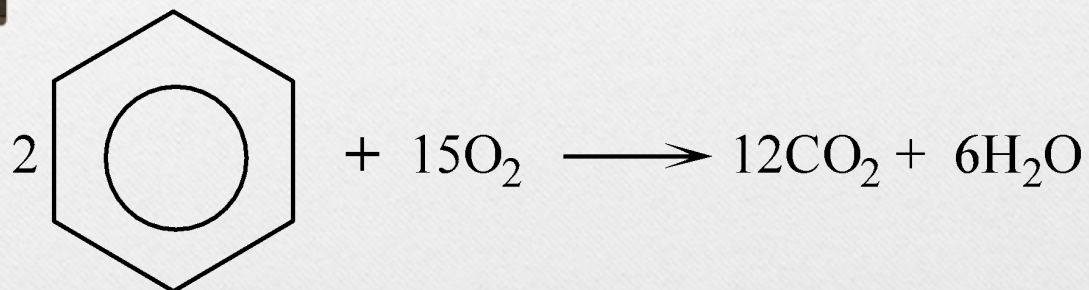
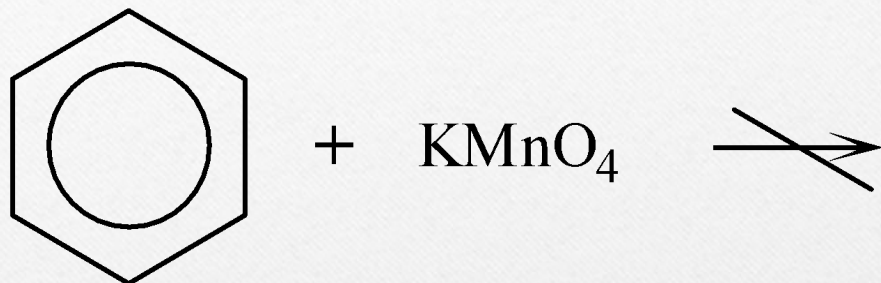


алкілюючий агент – спирт:



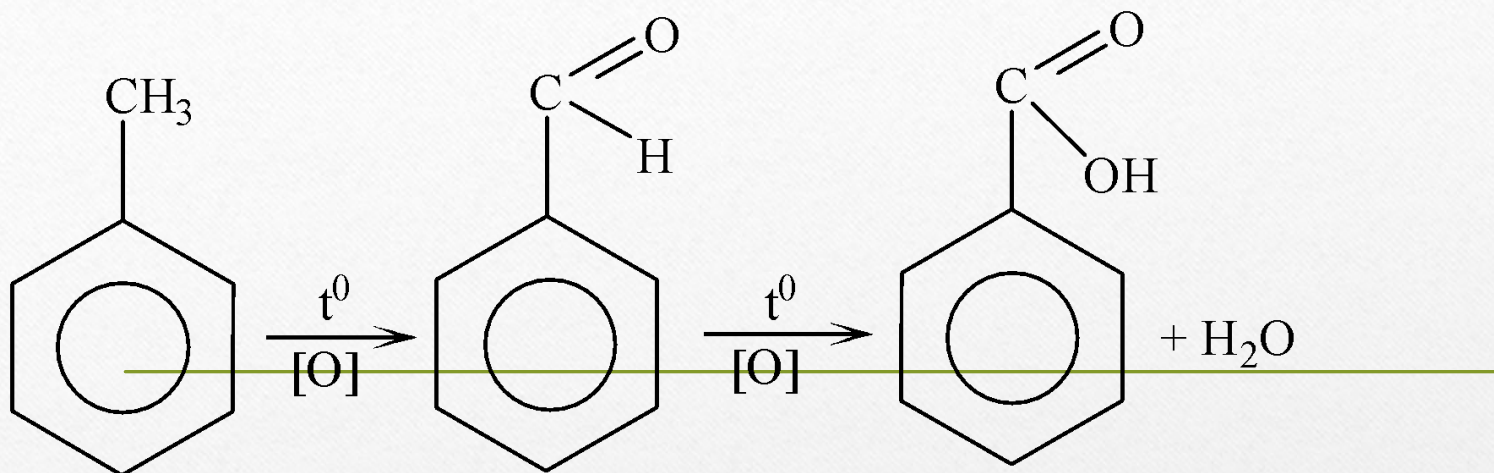
## 8 Реакції окиснення

Бензен дуже стійкий до дії окиснювачів він не знебарвлює бромну воду та розчин калій перманганату.



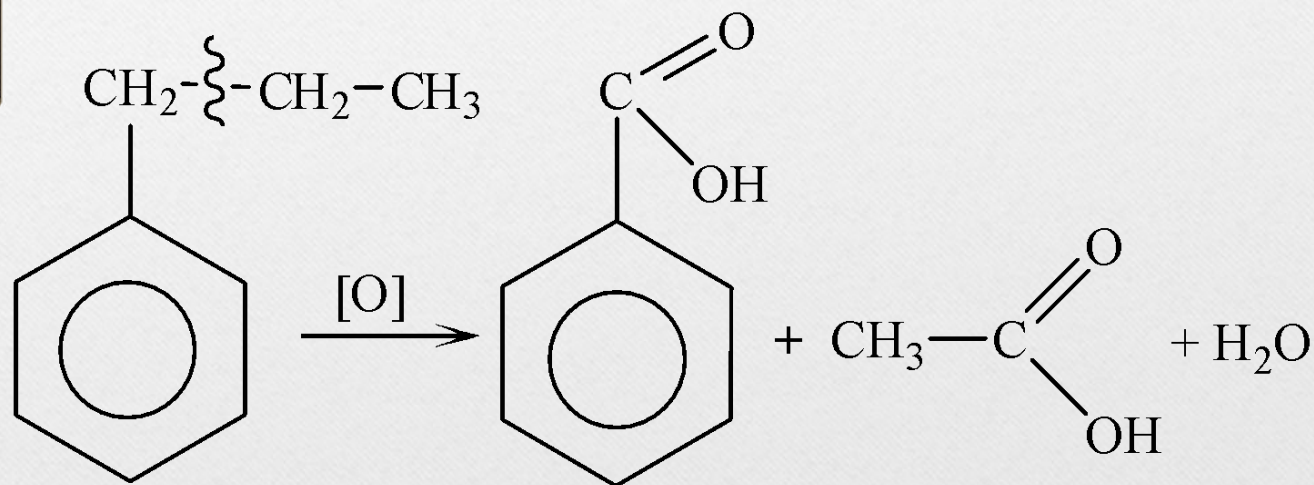


## 9 Реакції окиснення гомологів бензену



бензальдегід

бензенова кислота

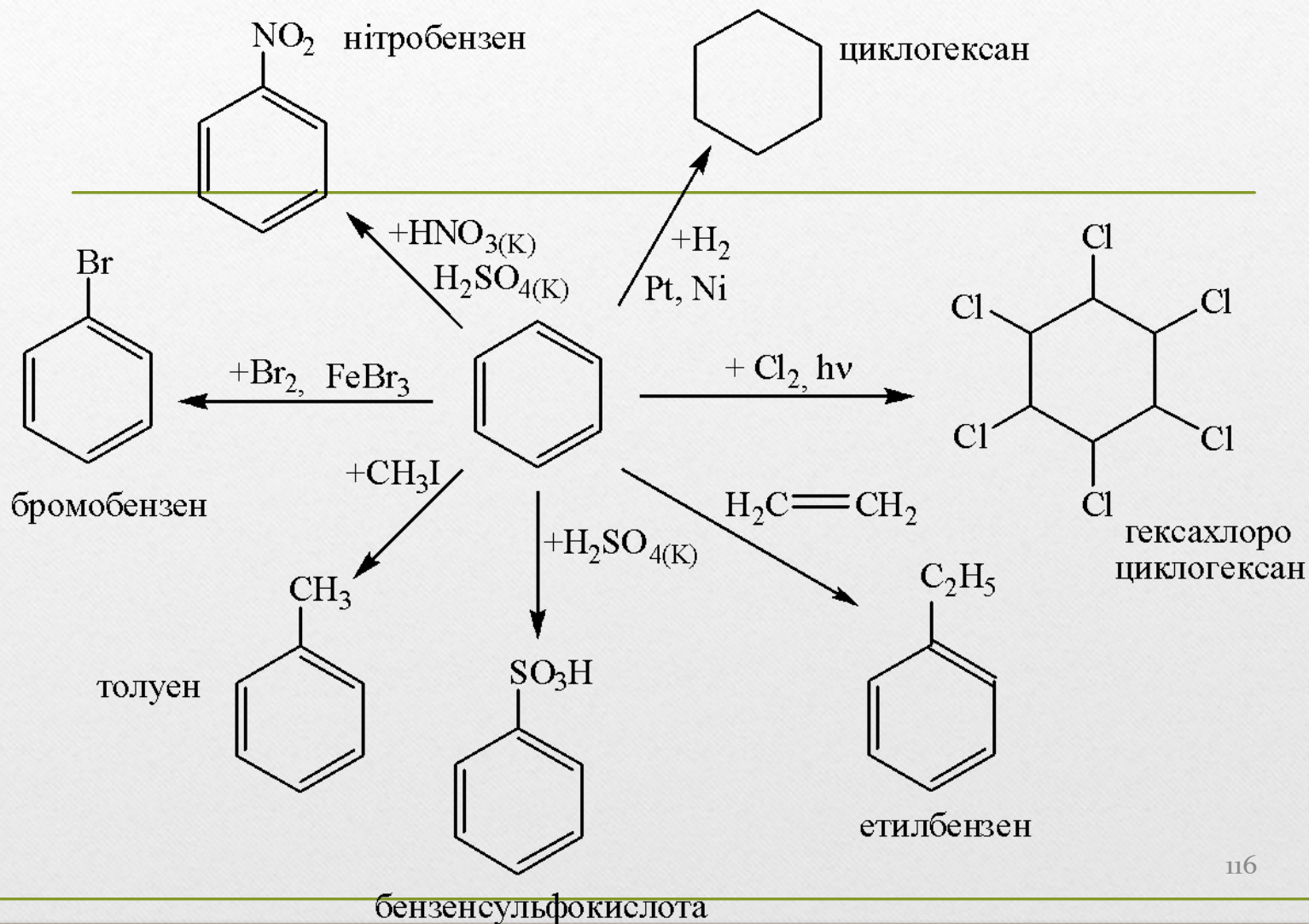


пропілбензен

бензенова  
кислота

етанова  
кислота

# Використання аренів





# Лекція №4

## Галогенопохідні вуглеводнів. Спирти

### Програмні питання:

- Галогенопохідні вуглеводнів
- Класифікація. Номенклатура. Ізомерія
- Способи одержання
- Фізичні, хімічні властивості
- Застосування окремих представників галогенопохідних вуглеводнів
- Спирти. Гідроксисполуки
- Класифікація. Номенклатура. Ізомерія
- Способи одержання
- Фізичні та хімічні властивості
- Застосування окремих представників одноатомних спиртів

# Галогенопохідні вуглеводнів

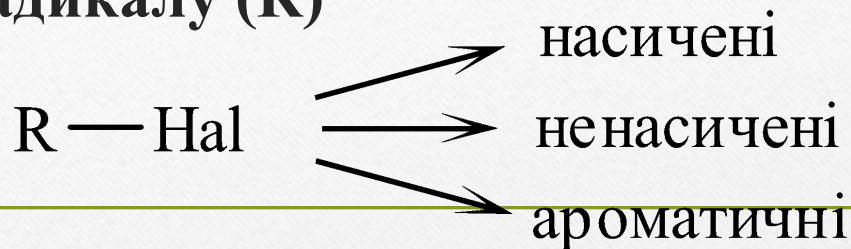
Вуглеводні, в яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на Галоген, називаються галогенопохідними вуглеводнів.

Галогенопохідні вуглеводнів утворюють гомологічний ряд з загальною формулою  $\mathbf{R - Hal}$ , де  $\mathbf{R}$  – вуглеводневий радикал,  $\mathbf{Hal}$  – атом Галогену.

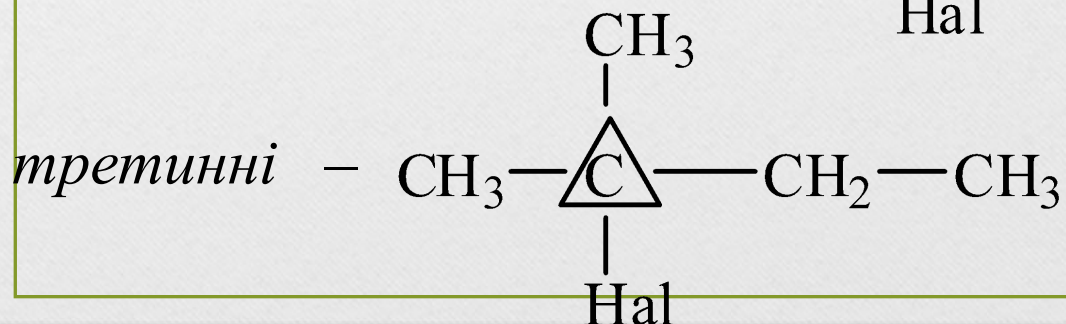
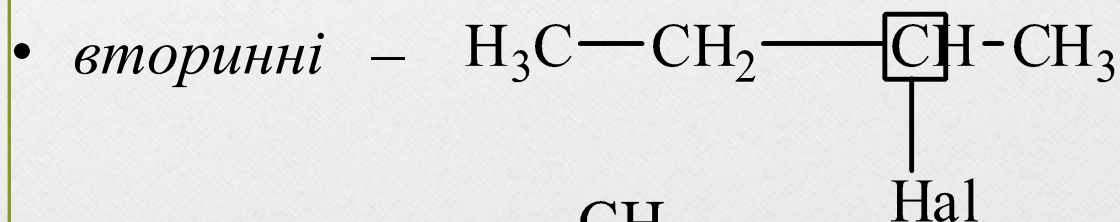


# Класифікація

- а) від природи радикалу (R)



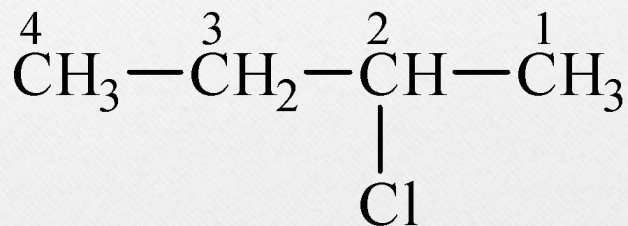
- б) від розміщення атома Галогену



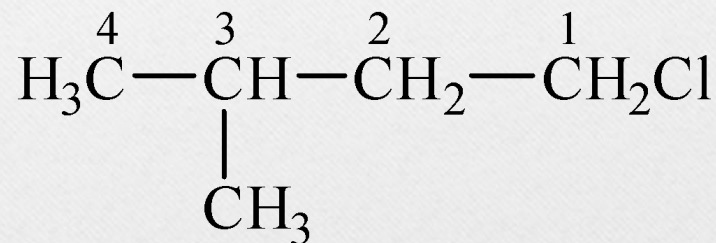
За IUPAC назва галогену знаходиться в префіксі до назви алкану.

## Номенклатура

---



2-хлоробутан

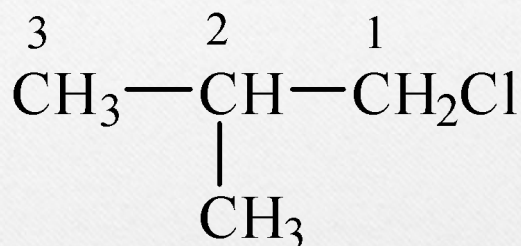


1-хлоро-3-метилбутан

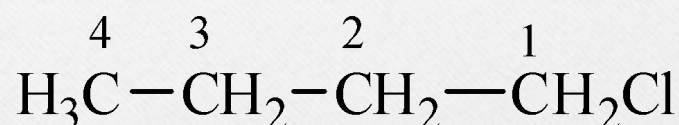


**Структурна ізомерія** вуглеводнів визначається двома факторами:

- будовою основного карбонового ланцюга*

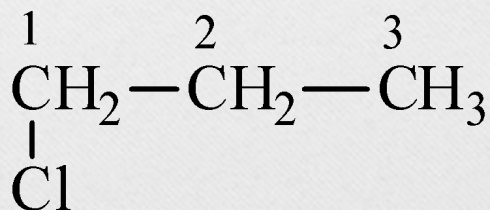


1-хлоро-2-метилпропан

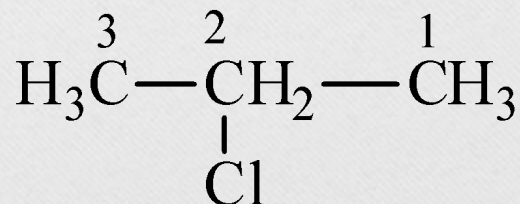


1-хлоробутан

- розміщенням атома Галогену*



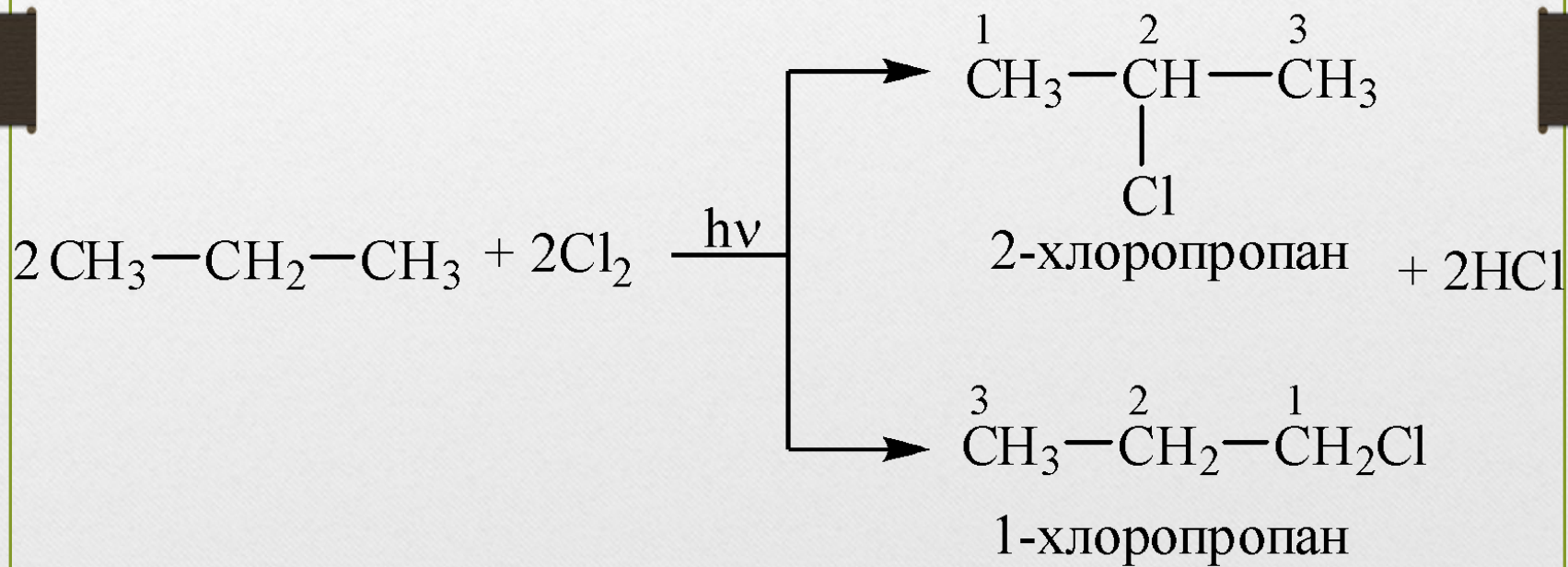
1-хлоропропан



2-хлоропропан

# Способи одержання

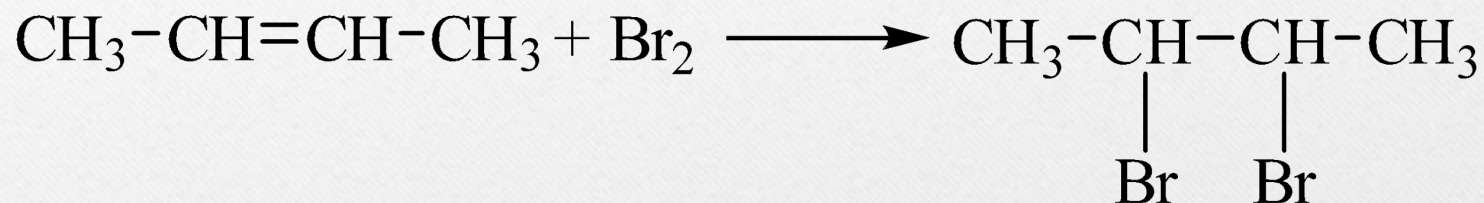
## 1. Взаємодія алканів з галогенами ( $\text{Cl}_2$ , $\text{Br}_2$ , $\text{I}_2$ )



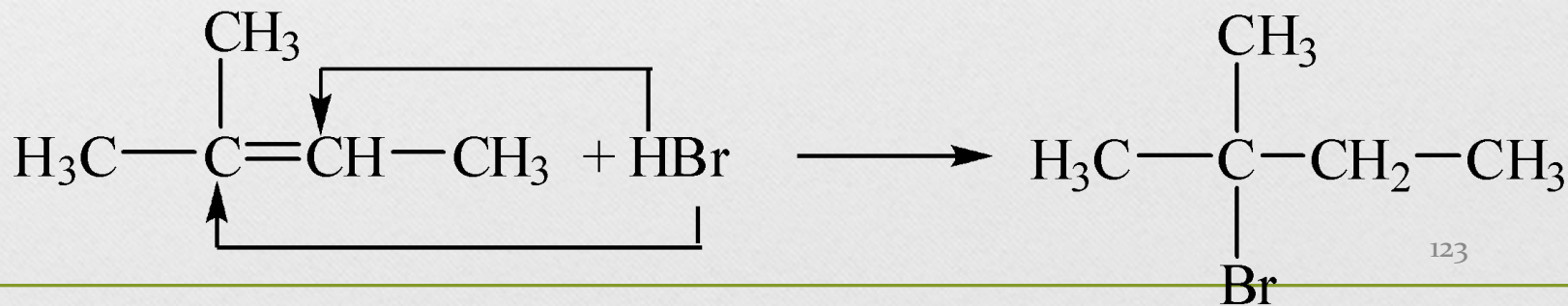


# Способи одержання

## 2. Взаємодія алкенів з галогенами з утворенням дигалогеналканів

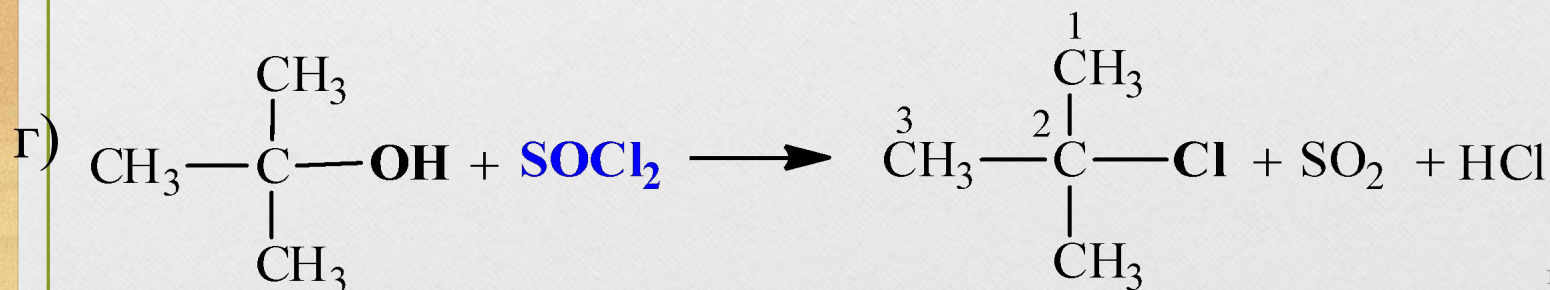
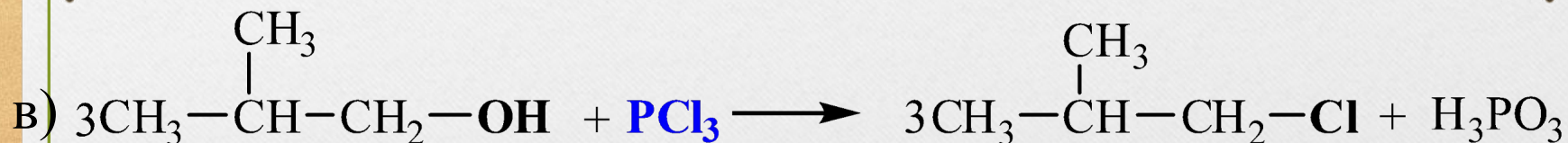
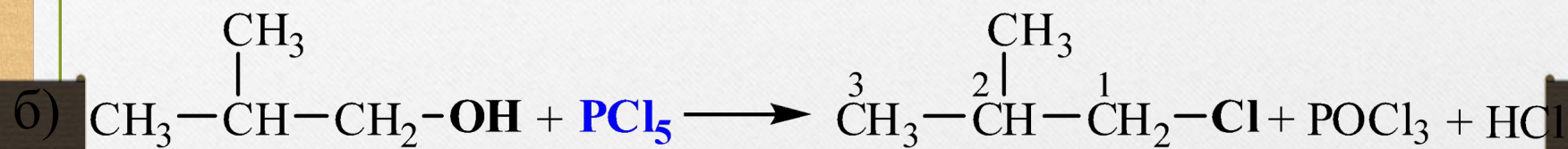


## 3. Приєднання галогеноводнів (HBr, HCl, HI) до алкенів згідно правила Марковникова



# Способи одержання

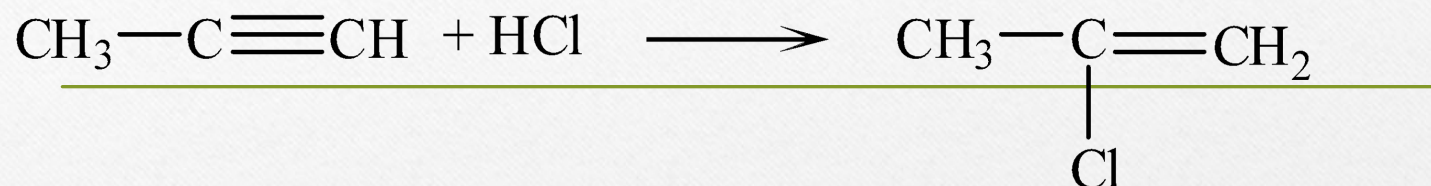
## 4. Заміщення групи $-\text{OH}$ в спиртах на галоген:



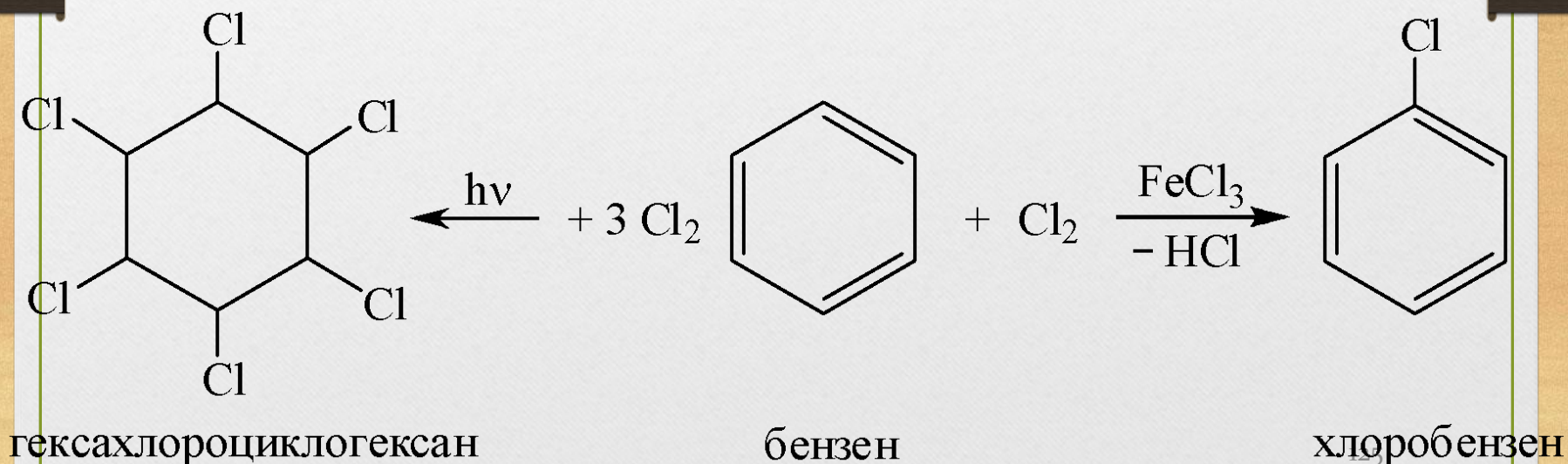


# Способи одержання

## 5. Одержання ненасичених галогенопохідних вуглеводнів

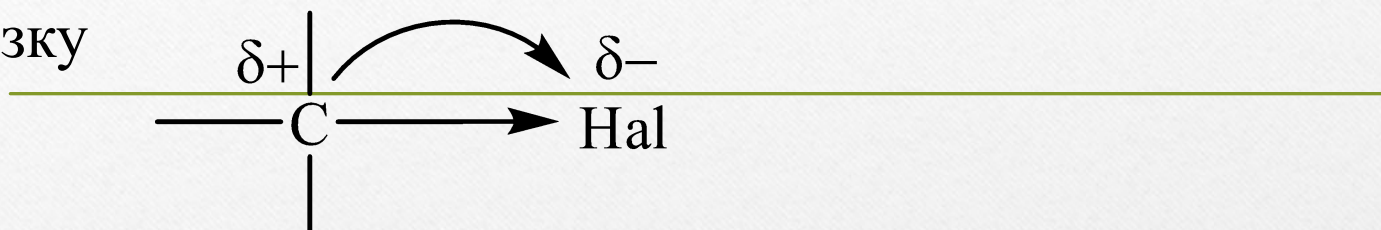


## 6. Одержання ароматичних галогенопохідних вуглеводнів



# Хімічні властивості

Хімічні властивості галогенопохідних вуглеводнів зумовлені наявністю в їх молекулах сильно поляризованого  $\sigma$ -зв'язку

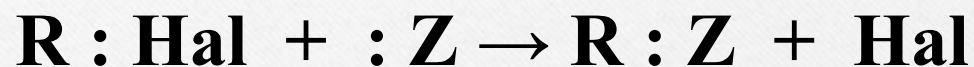


**Характерними реакціями для галогенопохідних вуглеводнів є:**

1. Реакції нуклеофільного заміщення ( $S_N$ -реакції)
2. Відщеплення ( $E$ -реакції)



# Реакції нуклеофільного заміщення (S<sub>N</sub>-реакції)

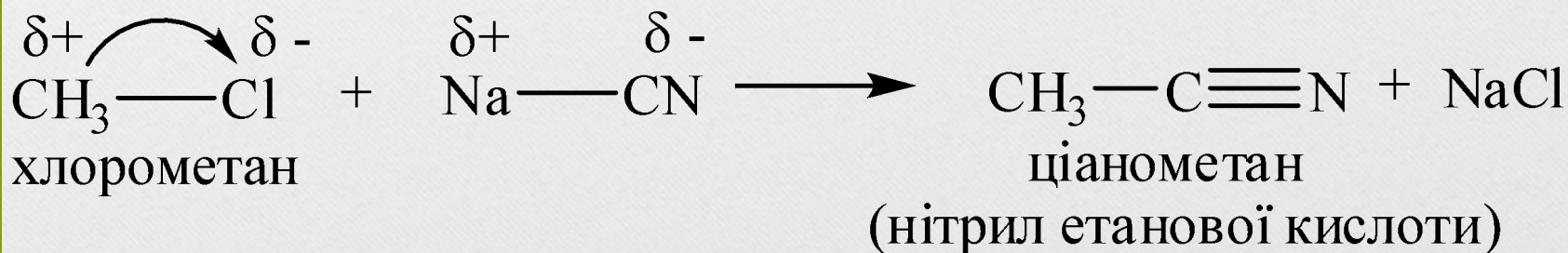
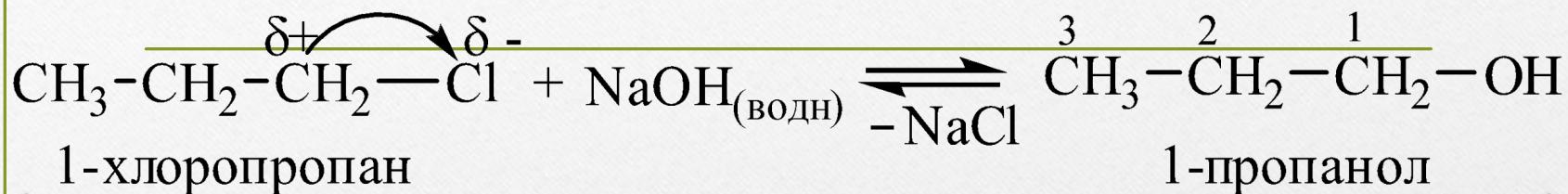


де: Z - нуклеофільний реагент

Z - йони **OH<sup>-</sup>**, **OR<sup>-</sup>**, **CN<sup>-</sup>**, **RCOO<sup>-</sup>**, **NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**,

а також нейтральні молекули - **H<sub>2</sub>O**, **NH<sub>3</sub>**, **R - NH<sub>2</sub>**.

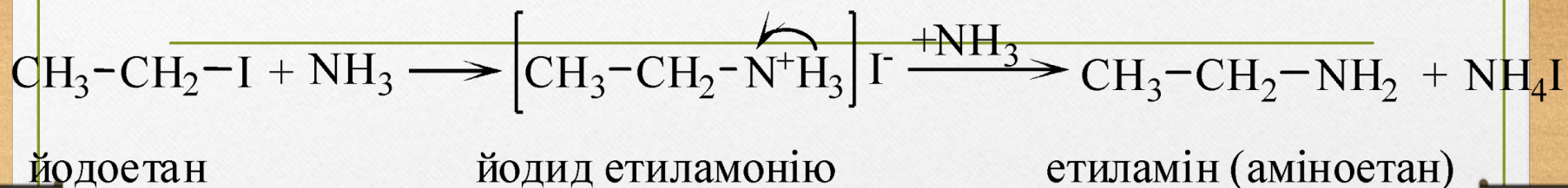
# Хімічні властивості



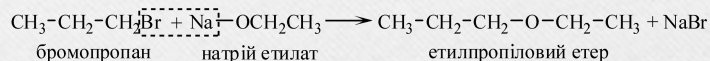


# Хімічні властивості

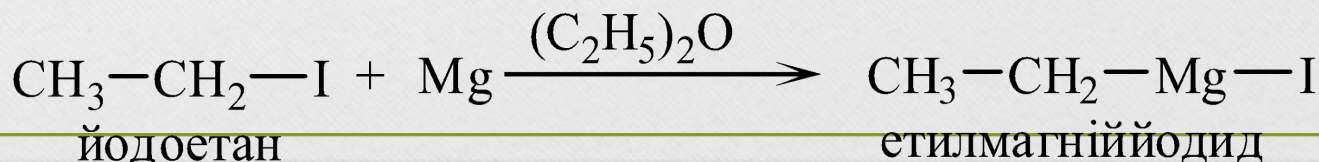
3)



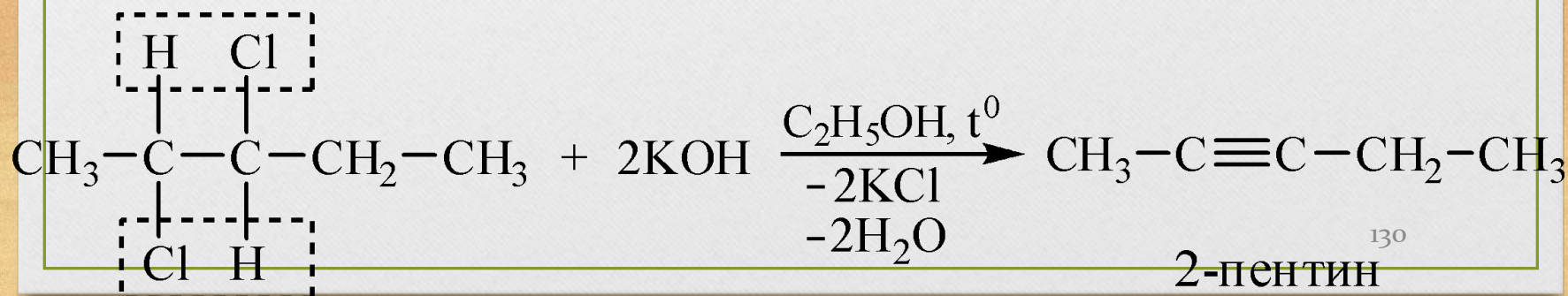
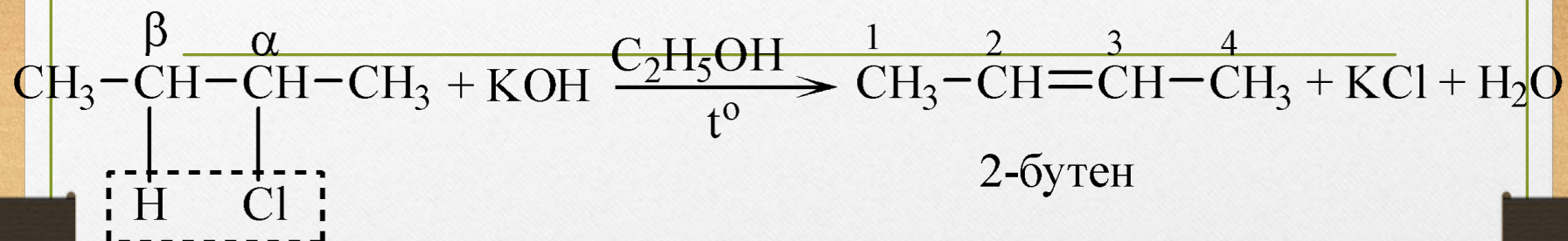
4)



5) Взаємодія з металами (утворення реактивів Грин'єра)

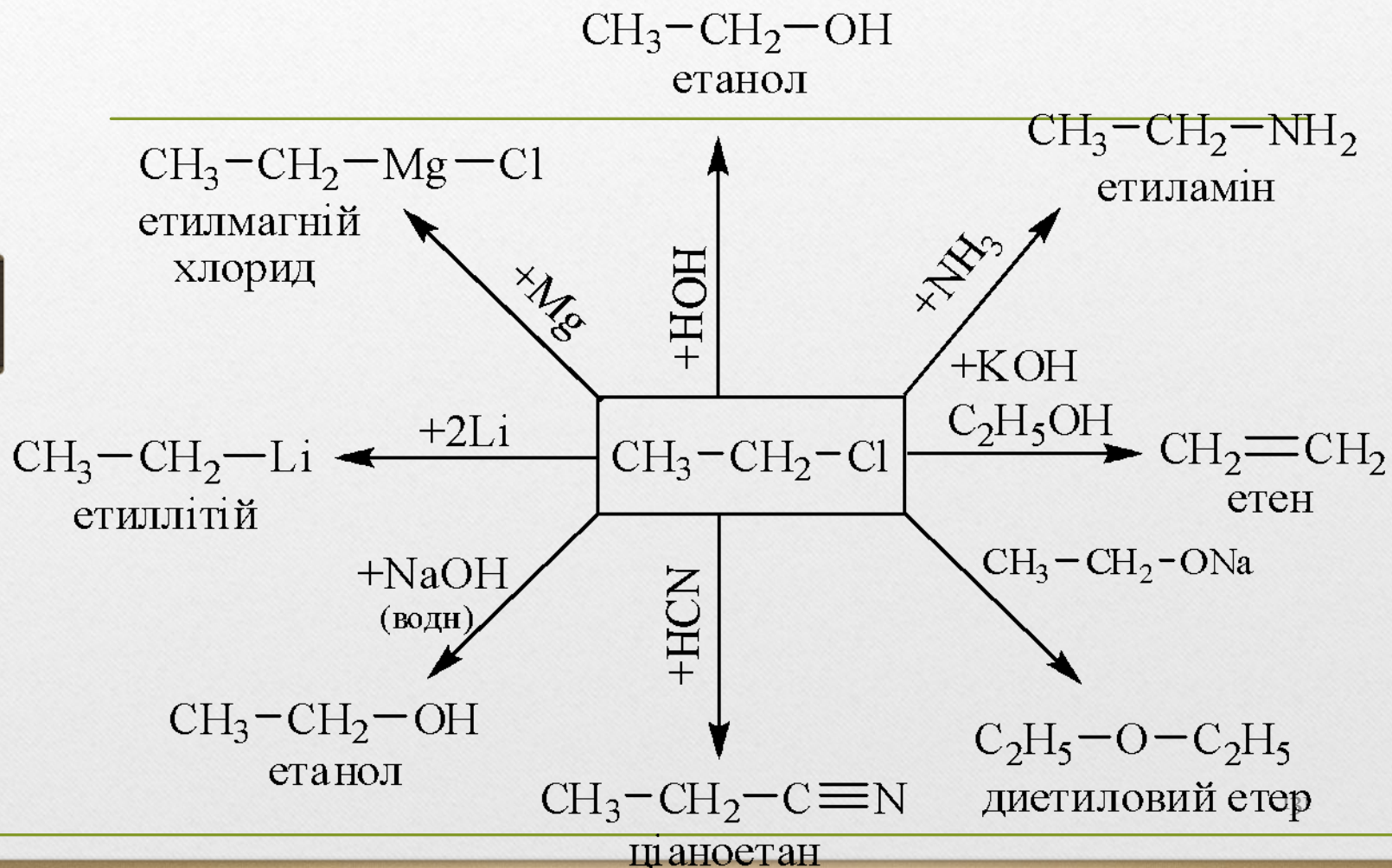


# Реакції відщеплення (Е-реакції)





# Застосування галогенопохідних вуглеводнів



# Спирти

**Гідроксисполуки** (спирти) — це похідні вуглеводнів, в яких один чи декілька атомів Гідрогену заміщені на відповідну кількість гідроксильних груп (-ОН - груп).

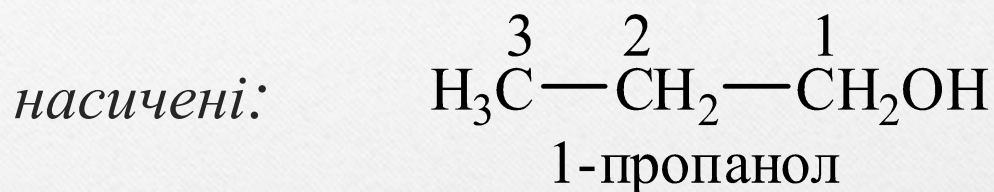
Загальна формула спиртів  $R - OH$ ,  
де  $R$  — вуглеводневий радикал.



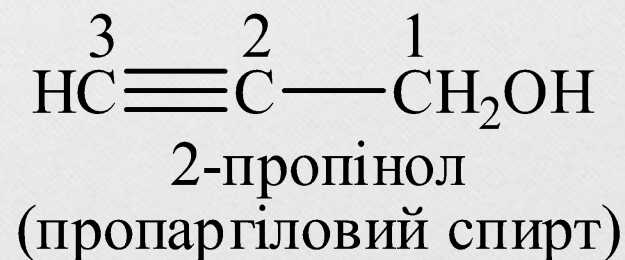
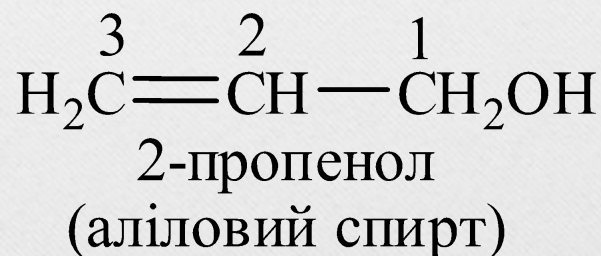
# Класифікація

Залежності від характеру радикалу R, зв'язаного з OH-групою розрізняють спирти:

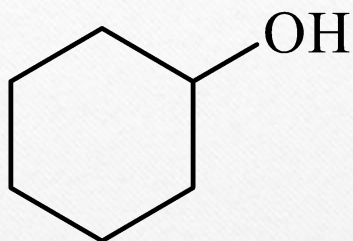
## а) аліфатичні:



ненасичені:

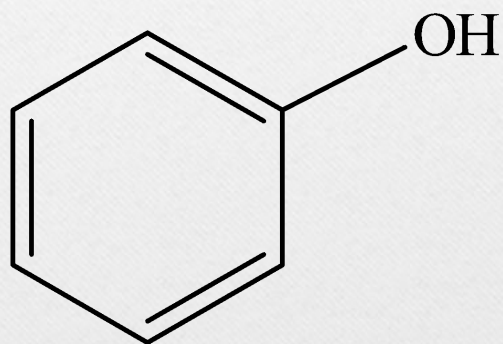


**б) ациклічні:**

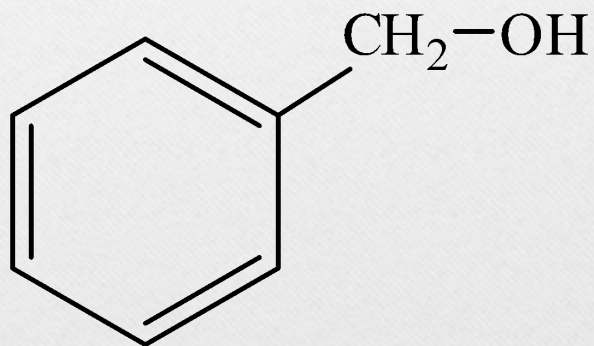


ЦИКЛОГЕКСАНОЛ

**в) ароматичні:**



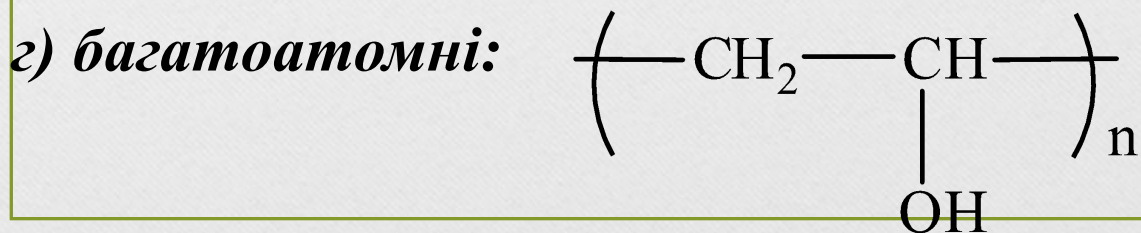
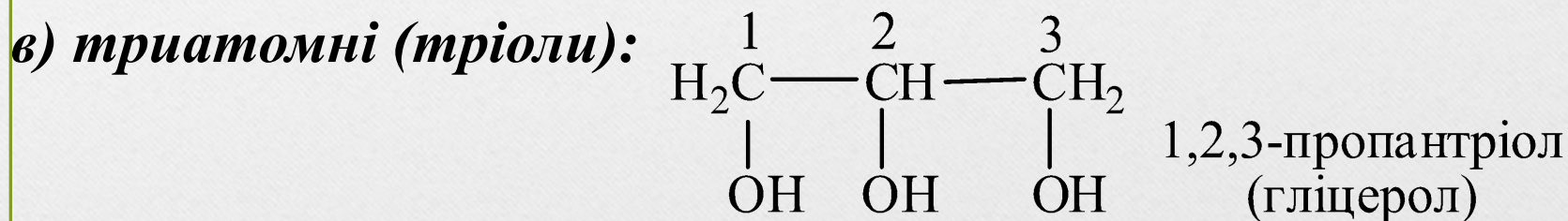
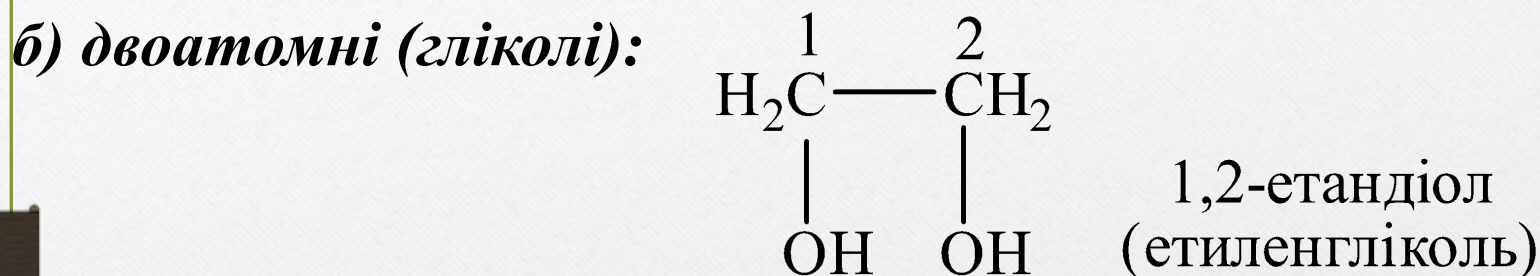
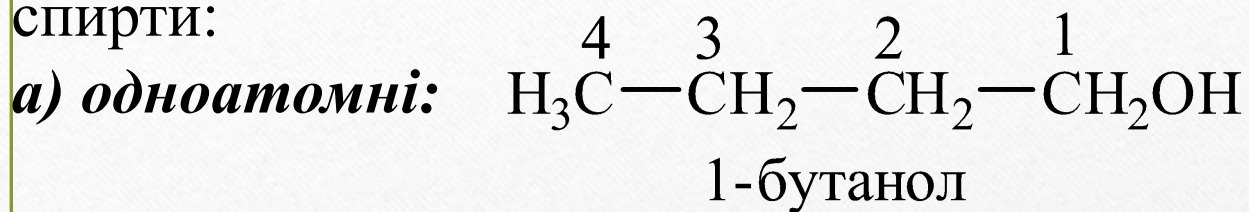
фенол



фенілметанол  
(бензиловий спирт)



Залежно від кількості гідроксильних груп розрізняють спирти:



полівініловий спирт

Залежно від характеру атома Карбону, з яким сполучені гідроксильні групи, спирти бувають:

**а) первинні:**  $\text{H}_3\overset{4}{\text{C}}-\overset{3}{\text{CH}_2}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{1}{\text{CH}_2}\text{OH}$   
1-бутанол

**б) вторинні:**

$\text{H}_3\overset{1}{\text{C}} - \boxed{\overset{2}{\text{C}}}(\text{OH}) - \overset{3}{\text{CH}_2} - \overset{4}{\text{CH}_3}$       2-бутанол

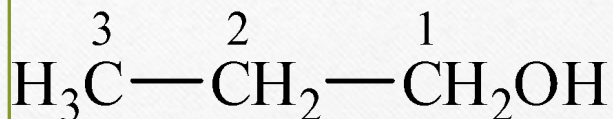
в) третинні:

2-метил-2-пропанол

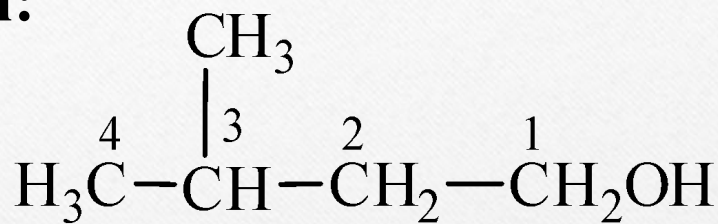


# Номенклатура

За IUPAC суфікс **-ан** на **-ол**:

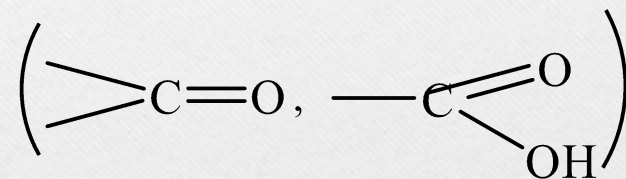


1-пропанол

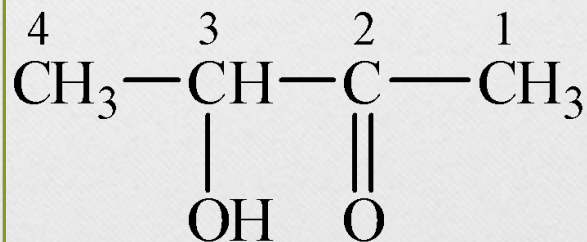


3-метил-1-бутанол

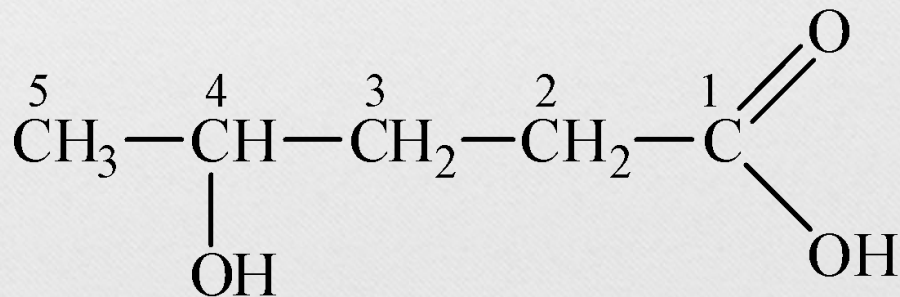
При наявності старших функціональних груп



ОН-групу називають префіксом **гідрокси-**. Наприклад,



3-гідрокси-2-бутанон

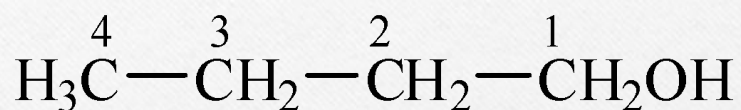


4-гідроксипентанова кислота

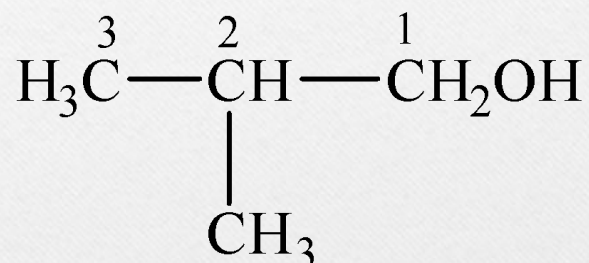
# Ізомерія

Для насичених одноатомних спиртів характерна **структурна ізомерія**, пов'язана з:

*а) розгалуженням карбонового ланцюга*, наприклад:

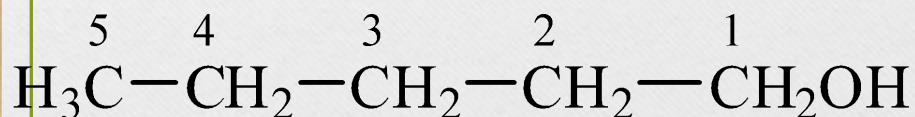


1-бутанол

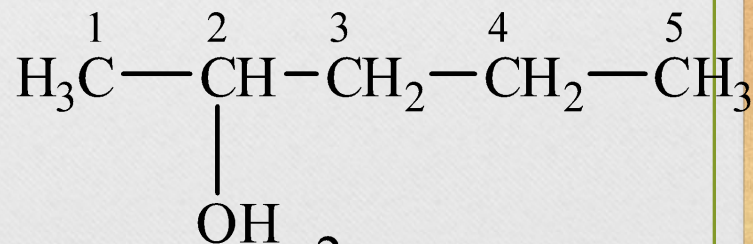


2-метил-1-пропанол

*б) положенням OH-групи*, наприклад:



1-пентанол

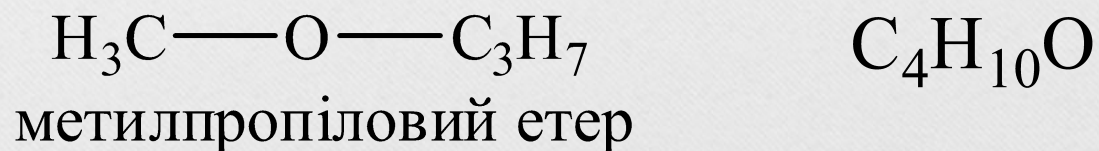
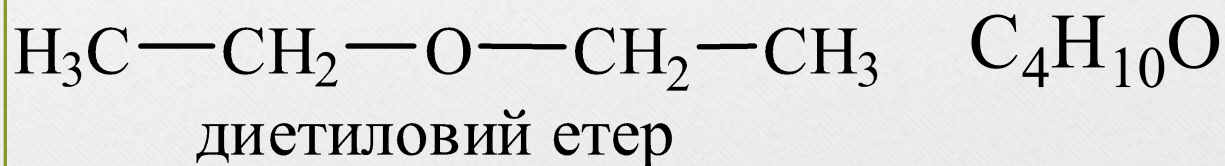
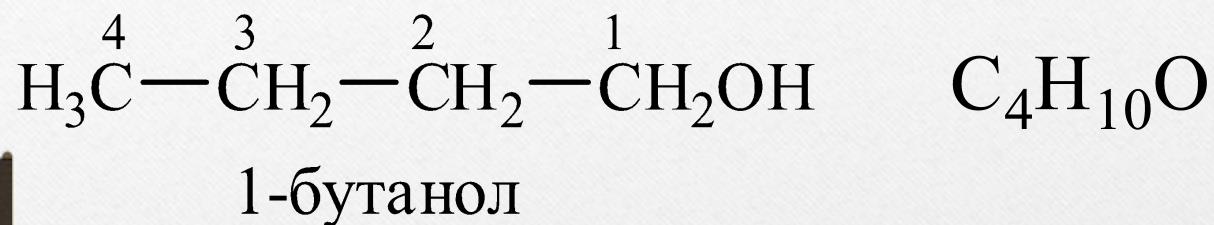


2-пентанол



# Ізомерія

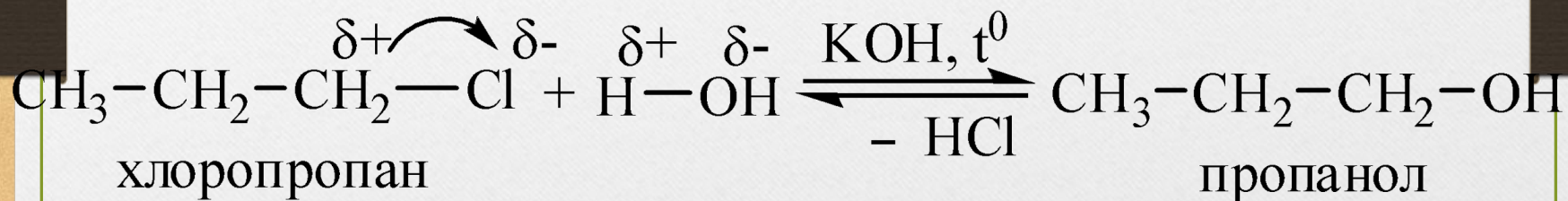
Міжкласова ізомерія, наприклад:



# Способи одержання

## Лабораторні способи:

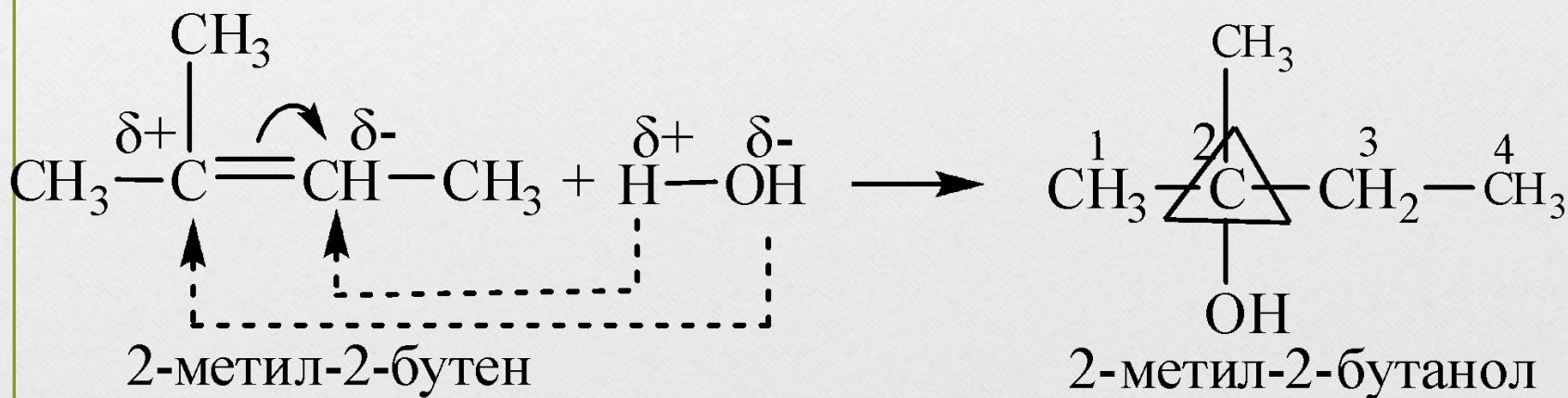
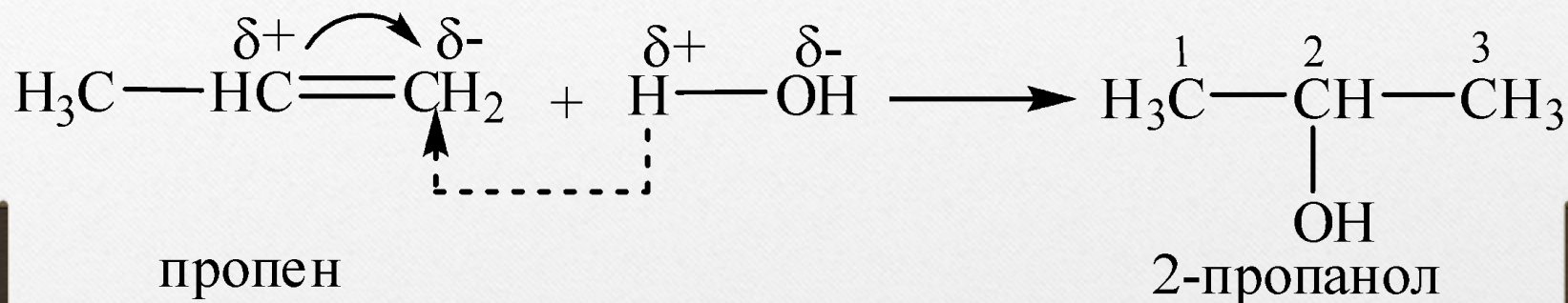
### *1) гідроліз моногалогеналканів*





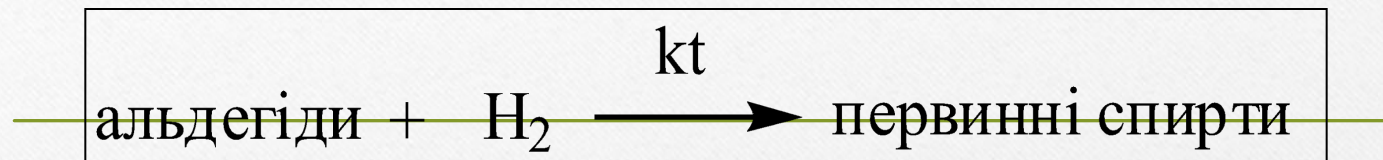
## 2) гідратація алкенів

алкени +  $\text{HON}$   $\longrightarrow$  вторинні, третинні спирти

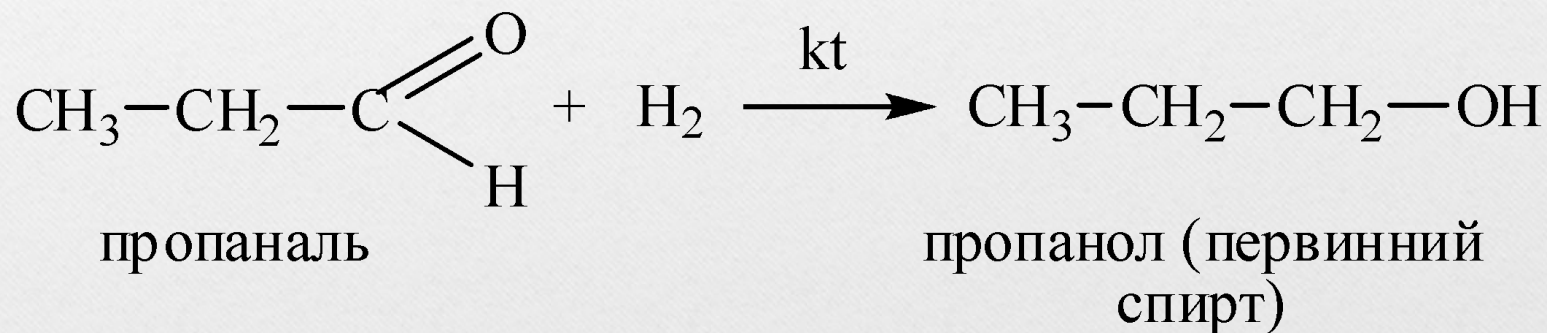


### 3) відновлення альдегідів, кетонів

Каталізатори: (Ni, Co, Cu, Pd, Pt)

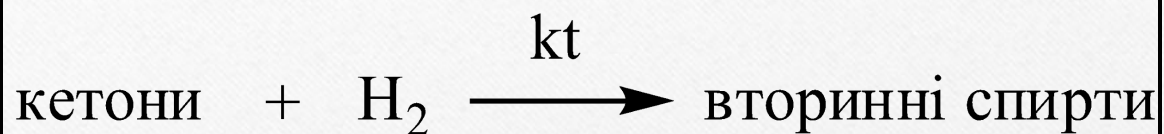


Так, при відновленні пропаналу утворюється пропанол.

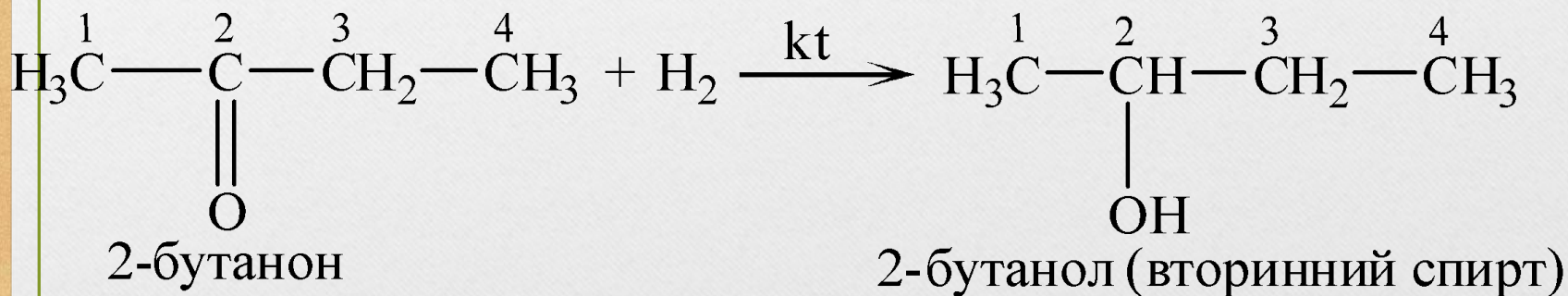




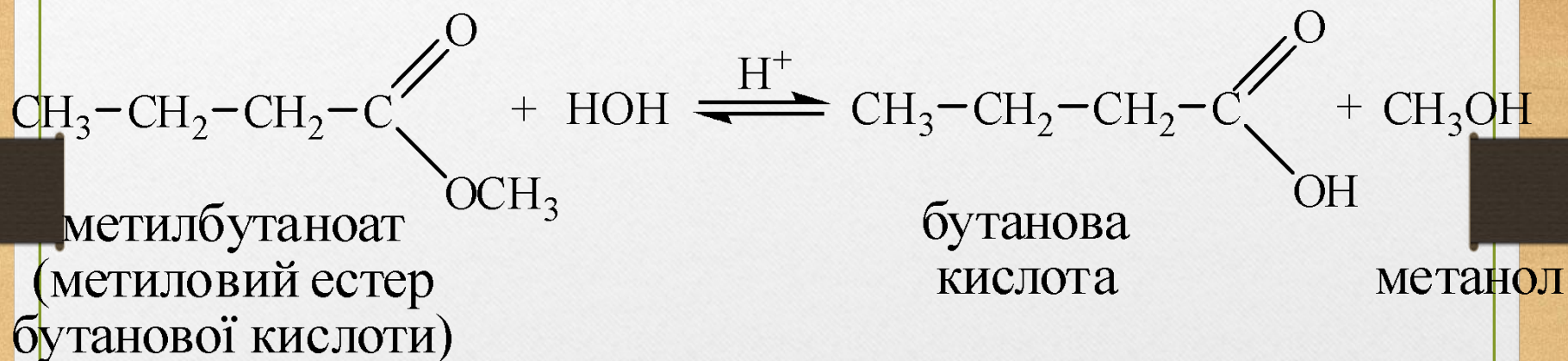
При відновленні кетонів утворюються вторинні спирти за загальною схемою:



Так, 2-бутанон легко відновлюється воднем до 2-бутанолу:

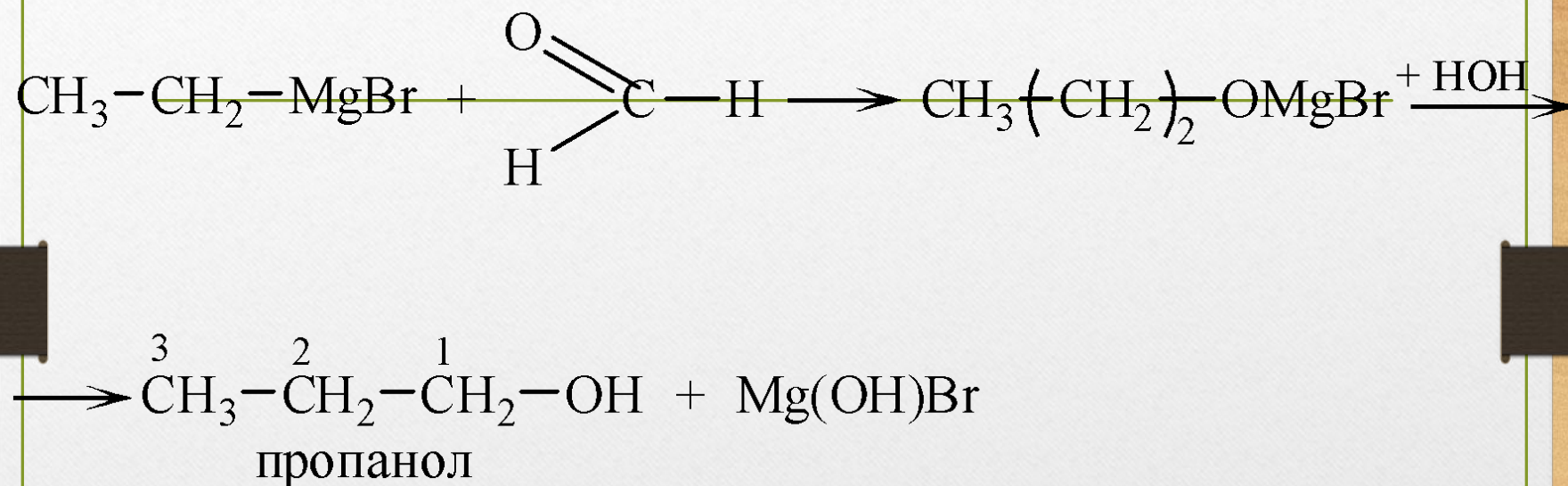


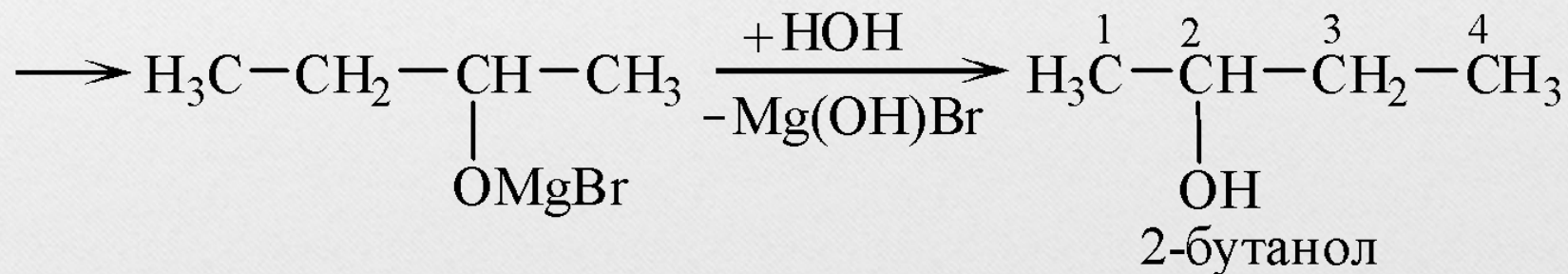
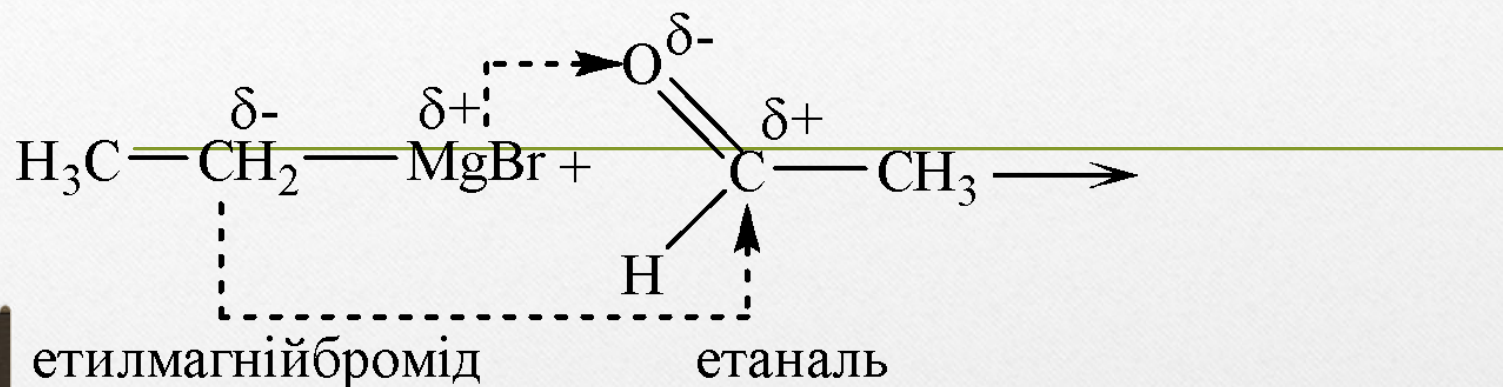
#### 4) гідроліз естерів (складних ефірів):





**5) взаємодія альдегідів, кетонів з реактивами Грин'єра**  
(сполуки формули R- Mg - Hal).







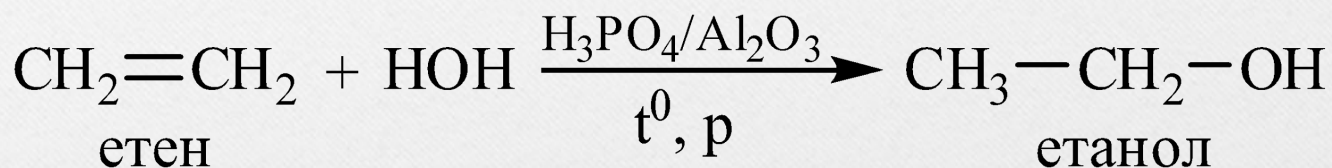


## Промислові способи:

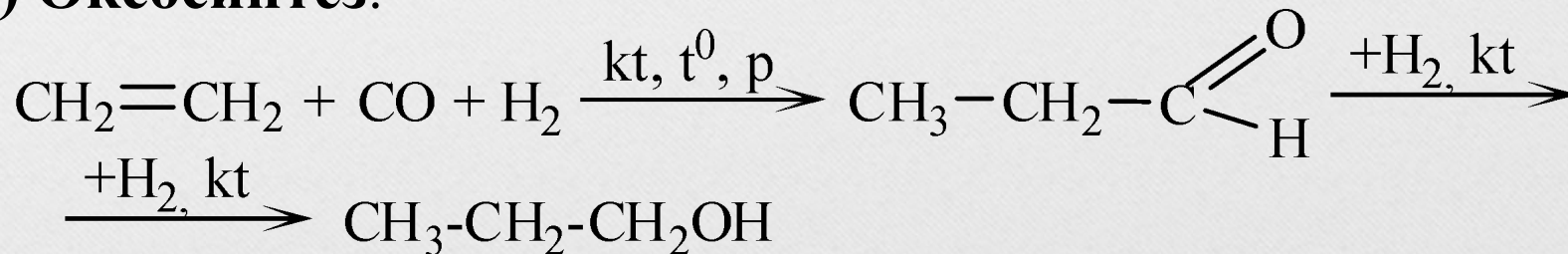
1) Синтез із CO і H<sub>2</sub> (співвідношення 1:2 об.) в присутності каталізаторів. Наприклад:



2) Гідратація етену:



3) Оксосинтез:





# Хімічні властивості



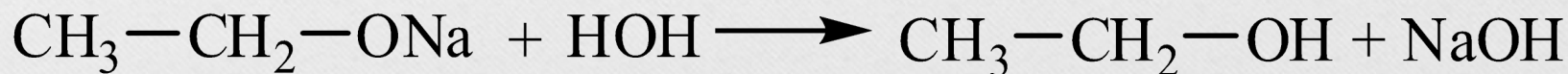
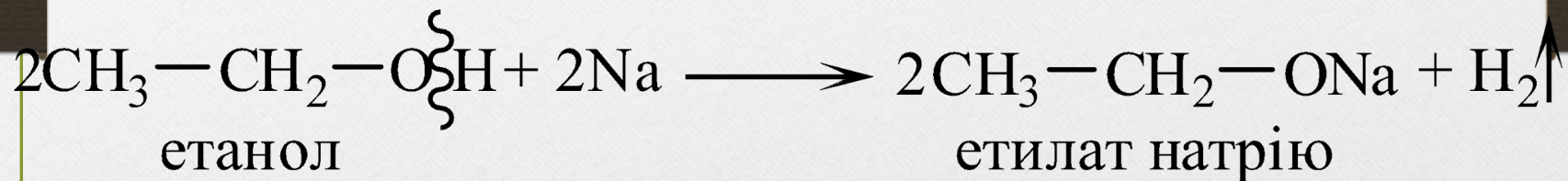
В молекулах спиртів містяться полярні зв'язки



які легко вступають у різноманітні реакції.

# 1) ~~Хімічні властивості~~ ~~CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-OH~~

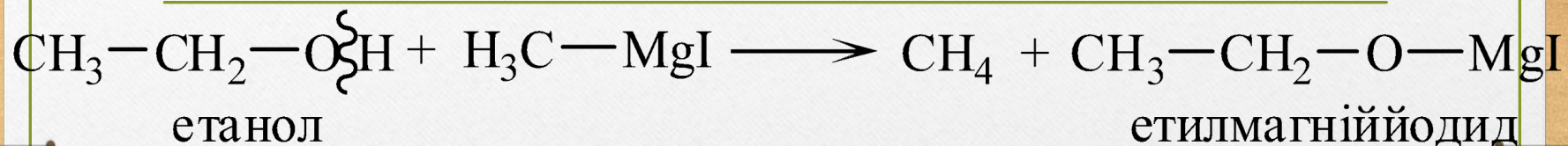
*a) утворення алканолатів з активними металами  
(Na, K, Ca, Al)*



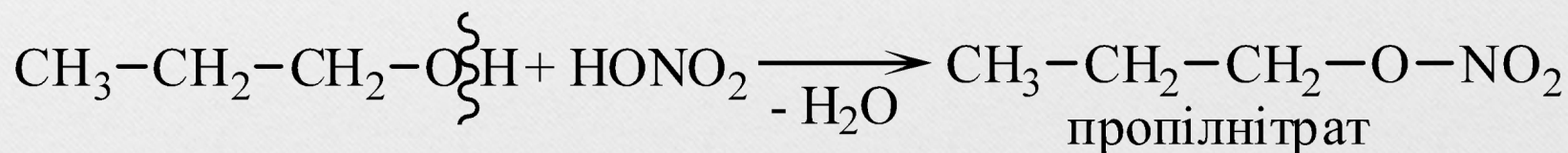


## Хімічні властивості

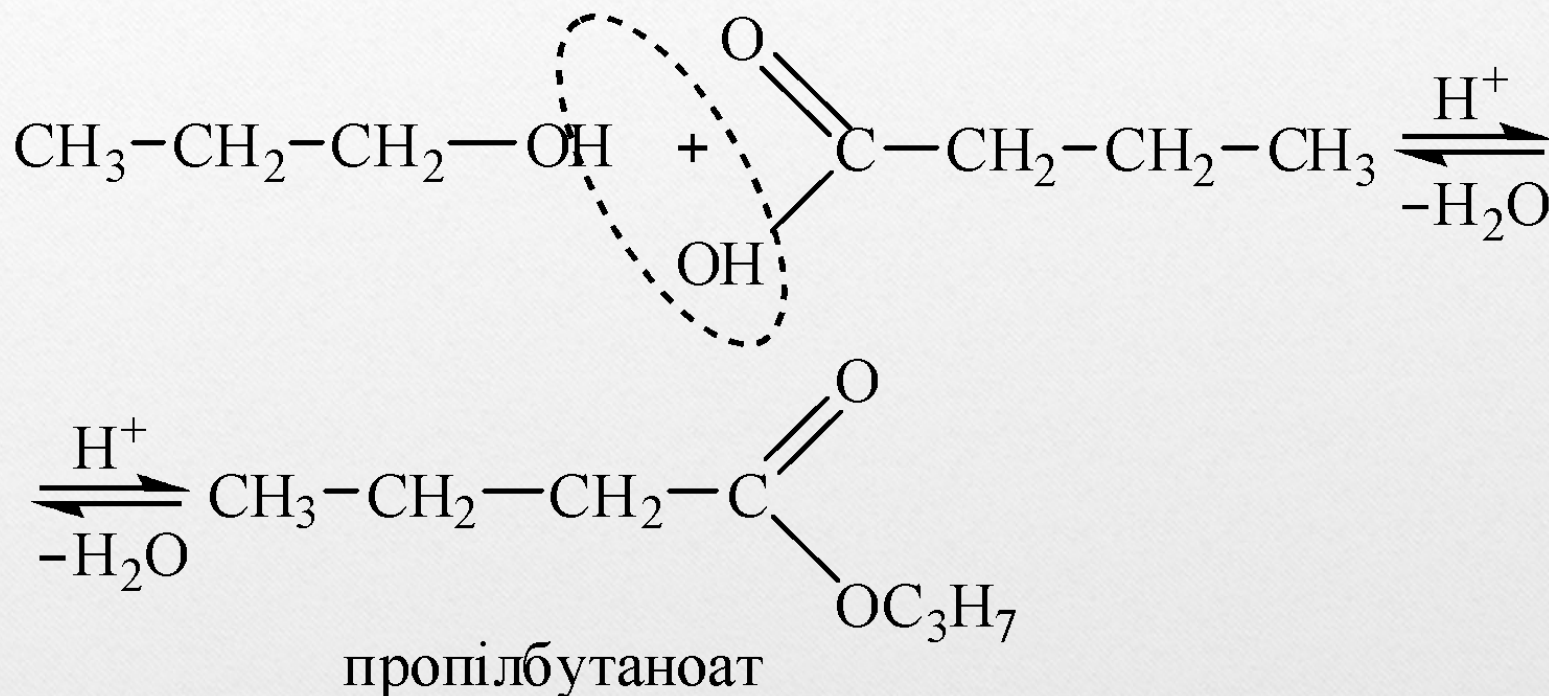
*б) взаємодія з реактивами Грин'єра:*



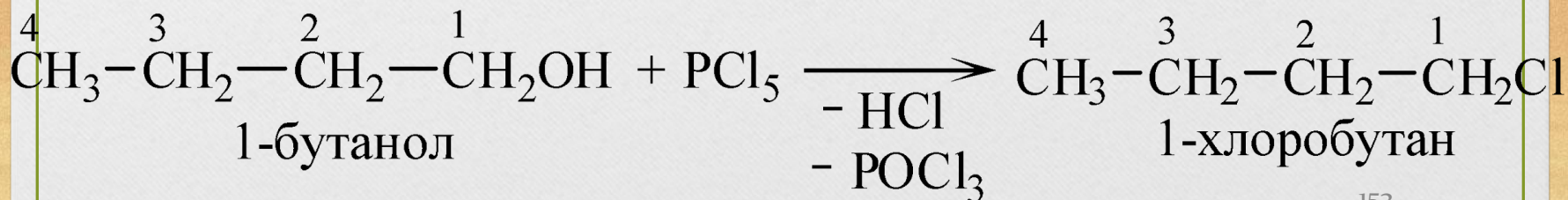
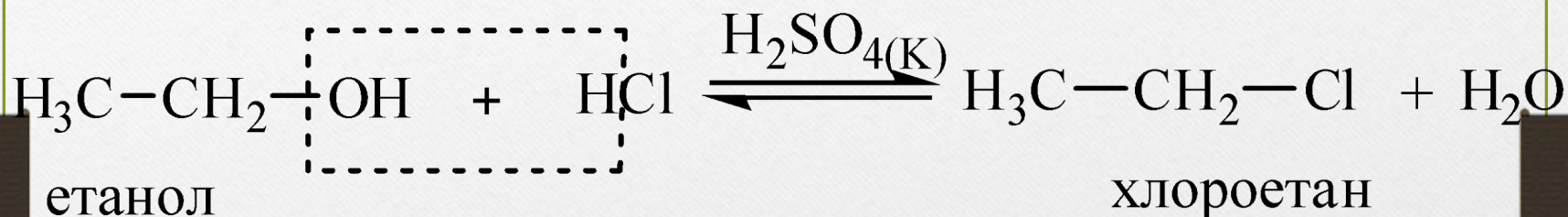
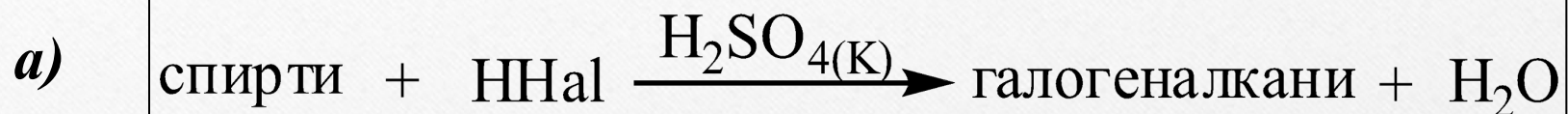
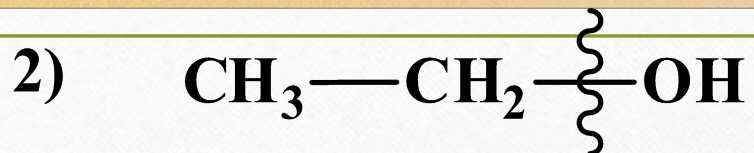
*в) взаємодія з мінеральними та органічними кислотами:*



Взаємодія спиртів з органічними кислотами (*реакція естерифікації*) приводить до утворення *естерів* (складних ефірів). Наприклад:







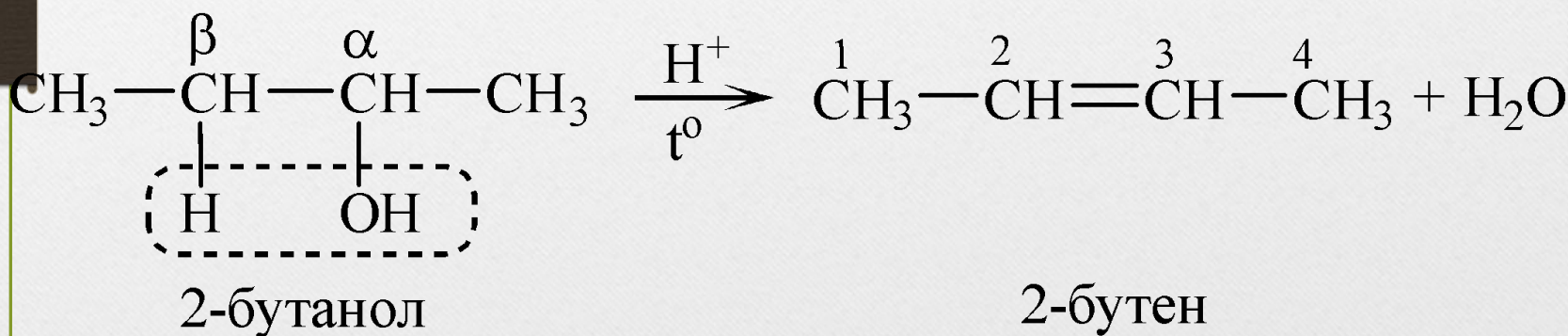
## Реакції дегідратації (відщеплення молекули води)

### Внутрішньомолекулярна дегідратація

t - 160 °C,

kt - (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

продукти – алкени.



Найлегше дегідратуються третинні, потім вторинні, а далі первинні спирти.

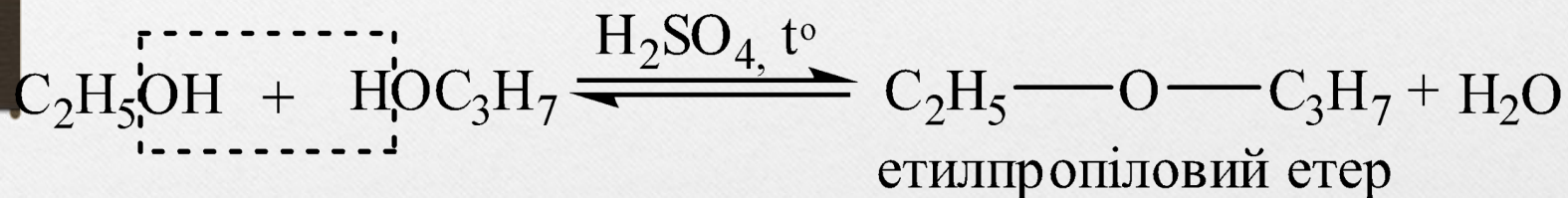


## Міжмолекулярна дегідратація

t - 130–140 °C,

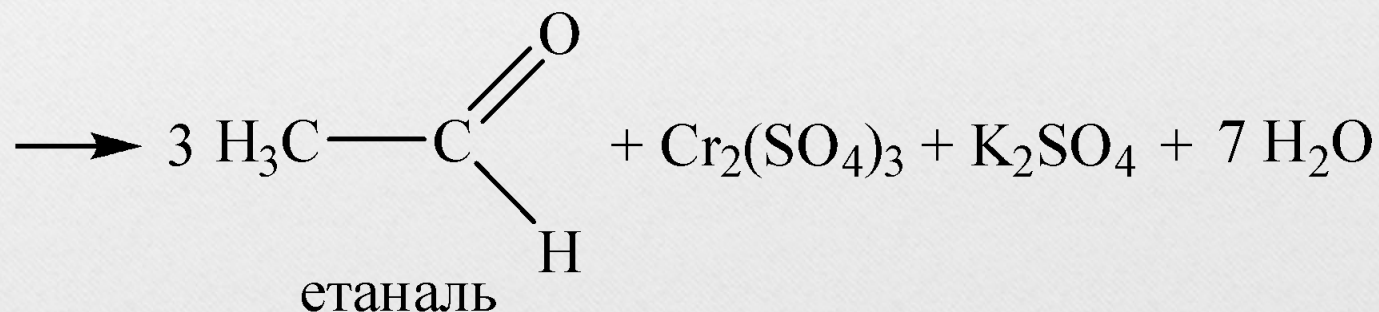
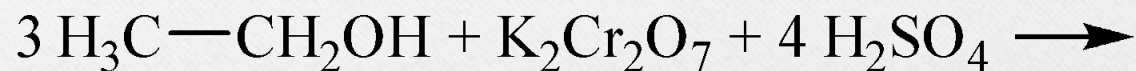
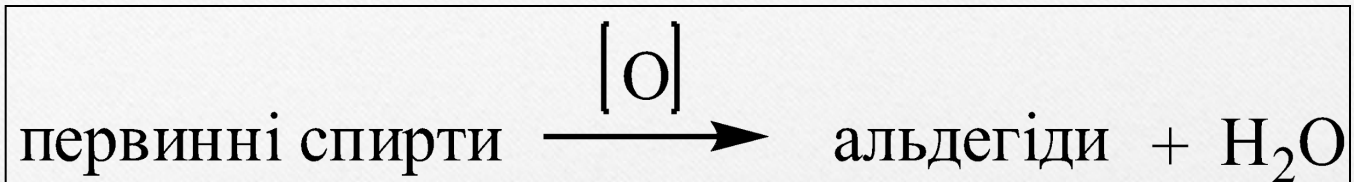
kt - H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (конц.), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>;

продукти – етери (прості ефіри).

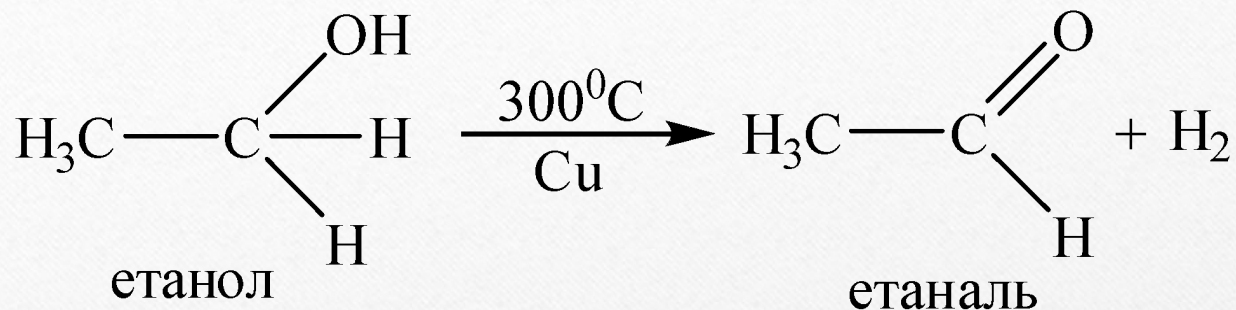


## Реакції окиснення

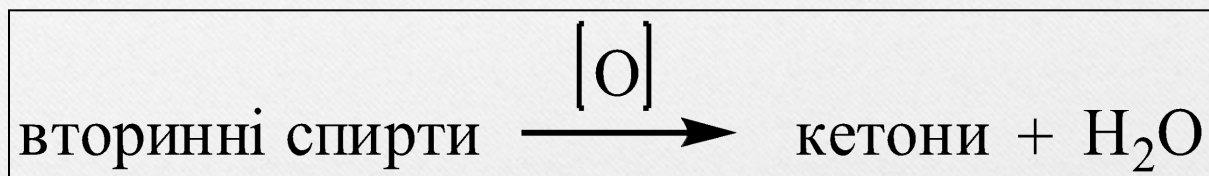
Первинні спирти при окисненні дають альдегіди за схемою:



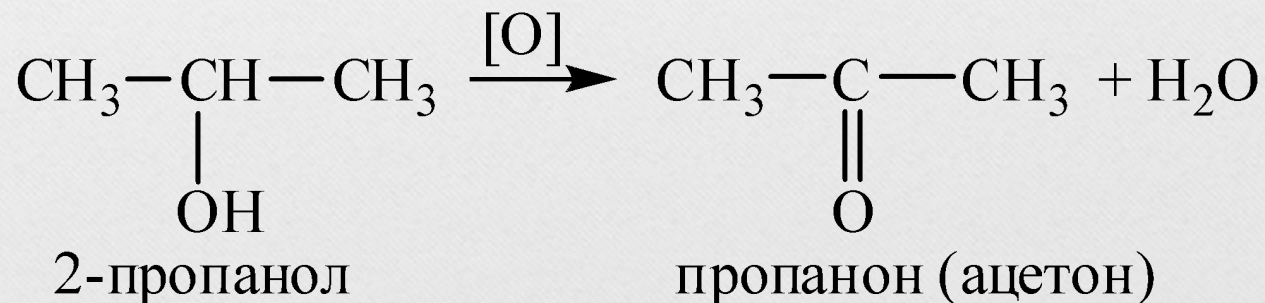




Вторинні спирти при окисненні перетворюються на кетони за схемою:

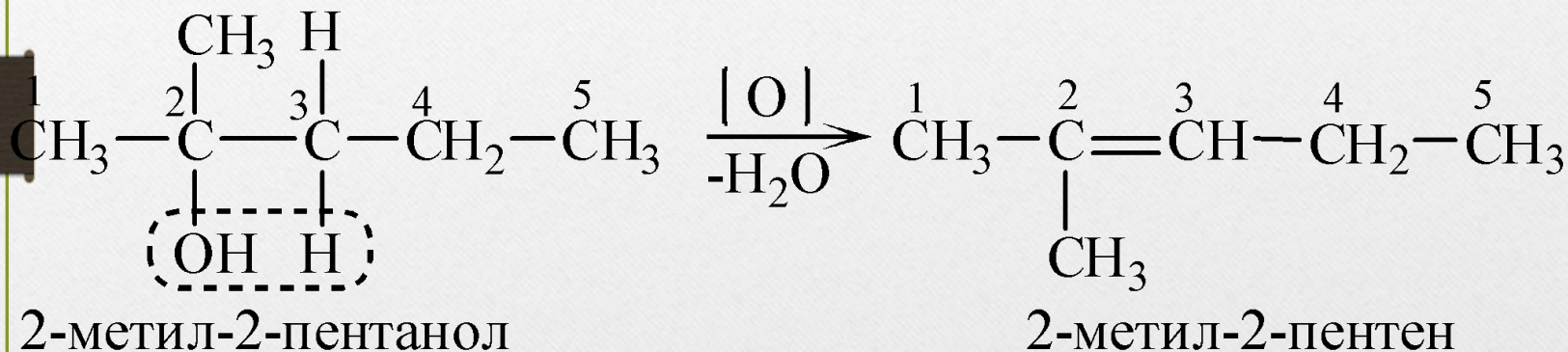


Наприклад, продуктом окиснення 2-пропанолу є пропанон:



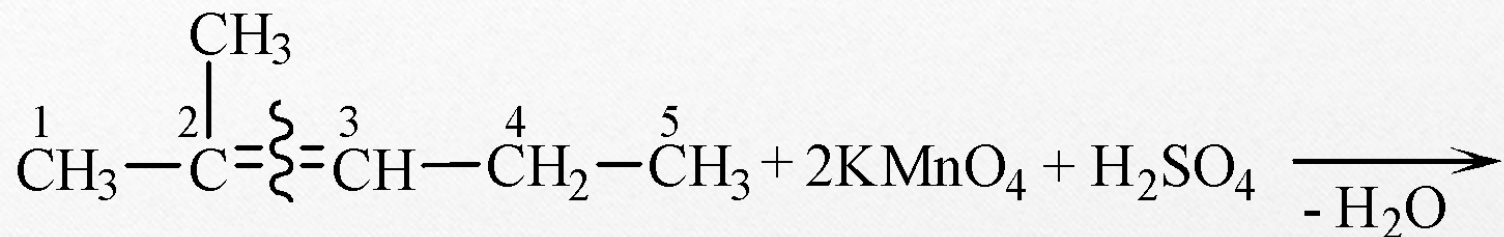
третинні спирти  $\xrightarrow{[O]}$  суміш карбонільних сполук

1-ша стадія:

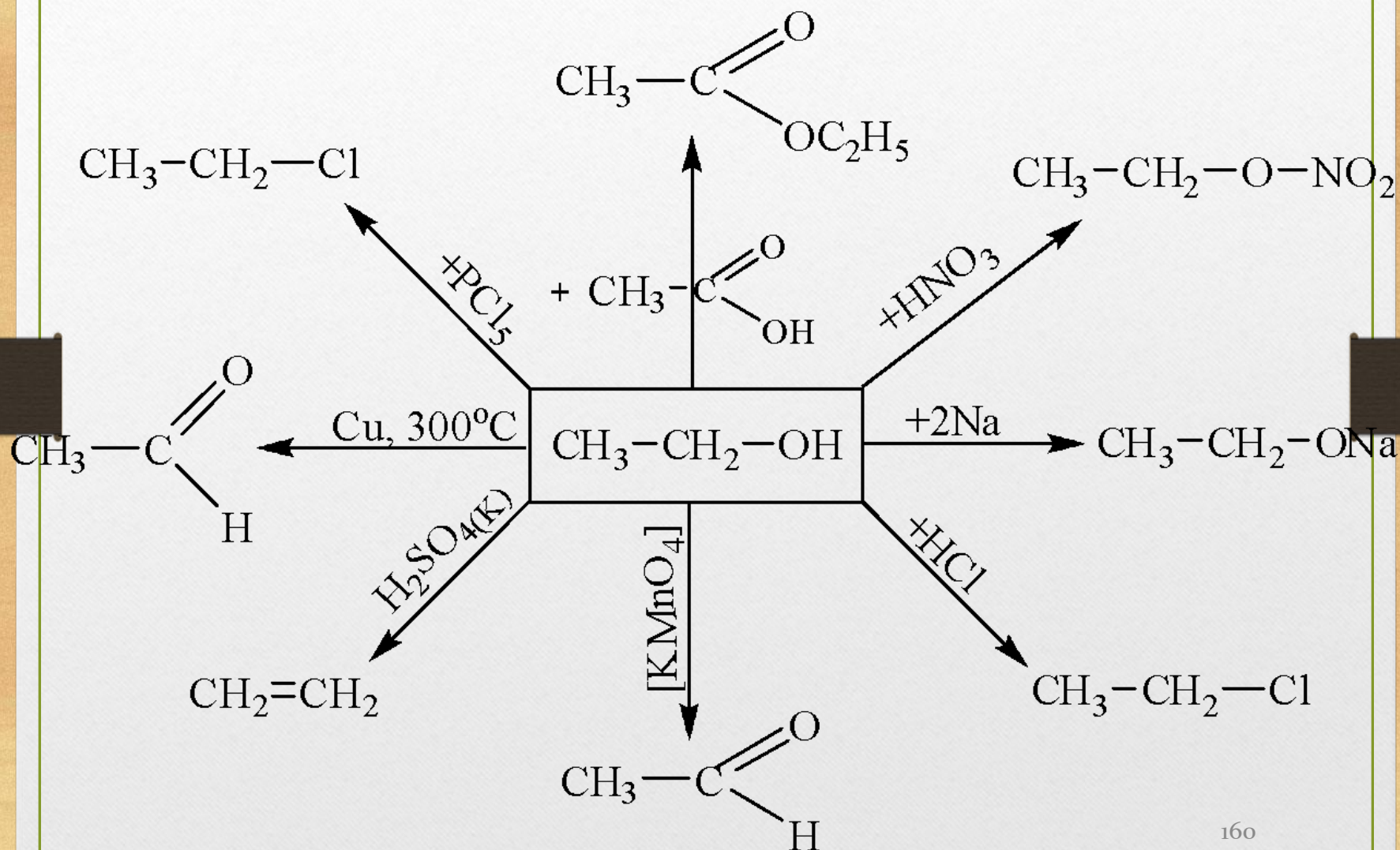




2-га стадія:



# Застосування спиртів





# Лекція № 5

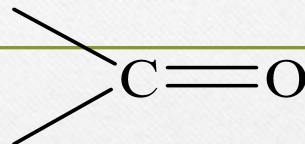
## Кисневмісні органічні сполуки (альдегіди, кетони, карбонові кислоти)

### Програмні питання:

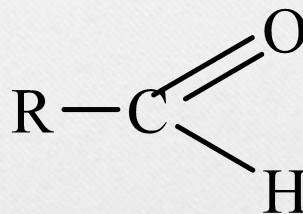
1. Альдегіди і кетони
2. Номенклатура. Ізомерія
3. Способи одержання
4. Фізичні та хімічні властивості
5. Застосування окремих представників альдегідів і кетонів
6. Карбонові кислоти
7. Класифікація карбонових кислот
8. Будова карбоксильної групи. Номенклатура. Ізомерія
9. Способи одержання
10. Фізичні та хімічні властивості монокарбонових кислот
11. Застосування окремих представників карбонових кислот

# Альдегіди і кетони

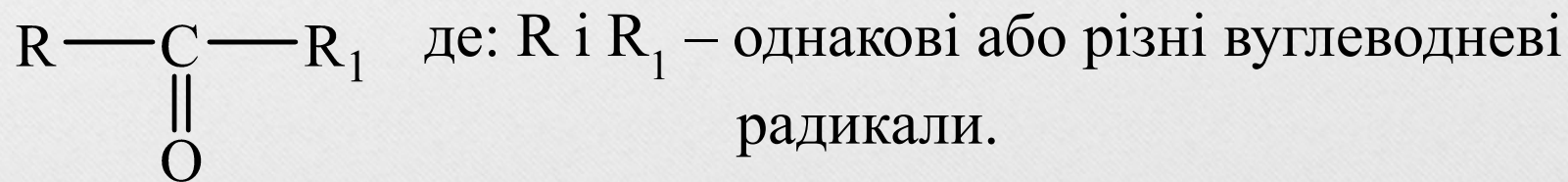
Альдегіди і кетони – це похідні вуглеводнів, молекули яких містять карбонільну групу



Загальна формула альдегідів



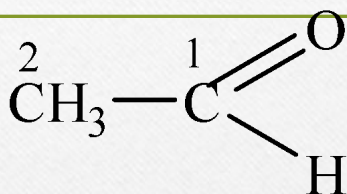
**Кетони** – це органічні сполуки загальної формули



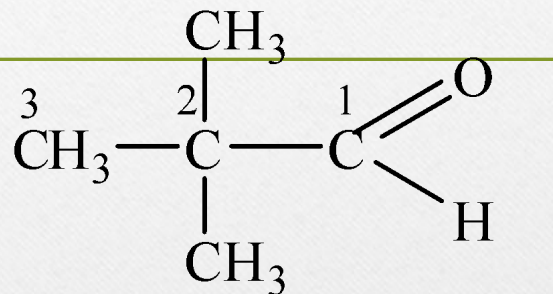


# Номенклатура

За номенклатурою IUPAC назви альдегідів утворюються від назв відповідних вуглеводнів з додаванням суфіксу **-аль**.  
Наприклад:

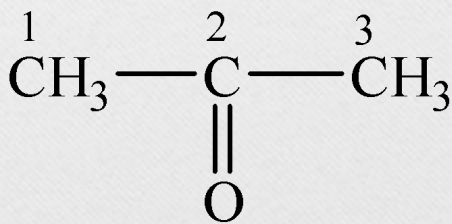


етаналь



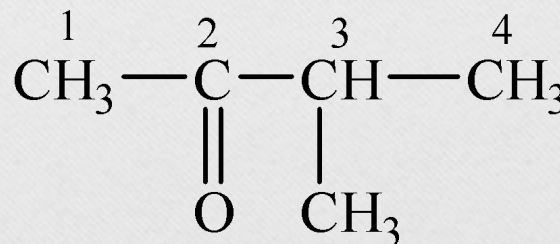
2,2-диметилпропаналь

Назви кетонів утворюються від назв відповідних вуглеводнів з додаванням суфіксу **-он** і вказування місця розташування карбонільної групи. Наприклад:



пропанон

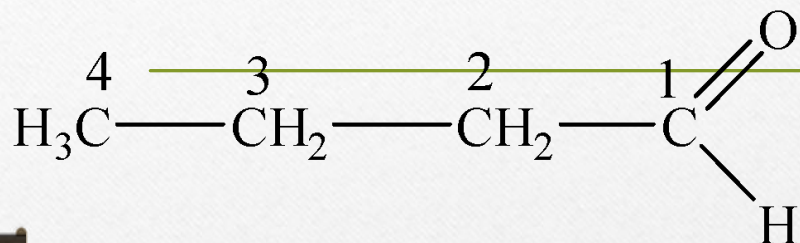
(диметилкетон)



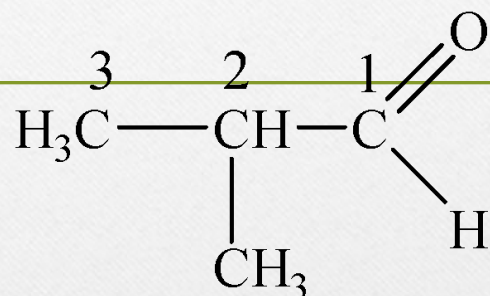
3-метил-2-бутанон

# Ізомерія

• В альдегідів ізомерія починається з четвертого члена гомологічного ряду:

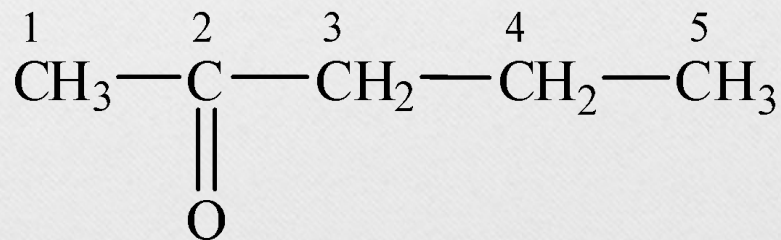


н-бутаналь  
(масляний альдегід)

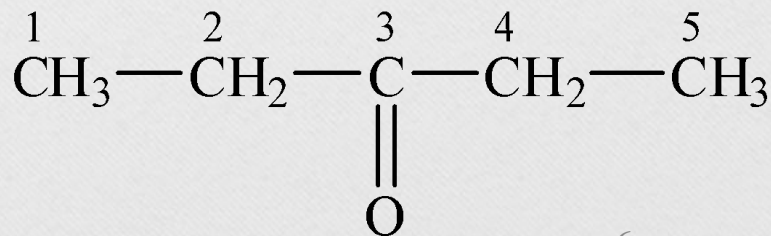


2-метилпропаналь  
(ізомасляний альдегід)

• В кетонів ізомерія починається зі сполук, які містять 5 атомів Карбону, наприклад:



2-пентанон

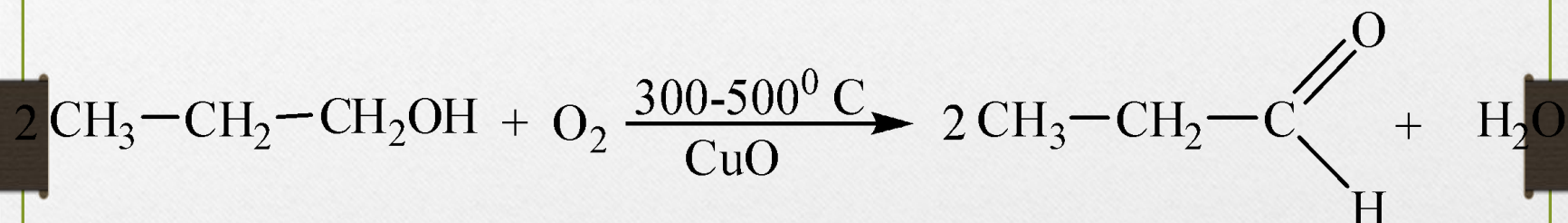
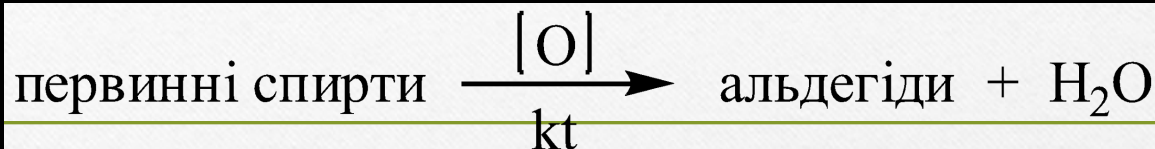


3-пентанон



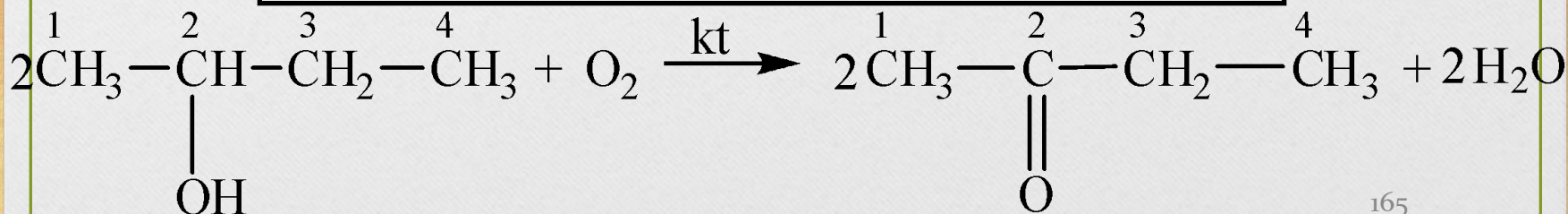
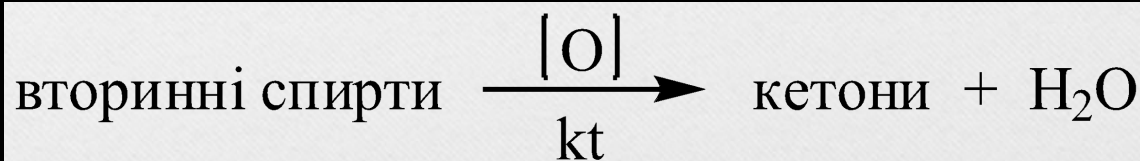
# Способи одержання

- а) окиснення спиртів



н-пропанол

пропаналь

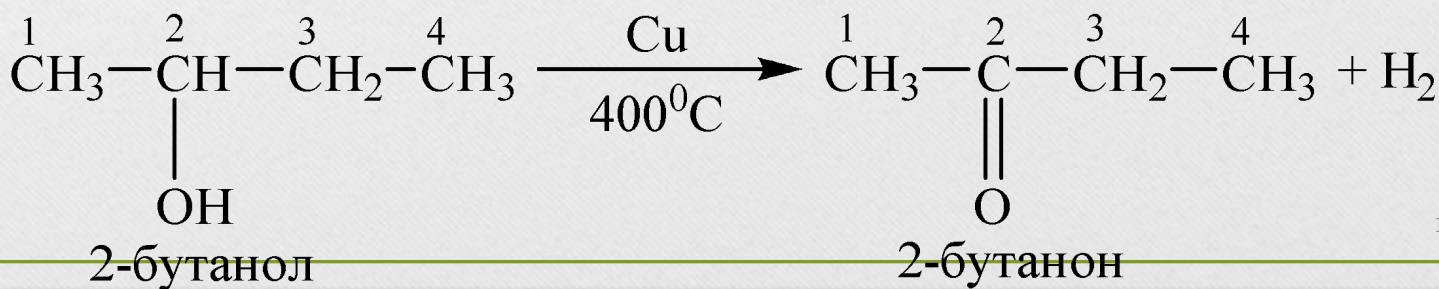
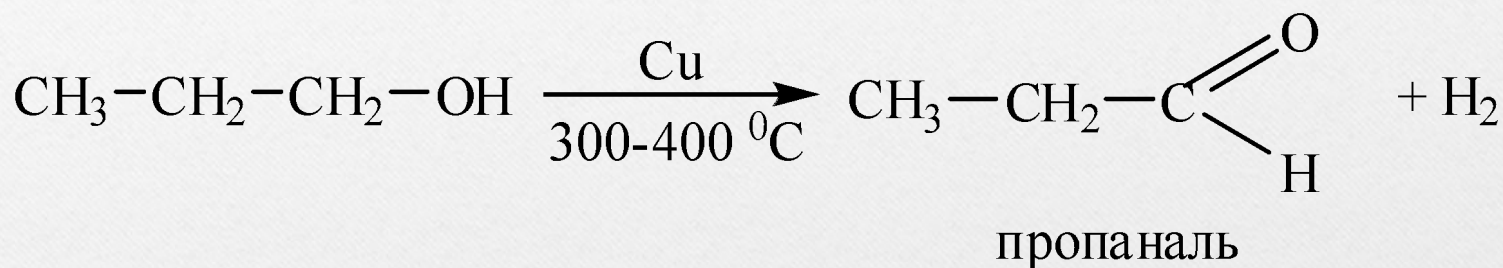
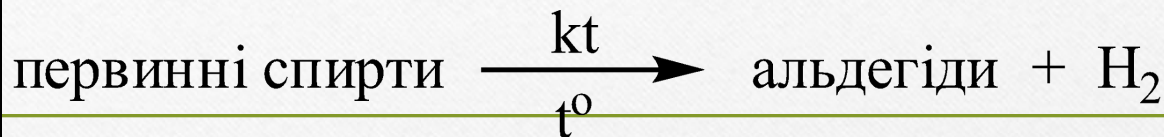


2-бутанол

2-бутанон

# Способи одержання

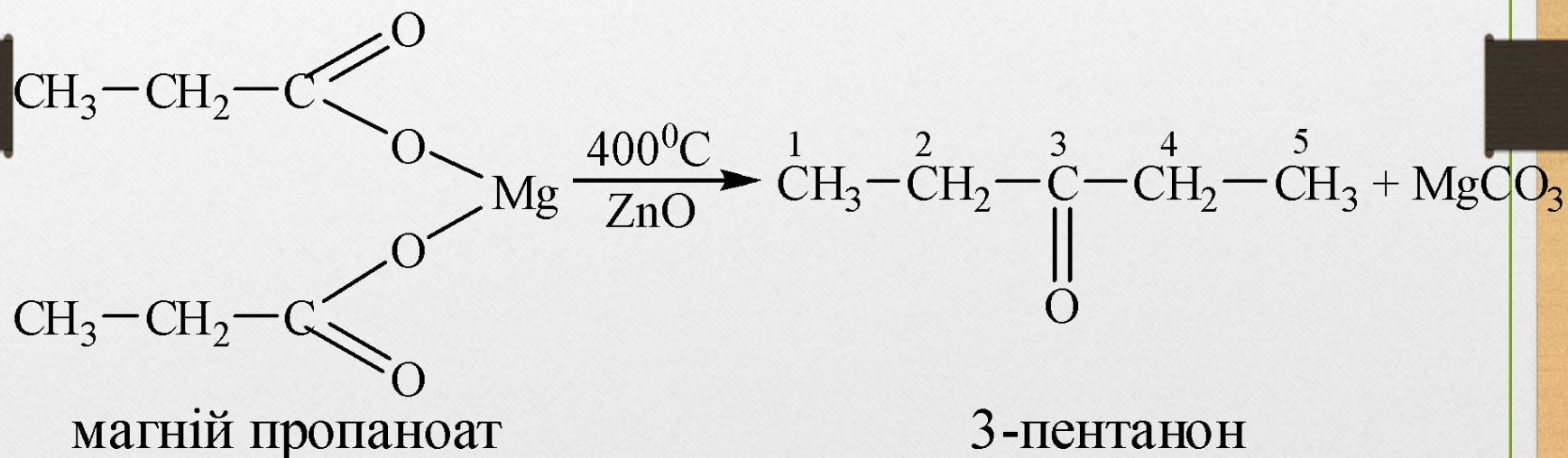
- **б) дегідрування спиртів**





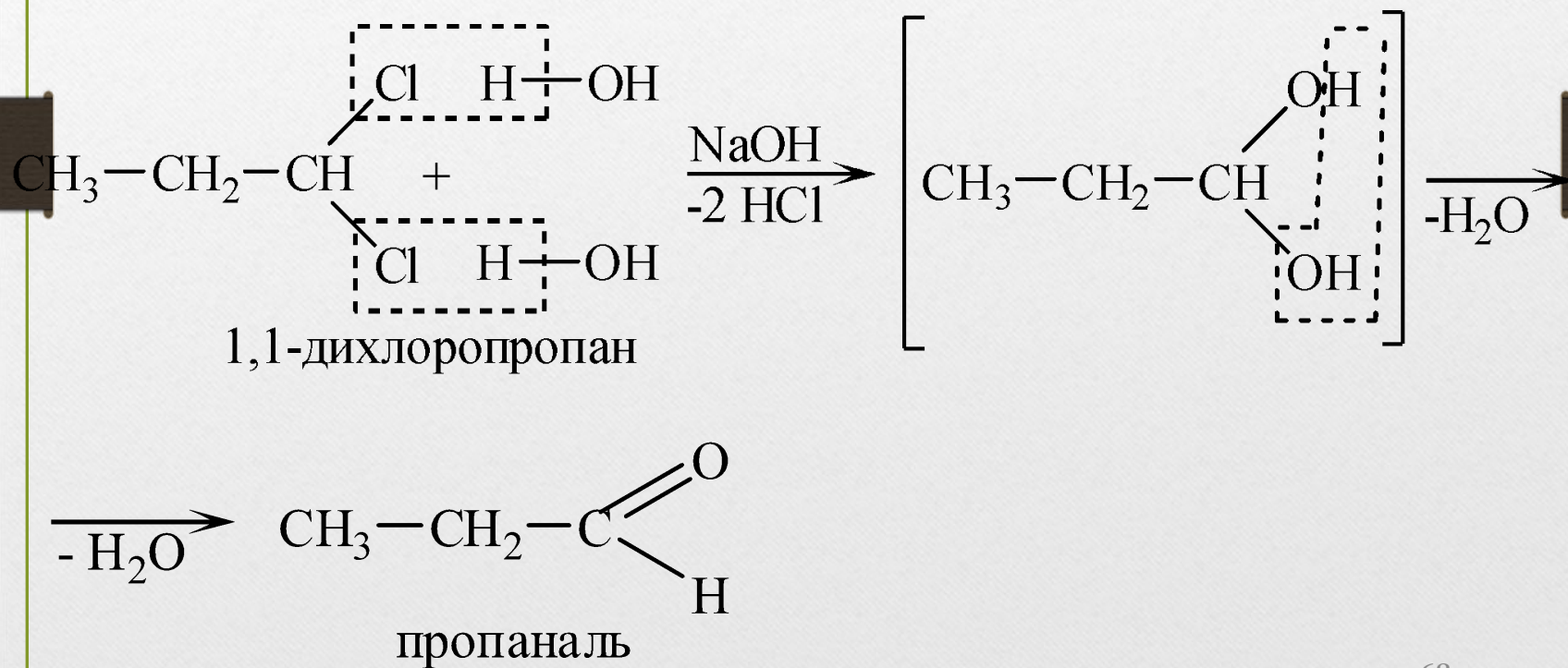
# Способи одержання

- в) піроліз магнієвих солей карбонових кислот



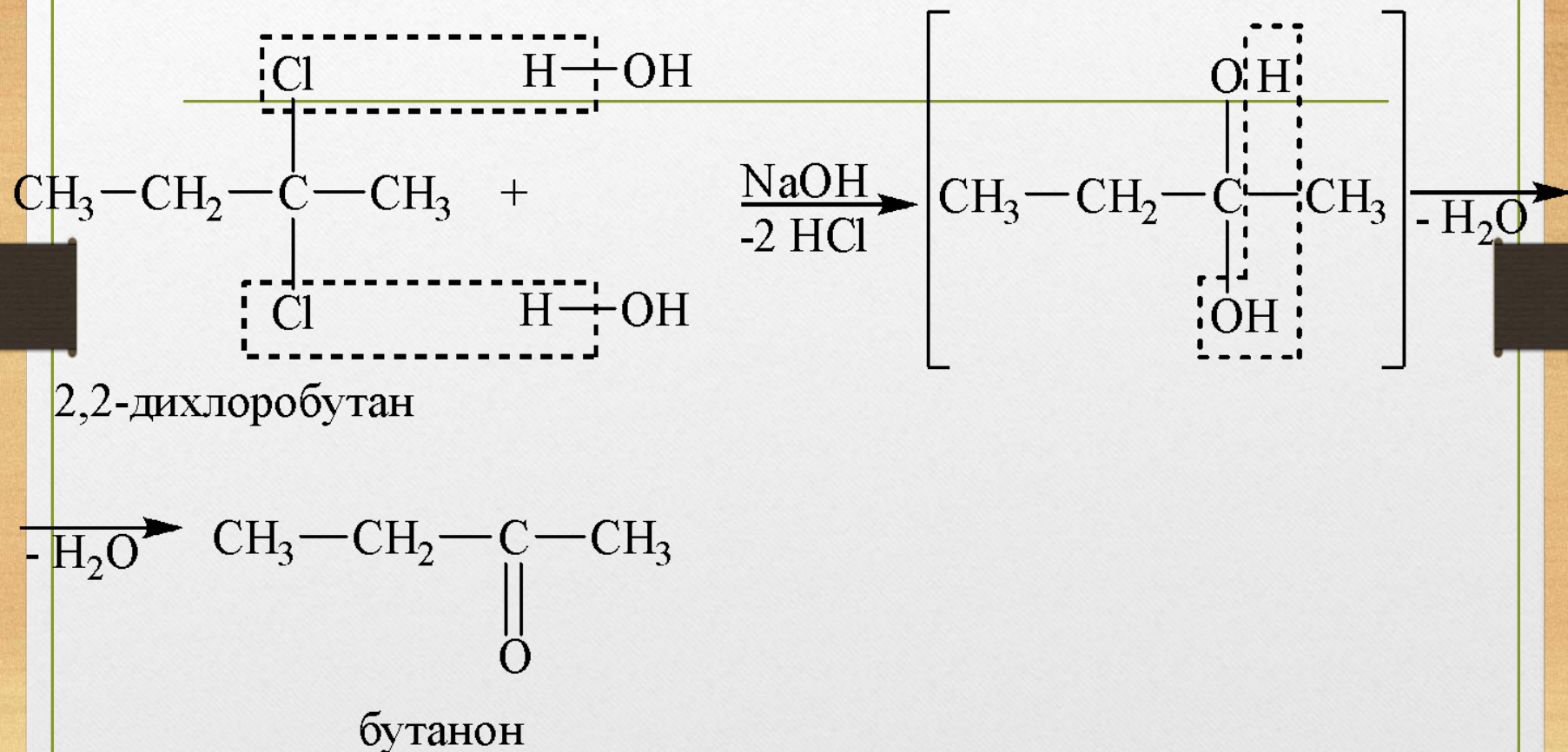
# Способи одержання

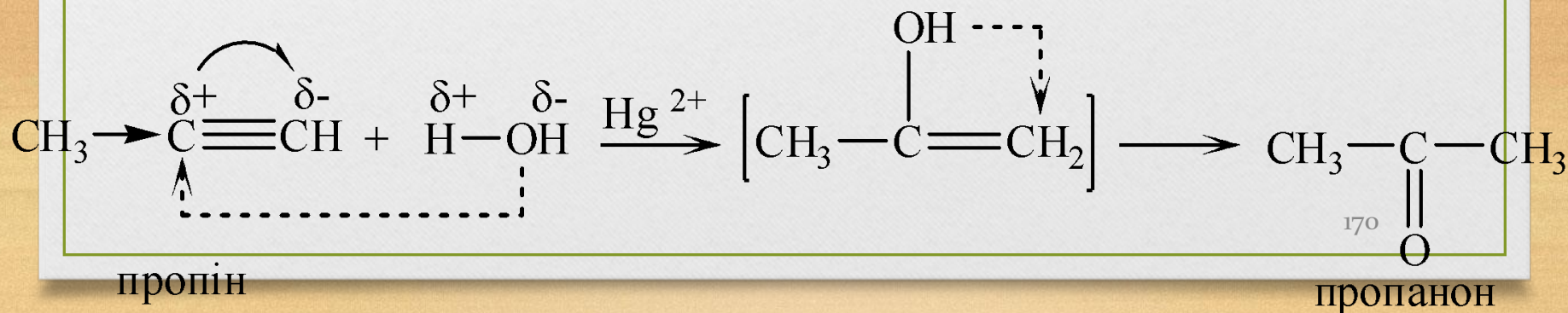
## г) гідроліз гемінальних дигалогеналканів





# Способи одержання



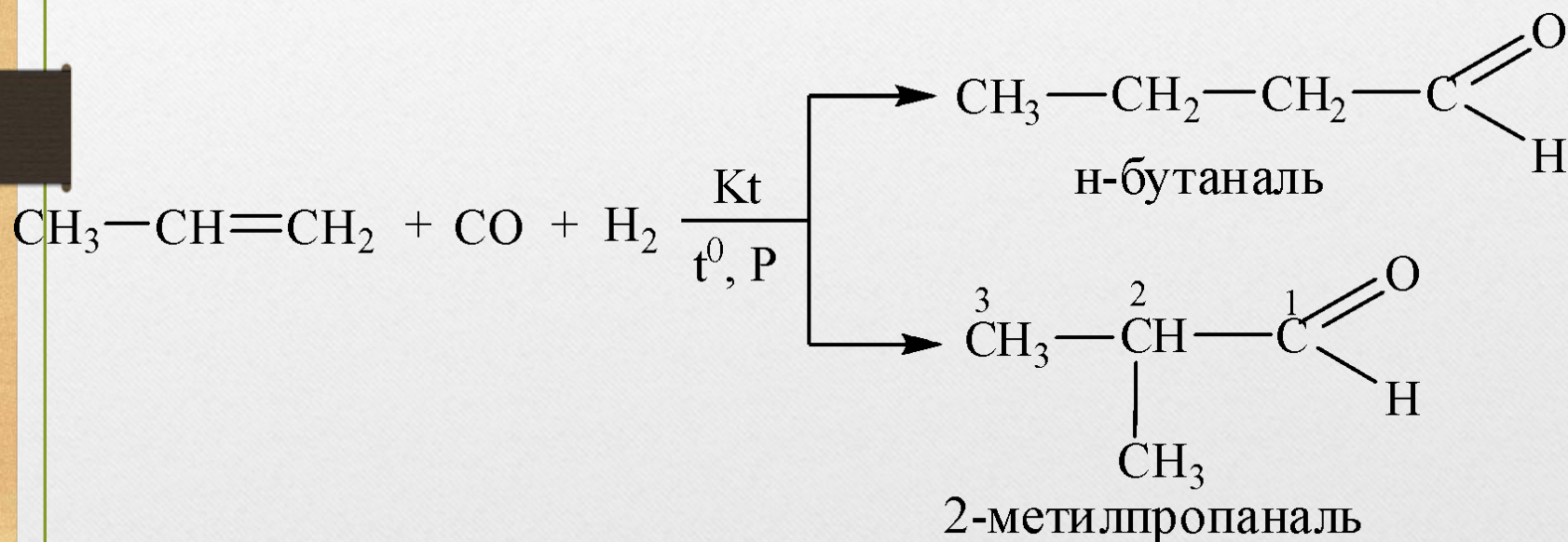




# Способи одержання

- е) промисловий спосіб

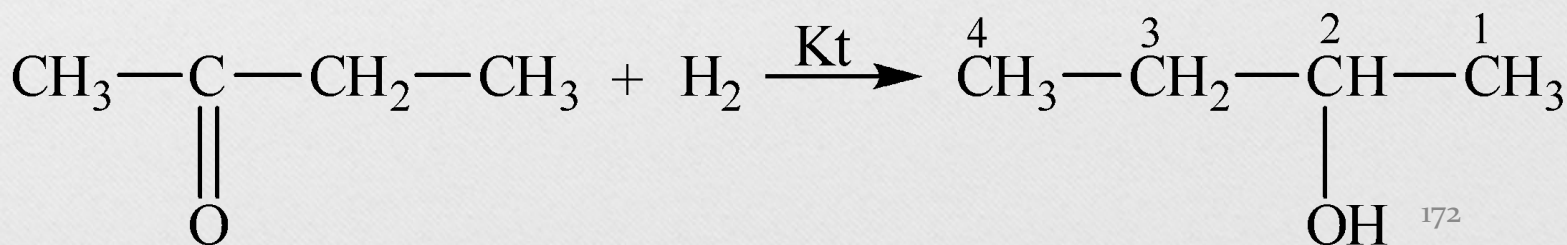
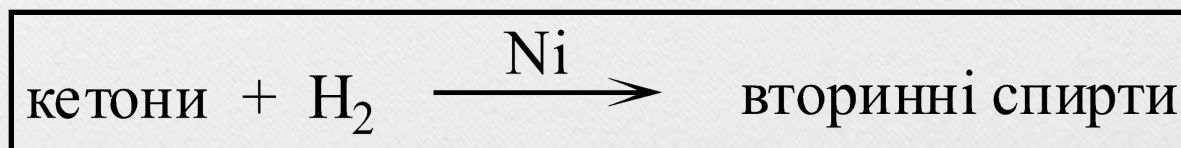
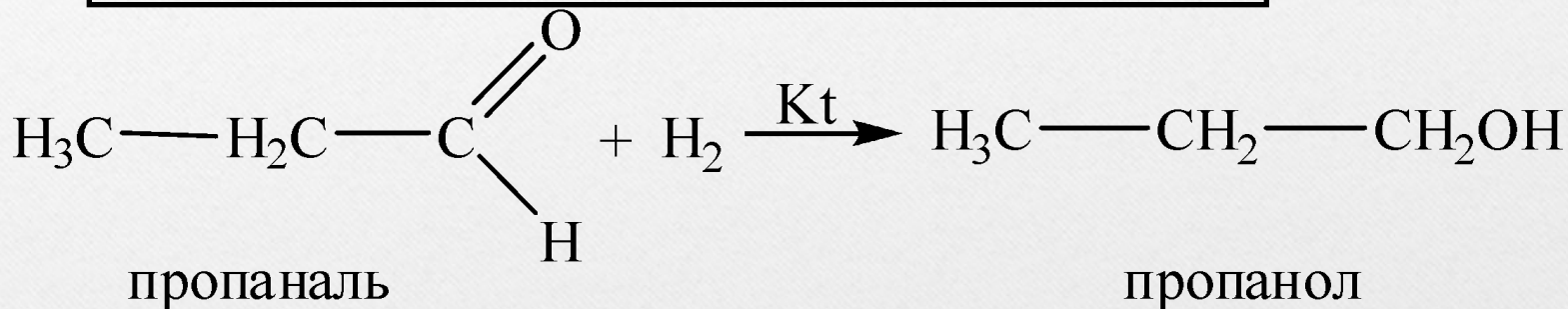
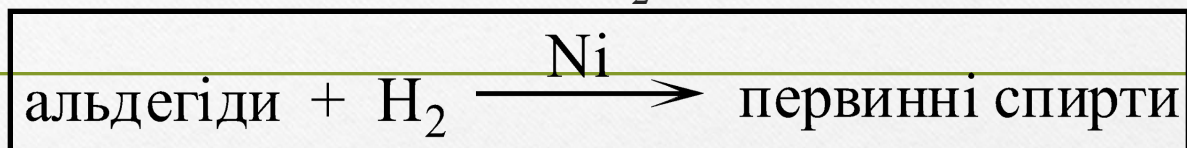
Оксосинтез – пряме приєднання CO і H<sub>2</sub> до алкенів.



# Хімічні властивості

## Реакції приєднання

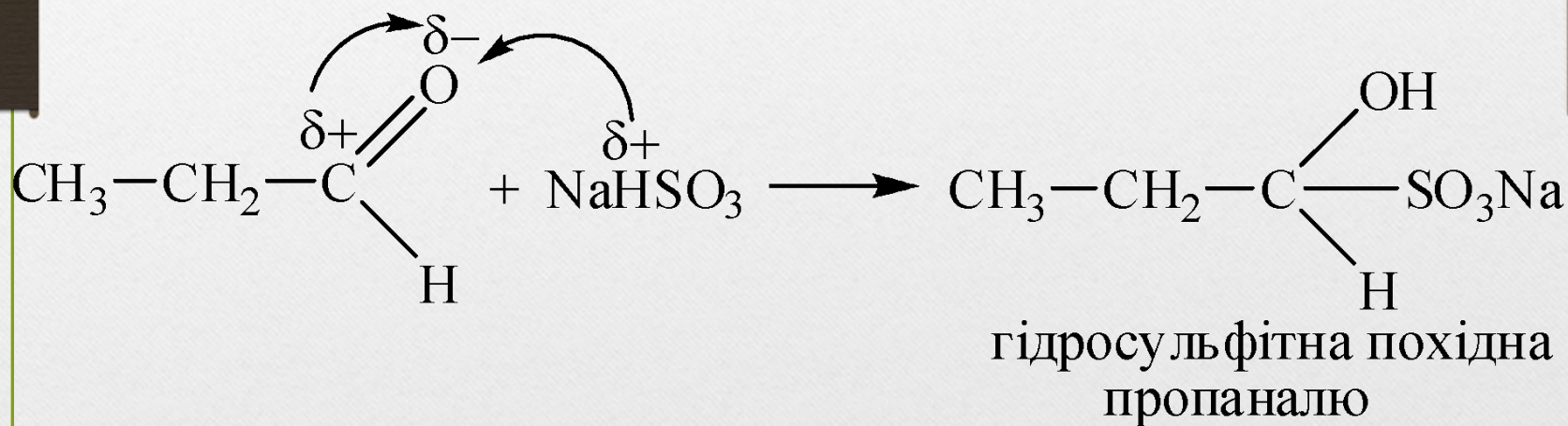
### 1) Гідрування (приєднання $H_2$ )





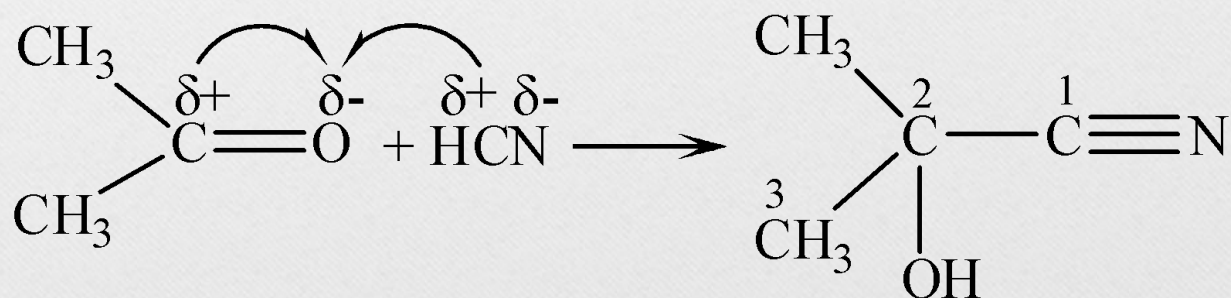
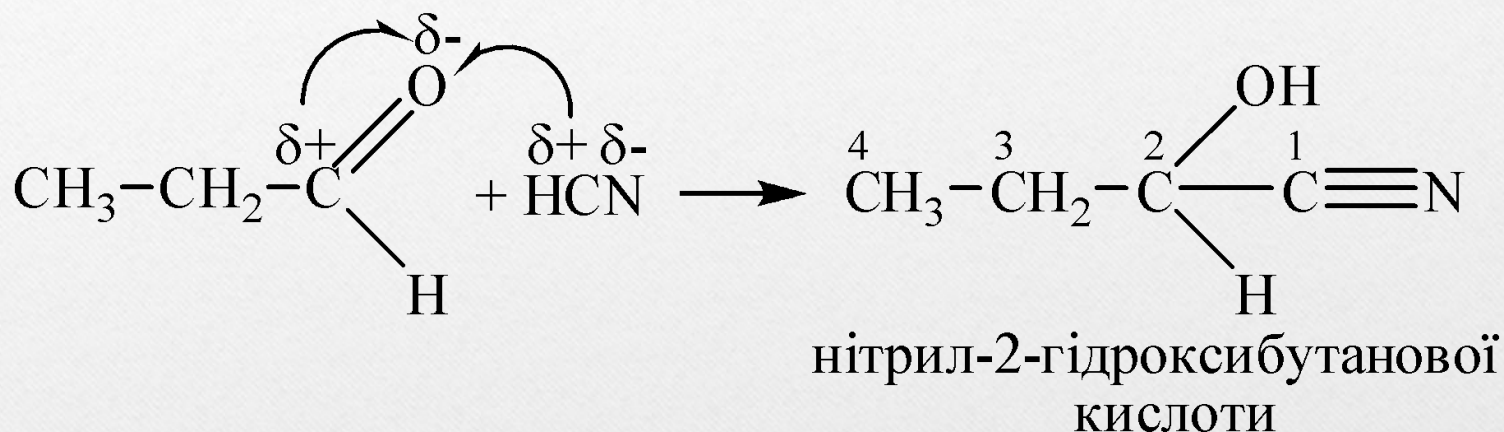
## Хімічні властивості

2) приєднання натрію гідросульфїту –  $\text{NaHSO}_3$  – *якісна реакція на карбонільну групу*



# Хімічні властивості

3) приєднання  $\text{HCN}$  (утворення гідроксинітрилів)



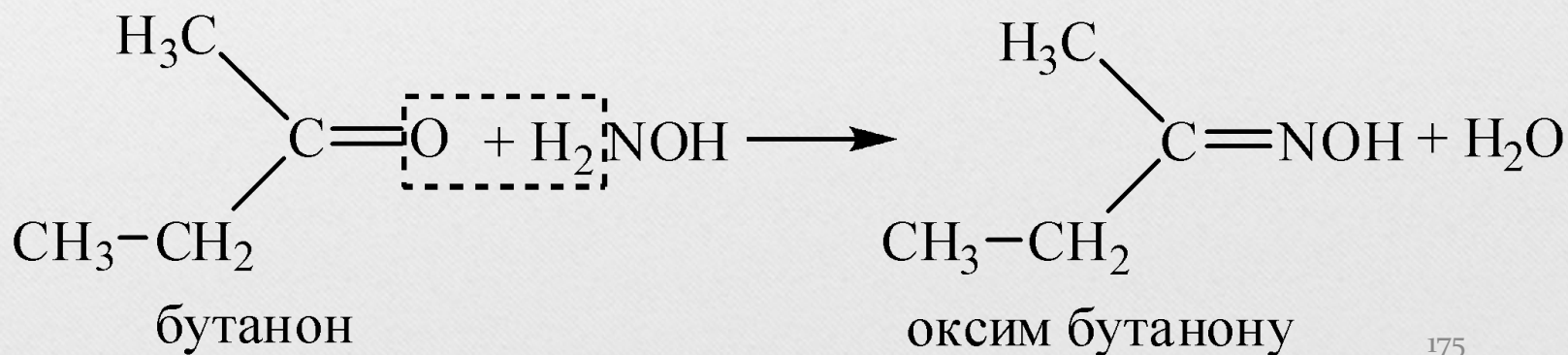
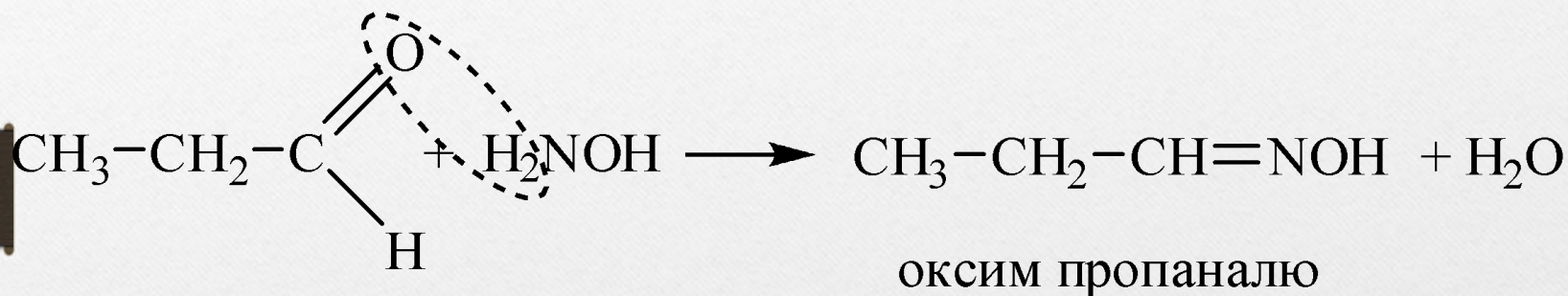
нітрил 2-гідрокси-2-метил-  
пропанової кислоти



# Хімічні властивості

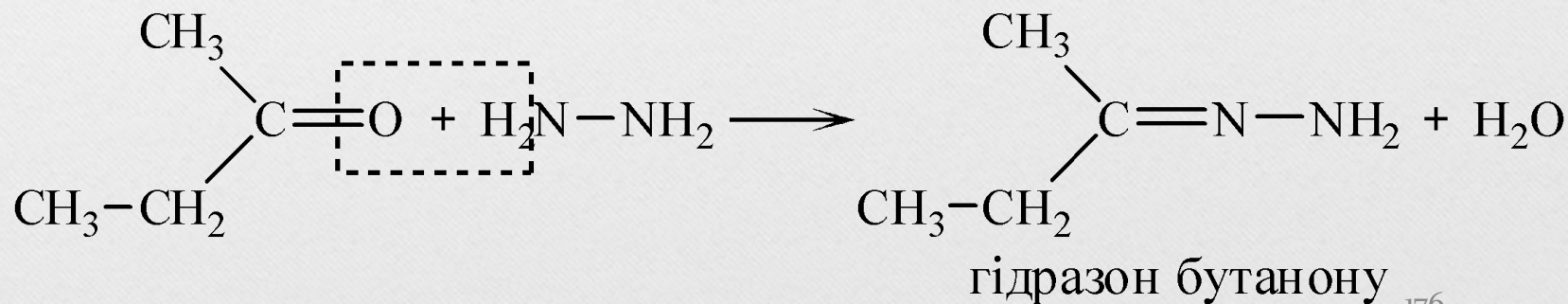
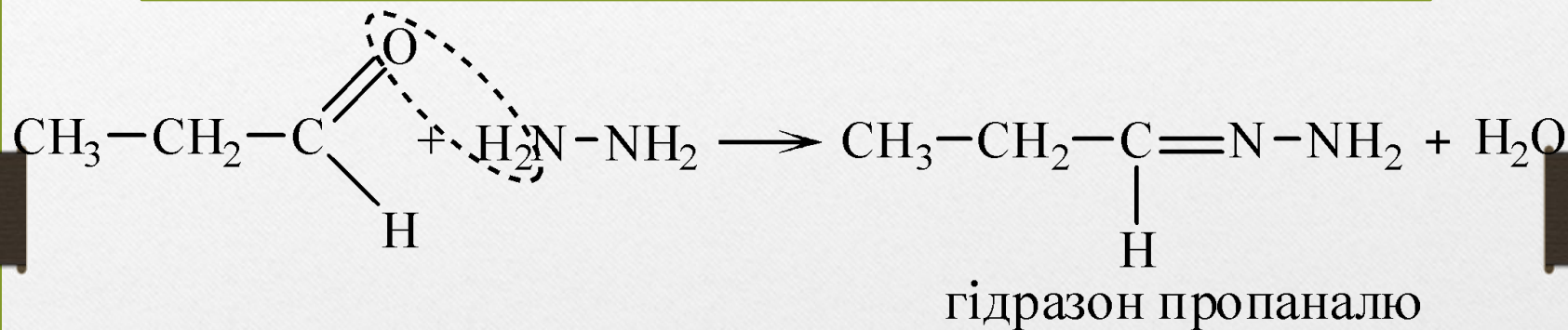
## 1) реакції заміщення Оксигену карбонільної групи.

а) з  $\text{NH}_2\text{OH}$  (утворення оксимів)



# Хімічні властивості

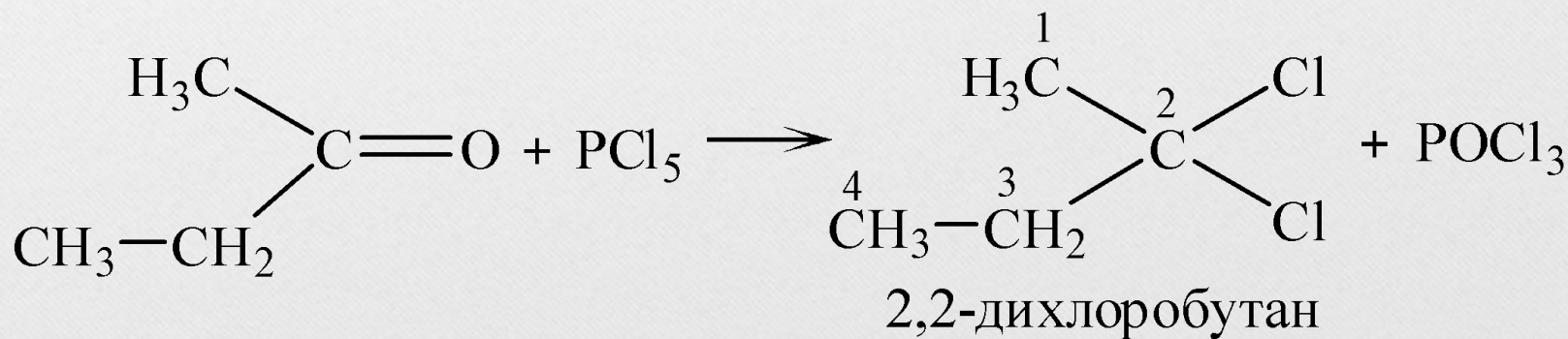
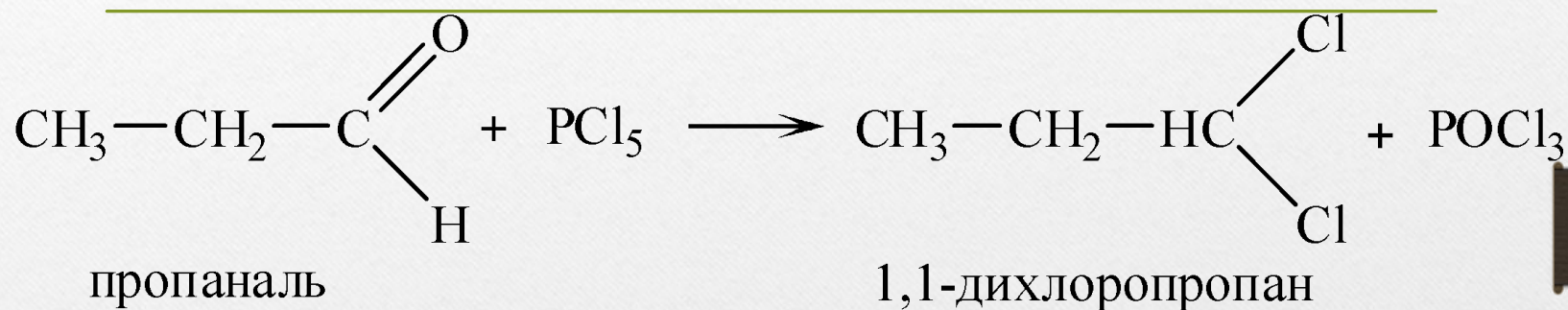
б) з гідразином  $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$  (утворення гідразонів)





# Хімічні властивості

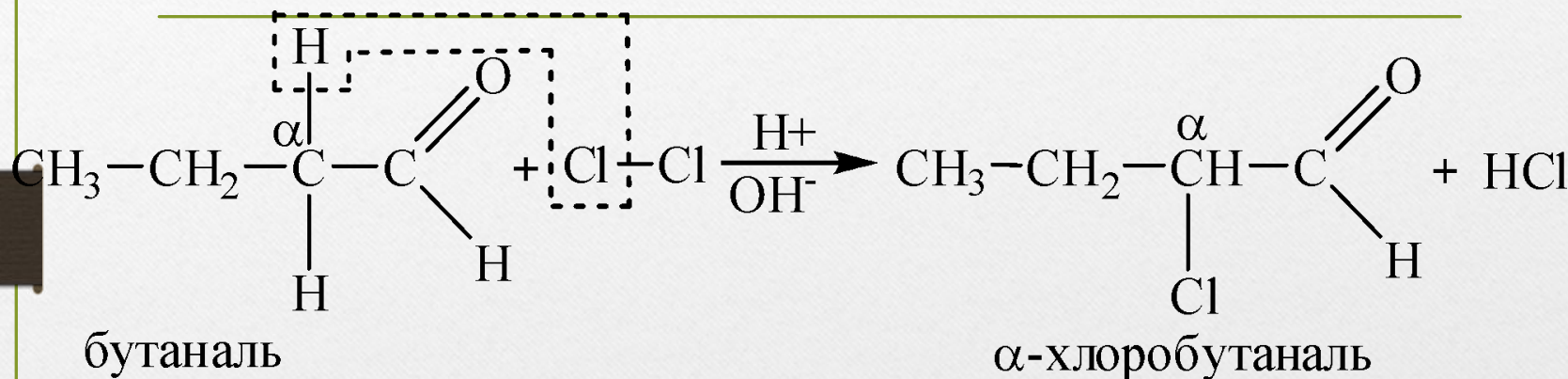
B)  $3 \text{PCl}_5$



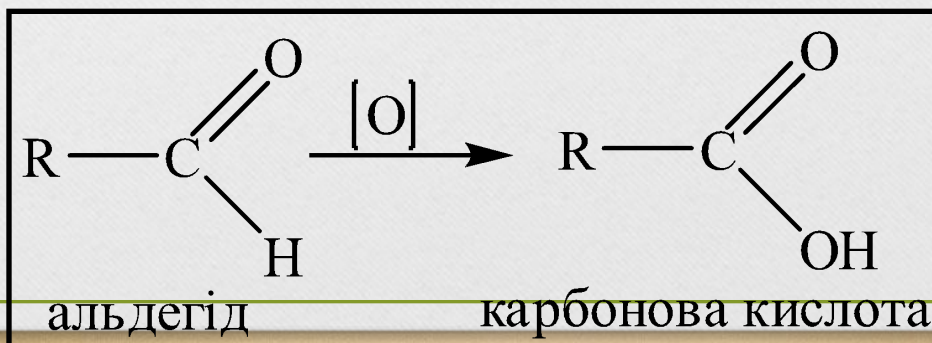
## Реакції заміщення

# Хімічні властивості

Заміщення атомів Гідрогену у вуглеводневому залишку

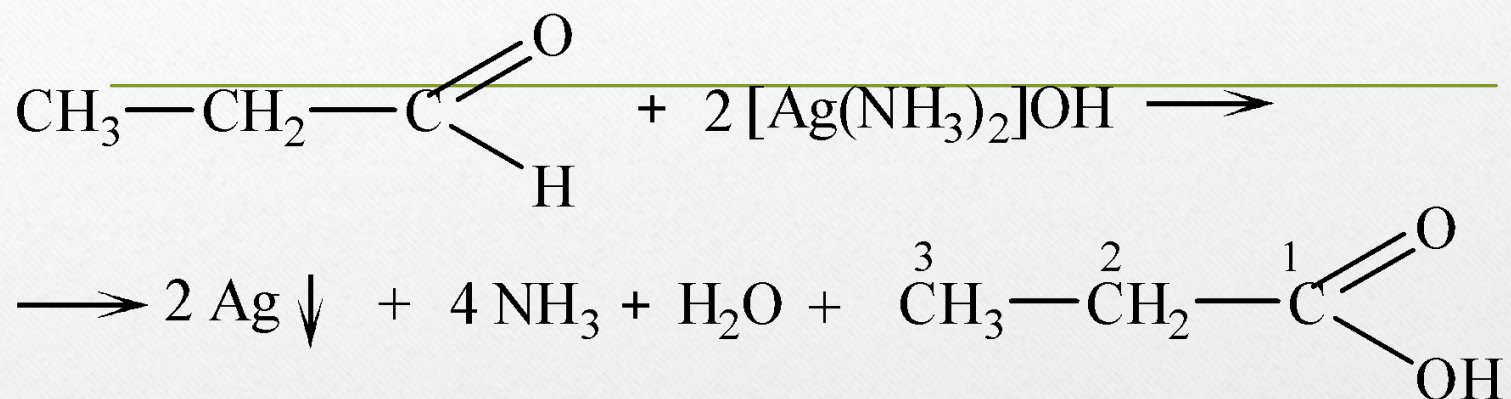


## Реакції окиснення





# Хімічні властивості

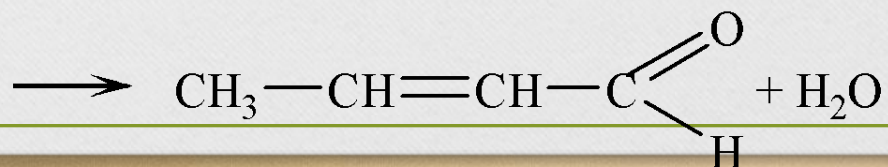
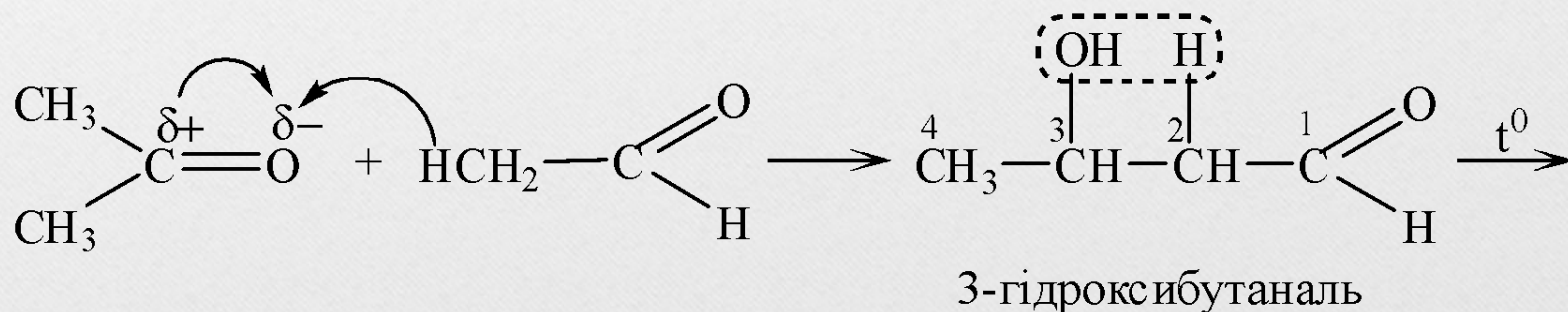
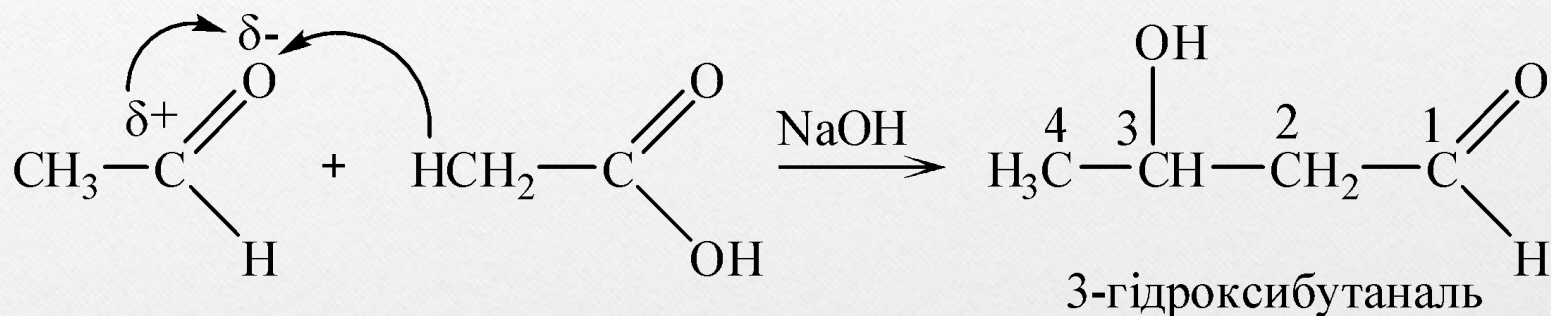


пропанова кислота

Реакція „срібного дзеркала” є характерною *тільки* для альдегідів.

# Хімічні властивості

**Реакції конденсації** – це реакції сполучення між собою альдегідів і кетонів з утворенням нових карбон-карбонових зв'язків



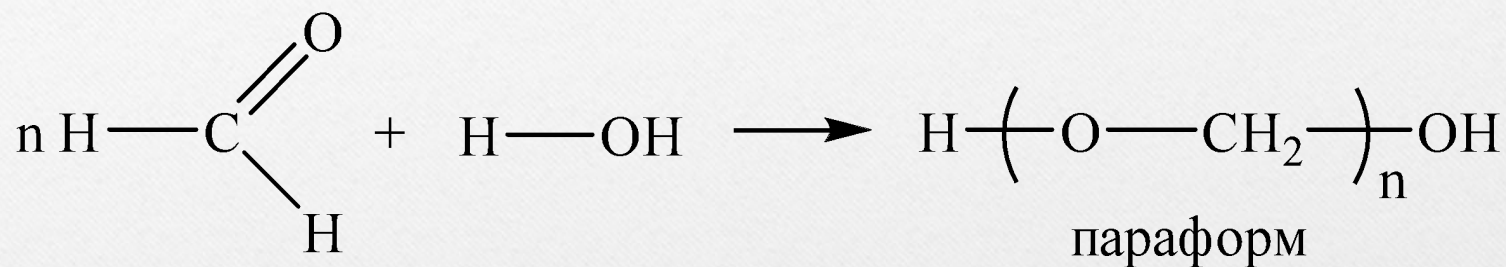
2-бутеналь (кротоновий альдегід)



# Хімічні властивості

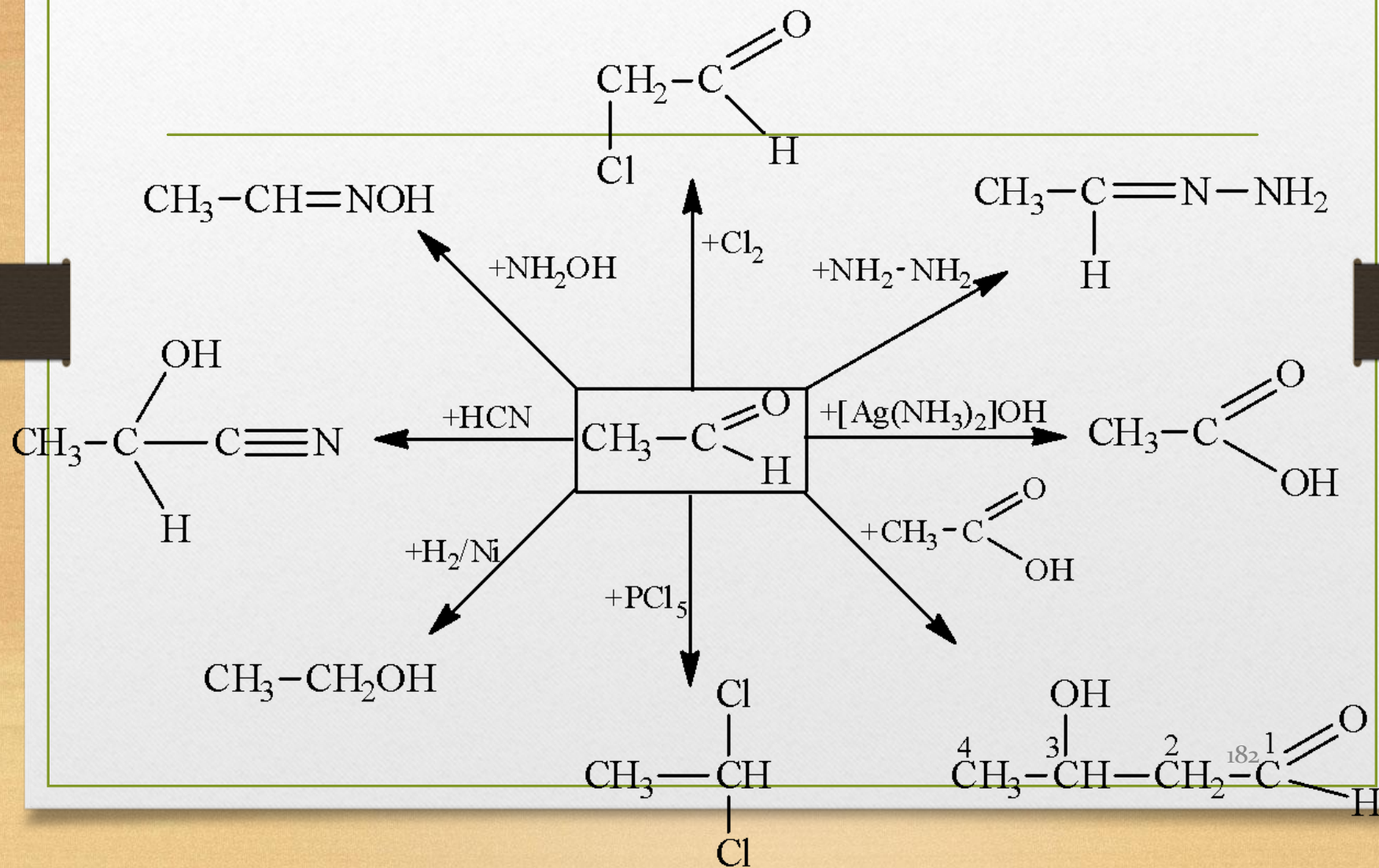
## Реакції полімеризації

---



де:  $n$  - ступінь полімеризації може знаходитися в межах від 10 до 100

# Застосування альдегідів на прикладі етаналу





# Карбонові кислоти

**Карбонові кислоти** – це похідні вуглеводнів, які містять

одну або декілька карбоксильних груп  $\text{—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$

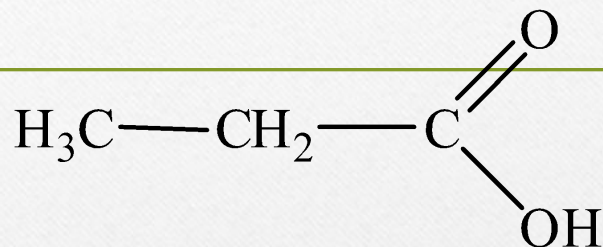
Загальна формула карбонових кислот  $\text{R—C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array}$

де: **R** – вуглеводневий радикал

# Класифікація

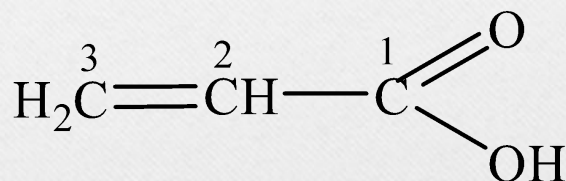
Залежно від характеру радикалу R розрізняють карбонові **кислоти**:

а) *насичені*:



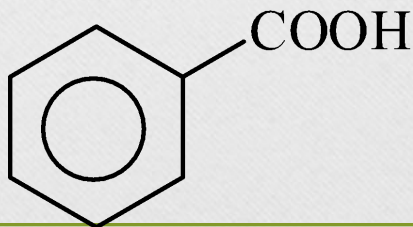
пропанова кислота

б) *ненасичені*:



пропенова кислота (акрилова)

в) *ароматичні*:



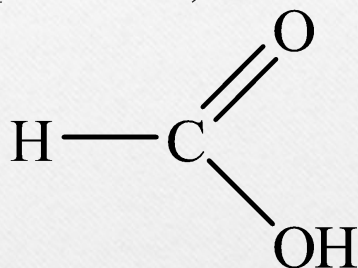
бензенова (бензойна кислота)



# Класифікація

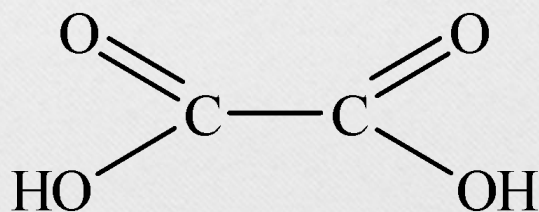
За числом карбоксильних груп карбонові кислоти поділяють на:

а) одноосновні (монокарбонові):



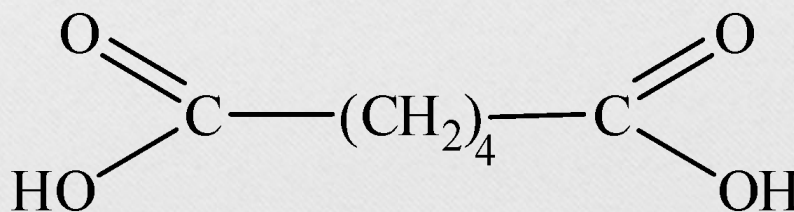
метанова кислота

б) двоосновні (дикарбонові):



етандіова (щавелева)

КИСЛОТА

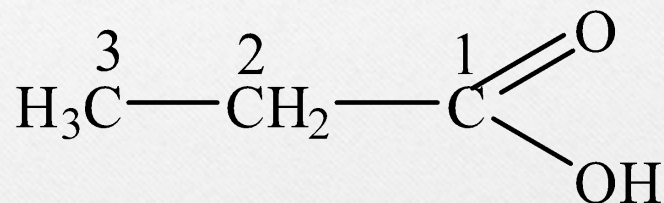


гександіова (адипінова)

КИСЛОТА

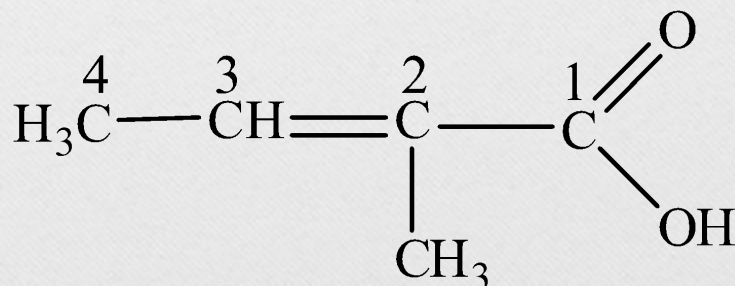
# Номенклатура

За номенклатурою IUPAC назва насичених карбонових кислот утворюється від назви відповідного алкану з додаванням суфіксу **—ова** і слова „**кислота**“



пропанова кислота

Зауважте, що **карбоксильна група** завжди **входить до головного ланцюга і має положення 1**.

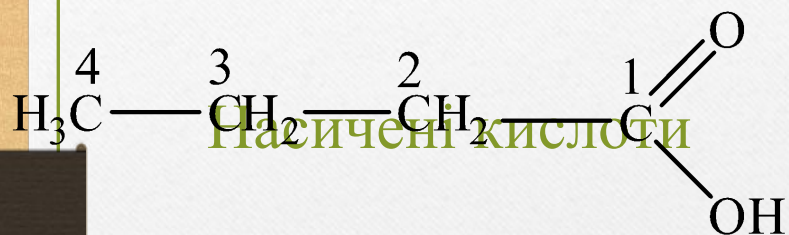


2-метил-2-бутенова кислота

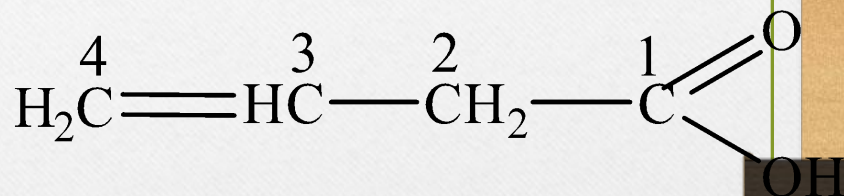


# Ізомерія

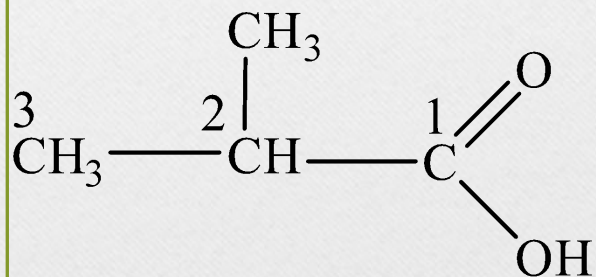
## Ненасичені кислоти



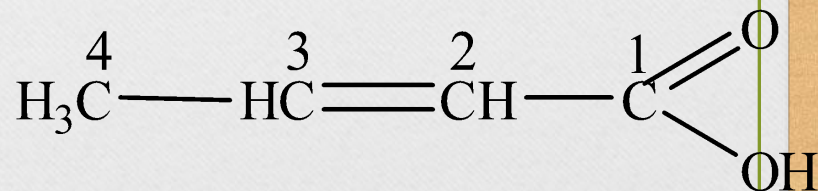
н-бутанова кислота



3-бутенова кислота



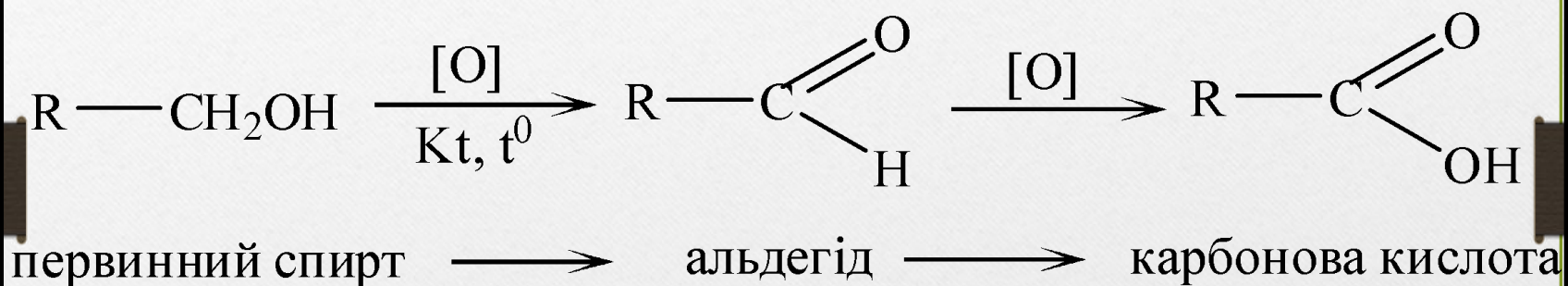
2-метилпропанова кислота



2-бутенова кислота

# Способи одержання

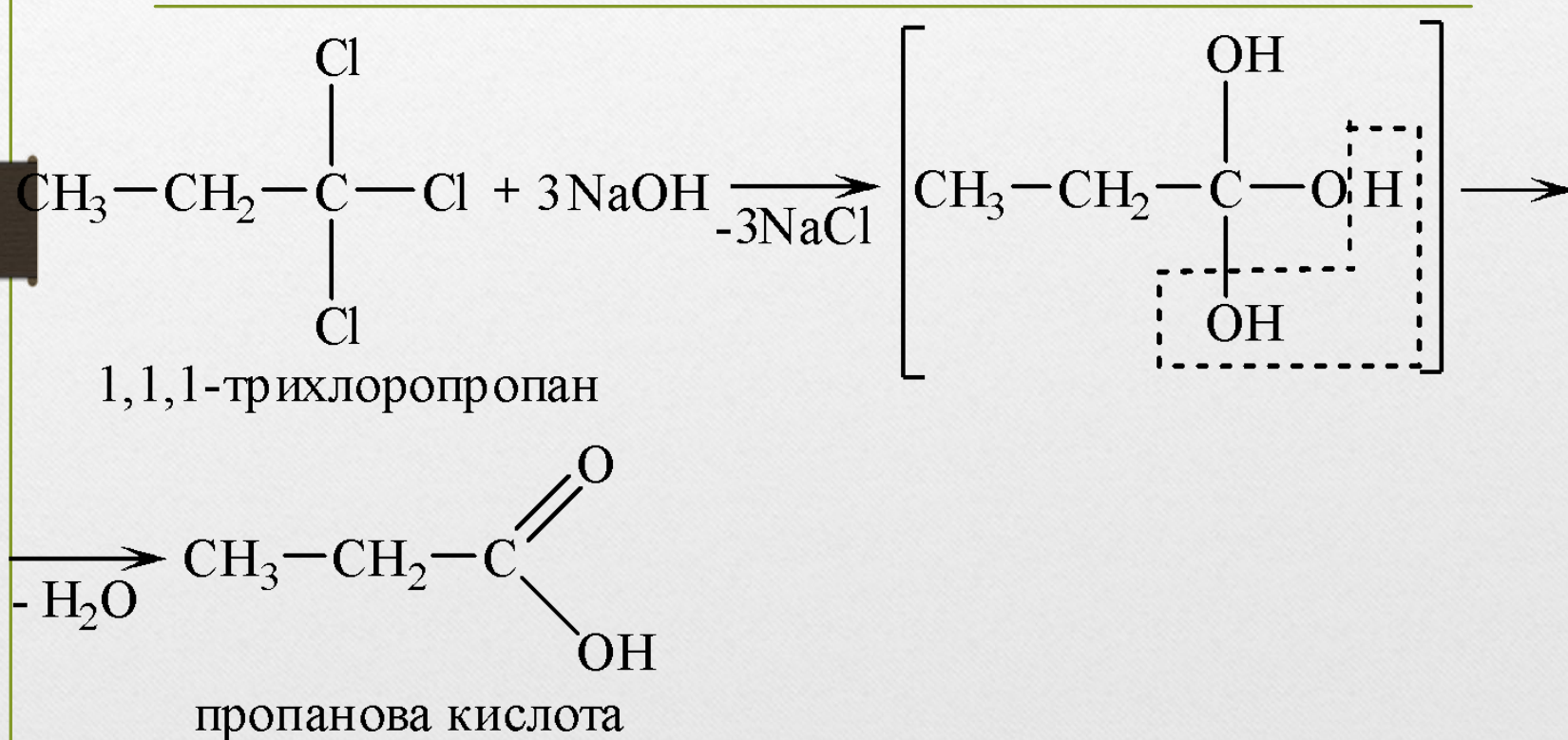
- а) окиснення первинних спиртів





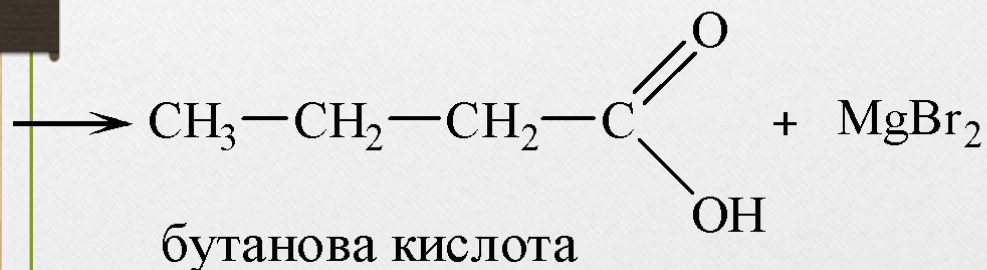
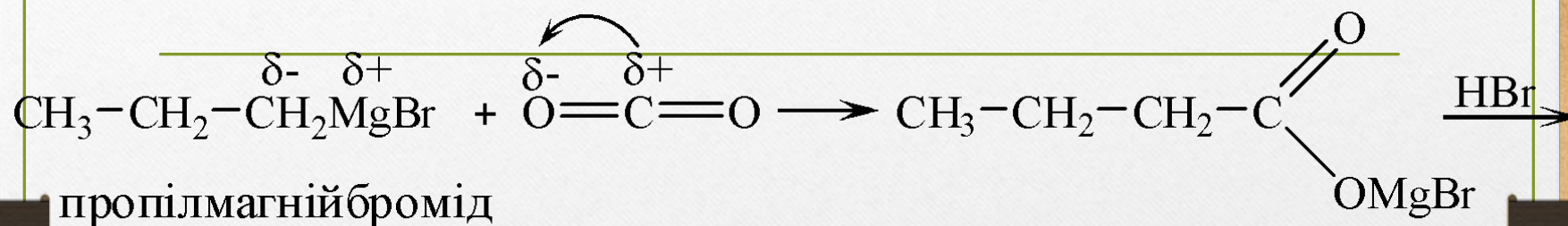
# Способи одержання

## б) гідроліз гемінальних тригалогеналканів



# Способи одержання

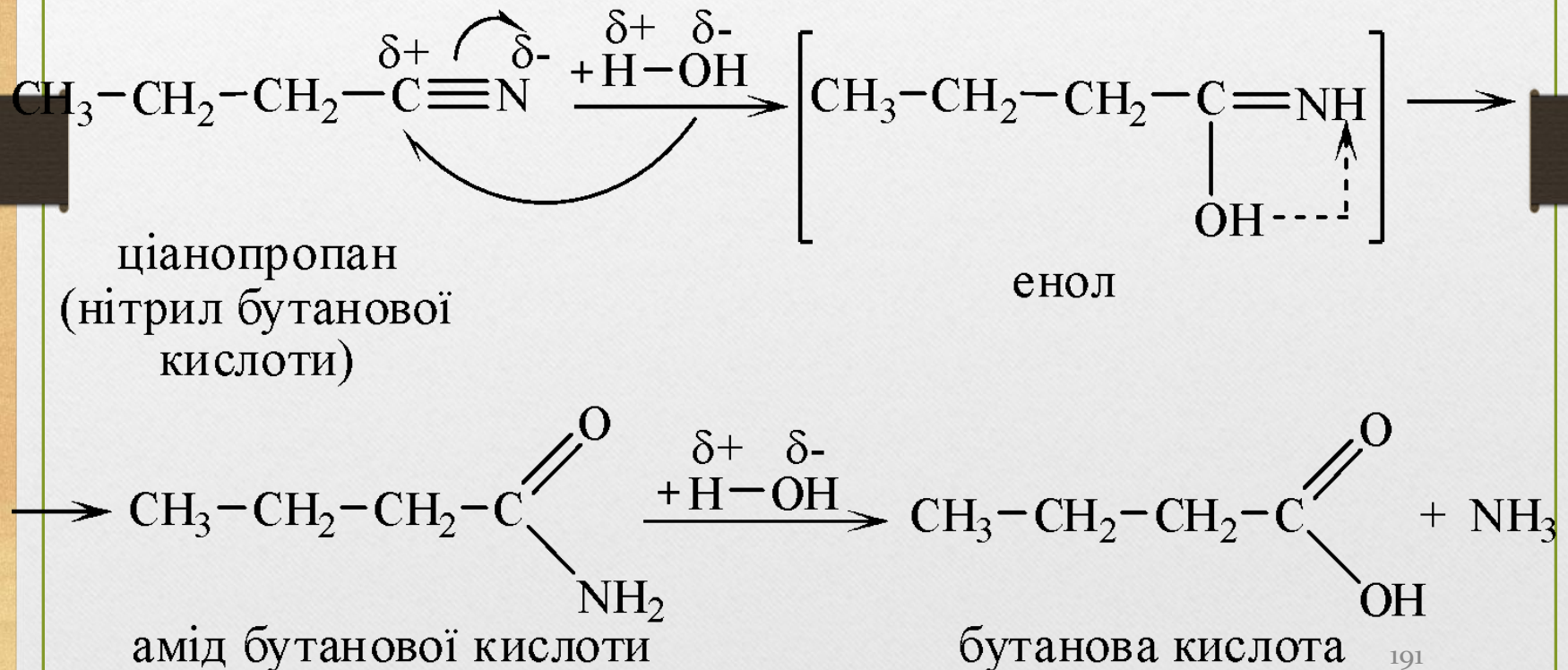
## в) взаємодія реактивів Грин'єра з карбон (IV) оксидом





# Способи одержання

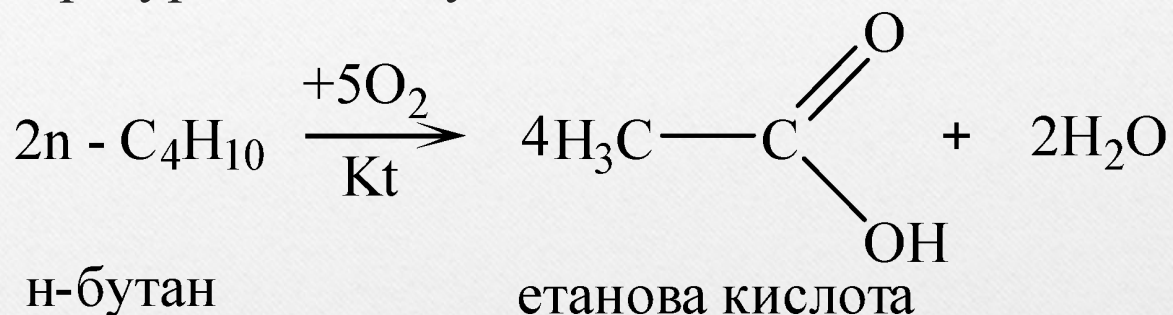
- г) гідроліз (омилення) нітрилів



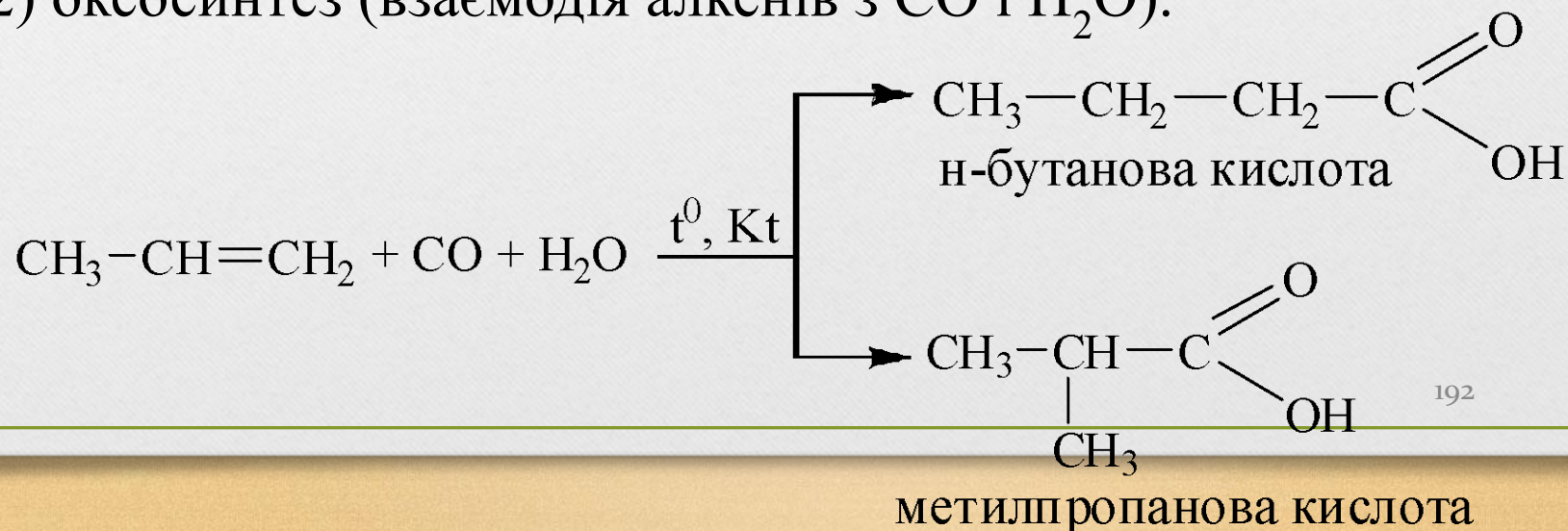
# Способи одержання

## д) промислові методи одержання карбонових кислот

1) окиснення алканів в присутності каталізаторів при високих температурах та тиску:



2) оксосинтез (взаємодія алкенів з CO і H<sub>2</sub>O).

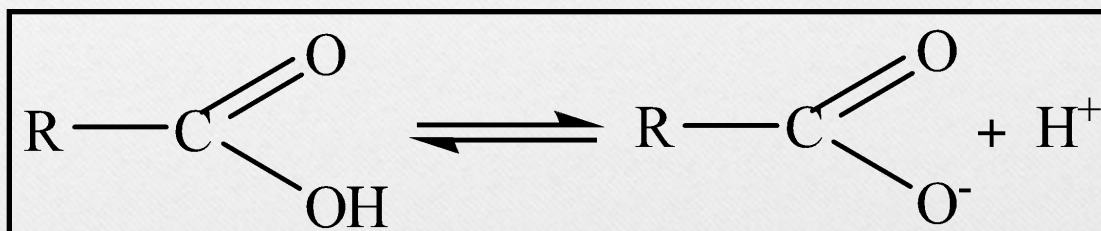
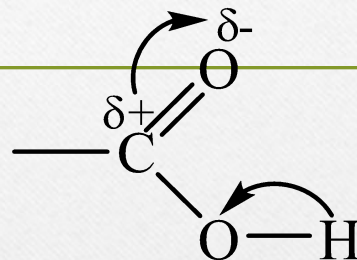




# Хімічні властивості

Хімічні властивості карбонових кислот визначаються

будовою карбоксильної групи



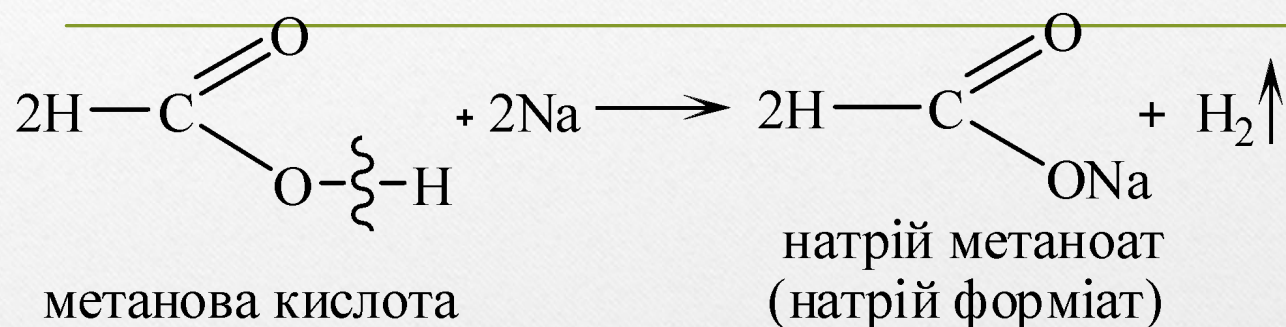
Для карбонових кислот характерні два типи реакцій:

- 1) заміщення атома Гідрогену в карбоксильній групі;
- 2) заміщення атома Гідрогену у вуглеводневому радикалі.

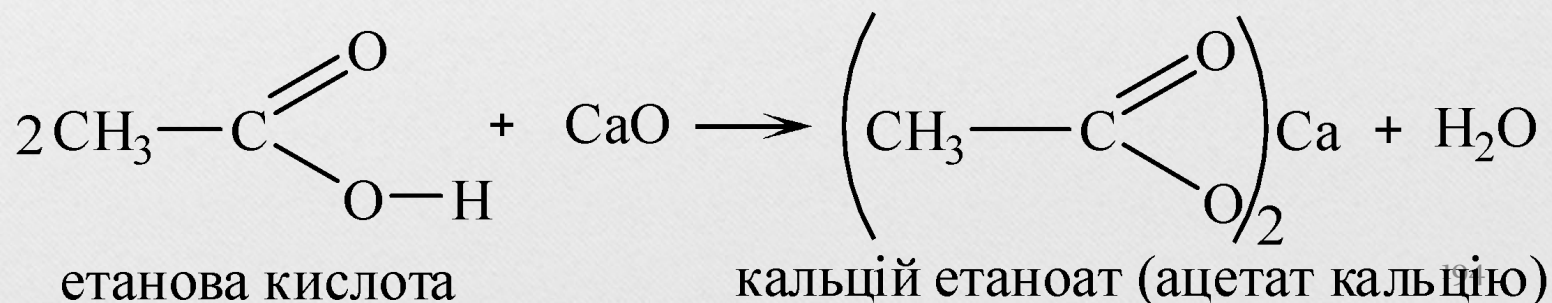
# Хімічні властивості

## Карбонові кислоти

### а) металами



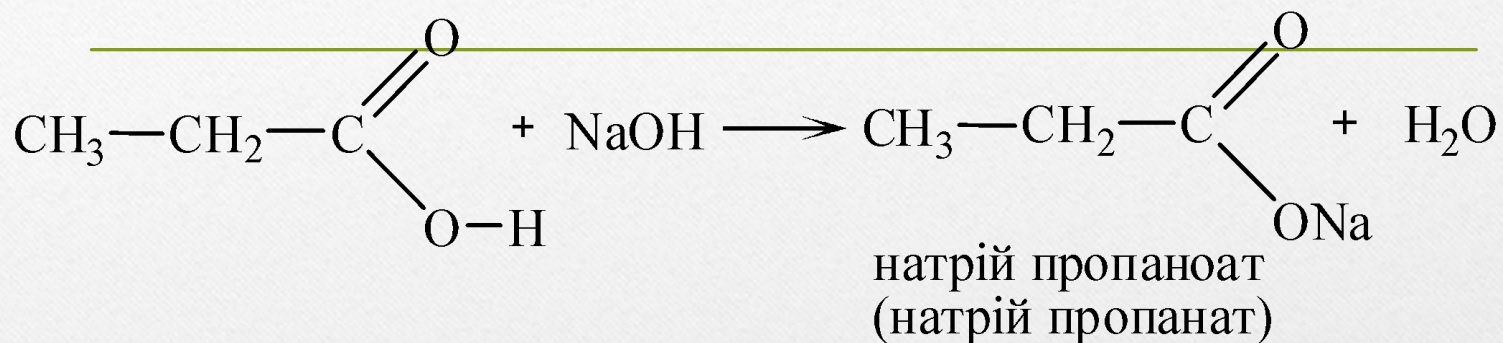
### б) оксидами металів



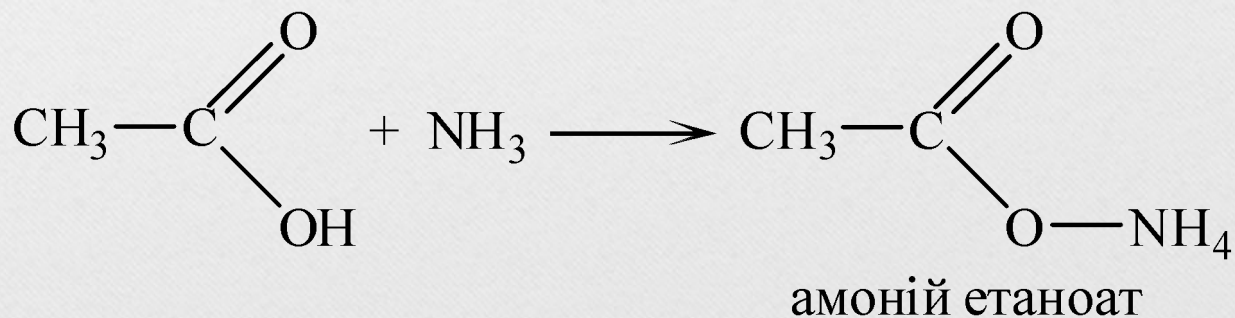


## Хімічні властивості

в) гідроксидами металів

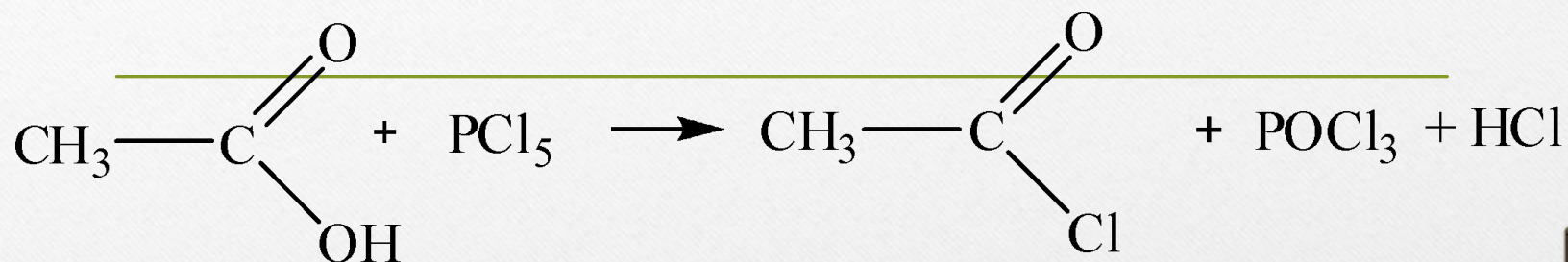


г) амоніаком з утворенням амонійних солей



## Хімічні властивості

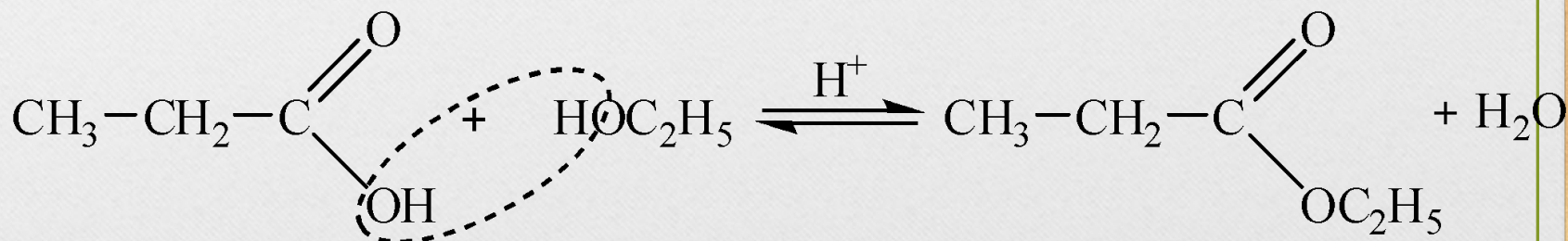
д) з  $\text{PCl}_5$



етанова кислота

хлорангідрид етанової кислоти

е) спиртами (утворення естерів)



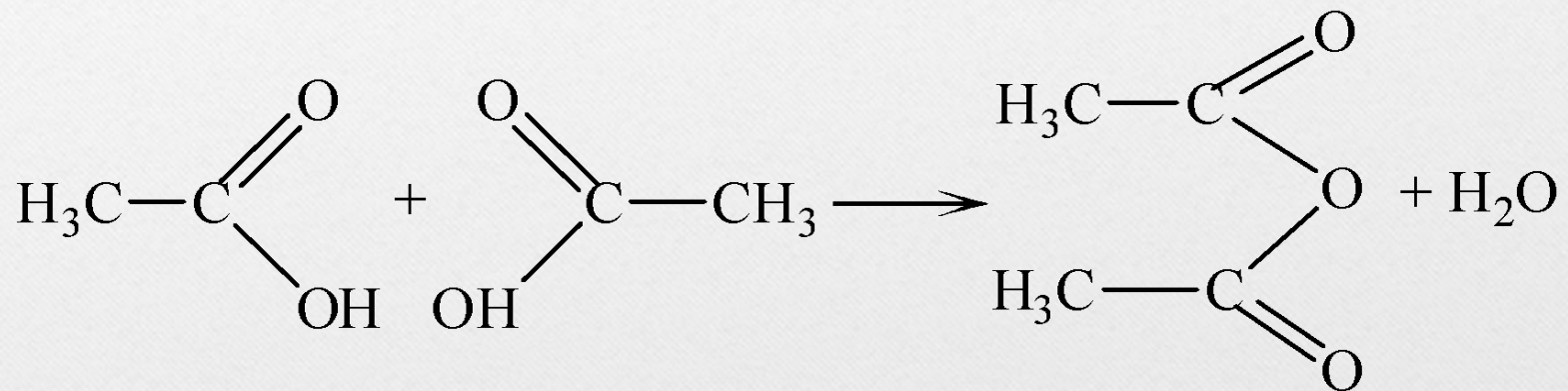
етилпропаноат (етиловий естер пропанової кислоти)



# Хімічні властивості

є) утворення ангідридів карбонових кислот

---



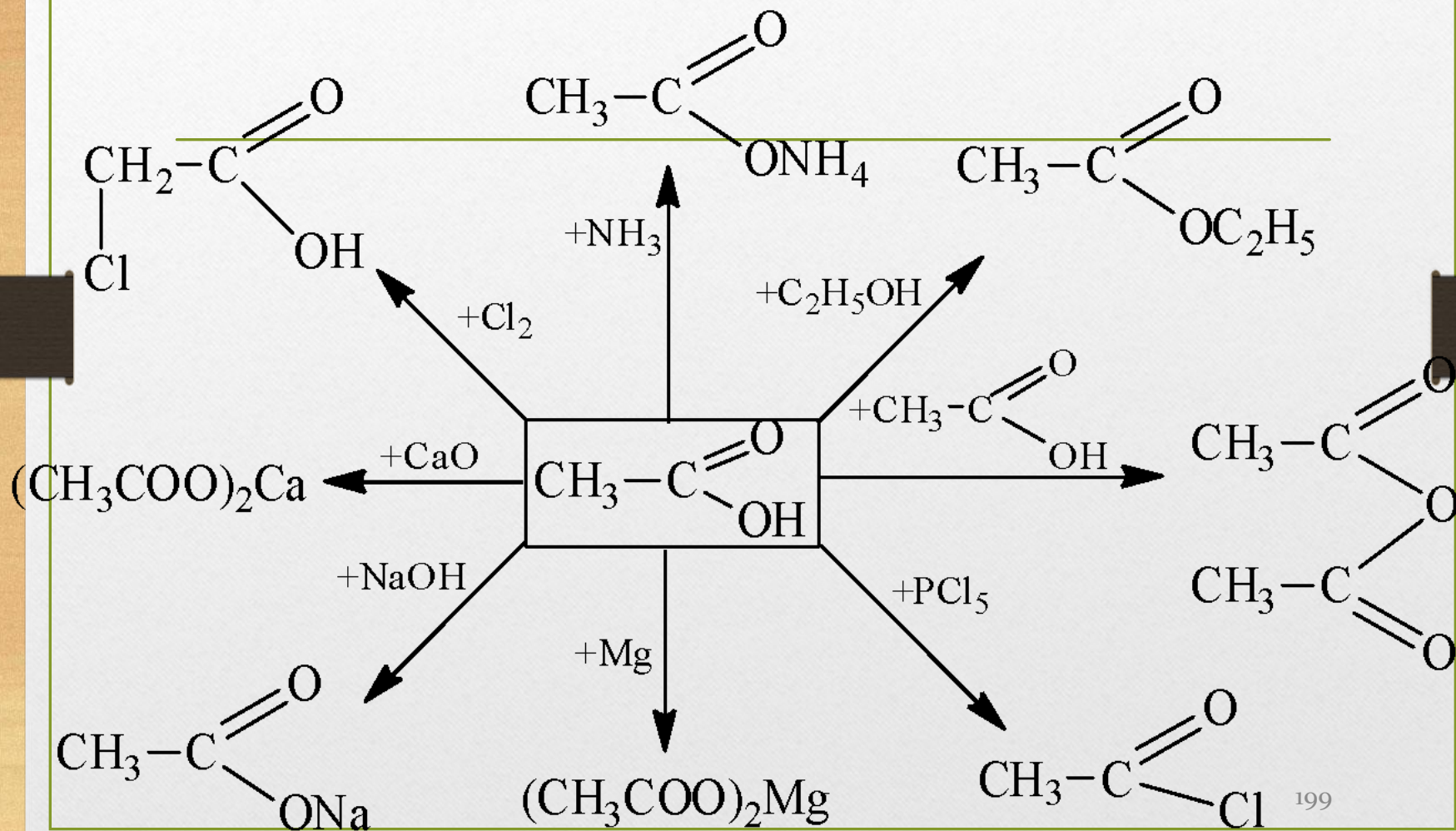
ангідрид етанової кислоти  
(оцтовий ангідрид)

## Заміщення Н в радикалі





# Застосування карбонових кислот на прикладі етанової кислоти



## Лекція № 6

# Нітрогеновмісні органічні сполуки

*Програмні питання:*

### (нітросполуки, аміни)

- Нітросполуки
- Будова нітрогрупи
- Класифікація. Номенклатура
- Способи одержання
- Фізичні, хімічні властивості нітросполук
- Застосування окремих представників нітросполук
- Аміни
- Класифікація. Номенклатура
- Способи одержання
- Фізичні, хімічні властивості
- Застосування окремих представників амінів



# Нітросполуки

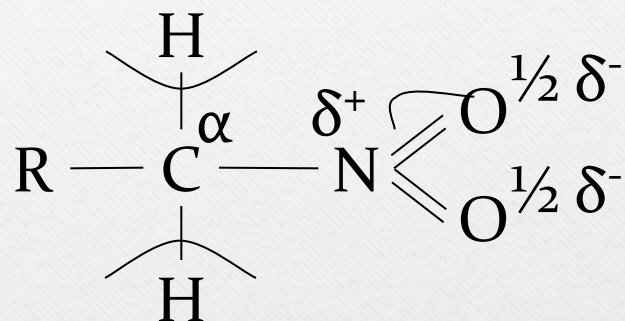
Нітросполуки – це похідні вуглеводнів, в молекулах яких один або декілька атомів Гідрогену заміщені на одну або декілька нітрогруп ( $-\text{NO}_2$ ).

Загальна формула нітросполук:



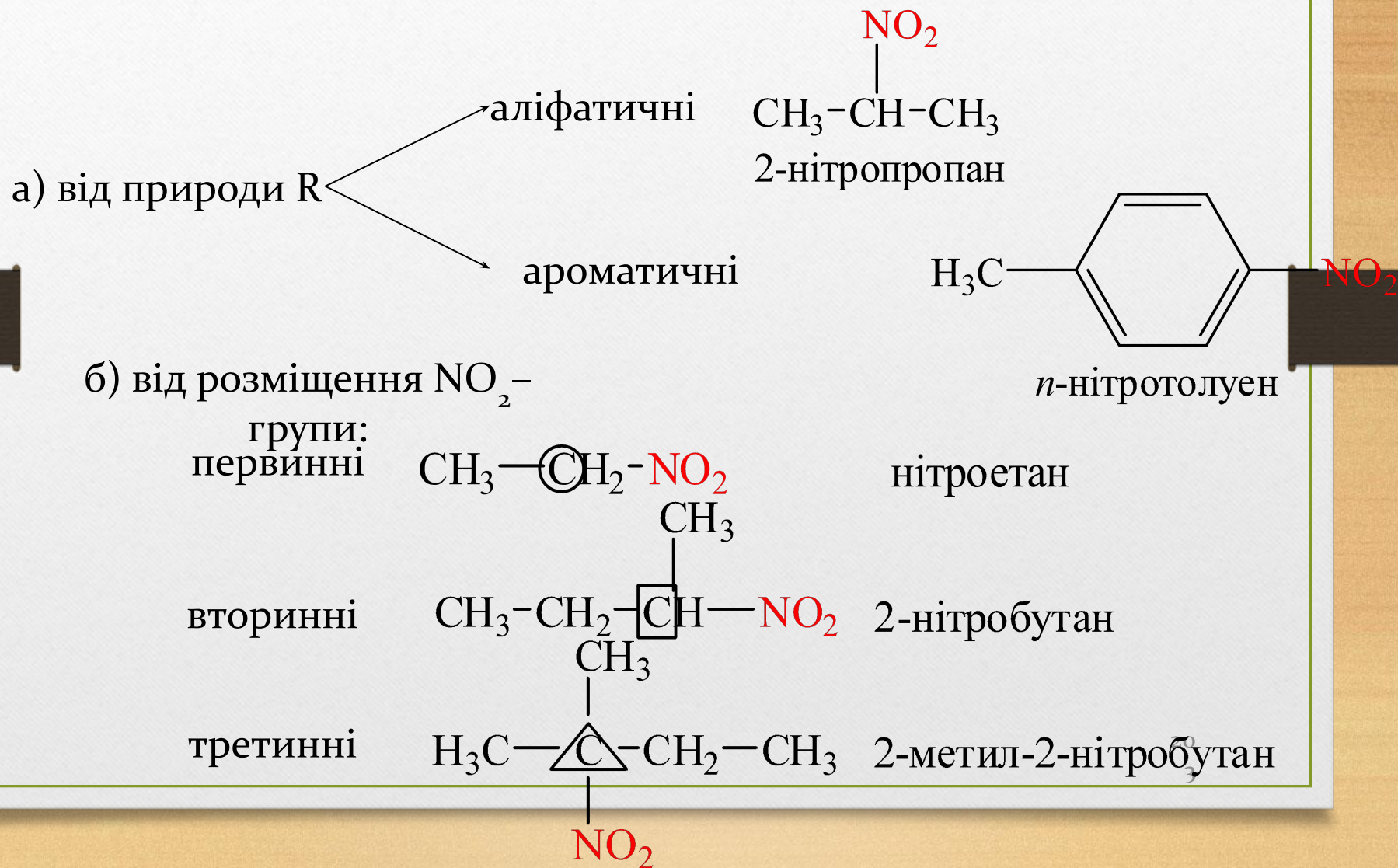
# Будова нітрогрупи

Хімічні властивості нітросполук визначаються нітрогрупою:



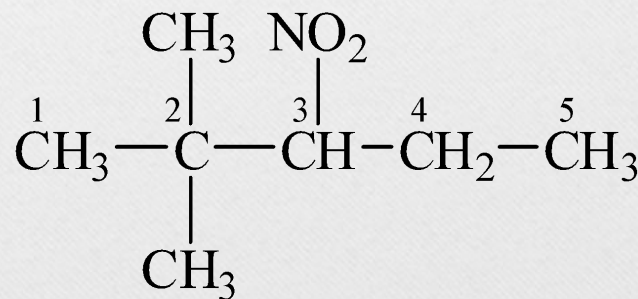


# Класифікація нітросполук



- Назва нітросполук утворюється від назви алкану з додаванням префіксу нітро-. Цифрою вказують номер атома Карбону, з яким зв'язана нітрогрупа.

ІЮПАК **нітро-** (префікс) + **назва алкану**

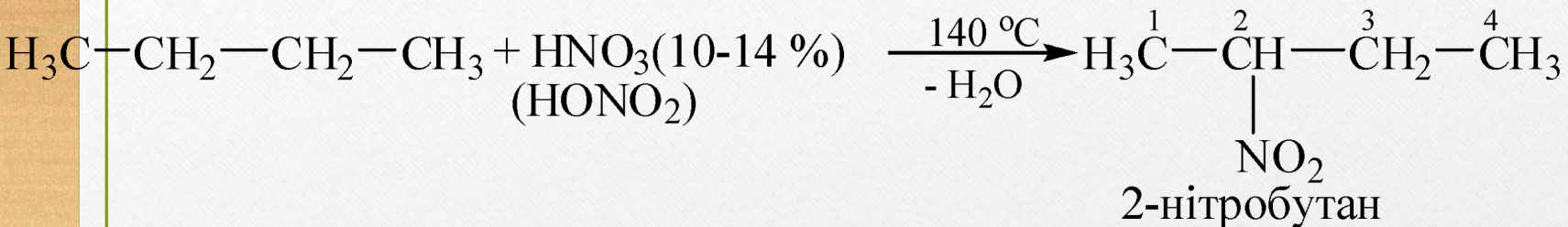


2,2-диметил-3-нітропентан

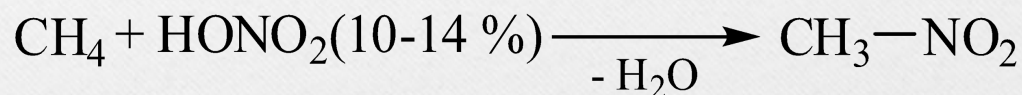


# Способи одержання

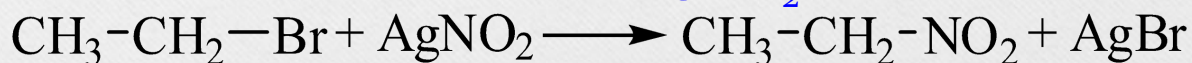
а) нітрування алканів в рідкій фазі. (реакція М.І. Коновалова 1899 р.)



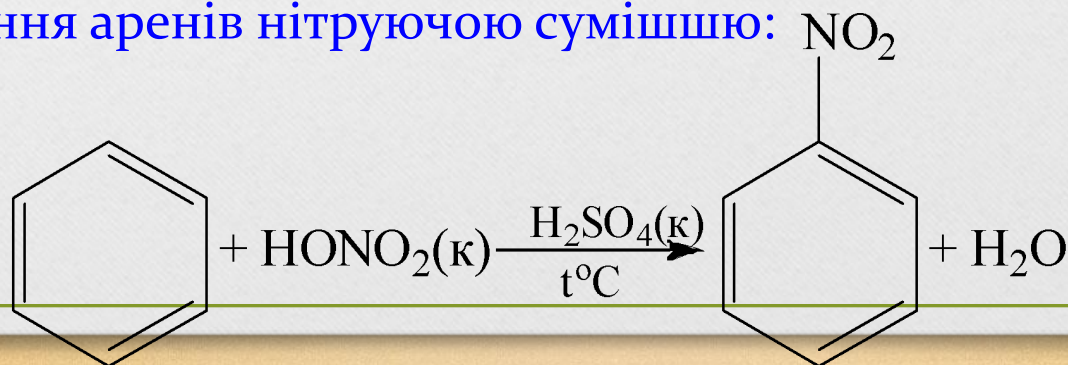
В промисловості нітрування проводять в газовій фазі (300-500 °С)  
(Гесс 1930 р.)



б) взаємодія йодо-, бромалканів з  $\text{AgNO}_2$ :

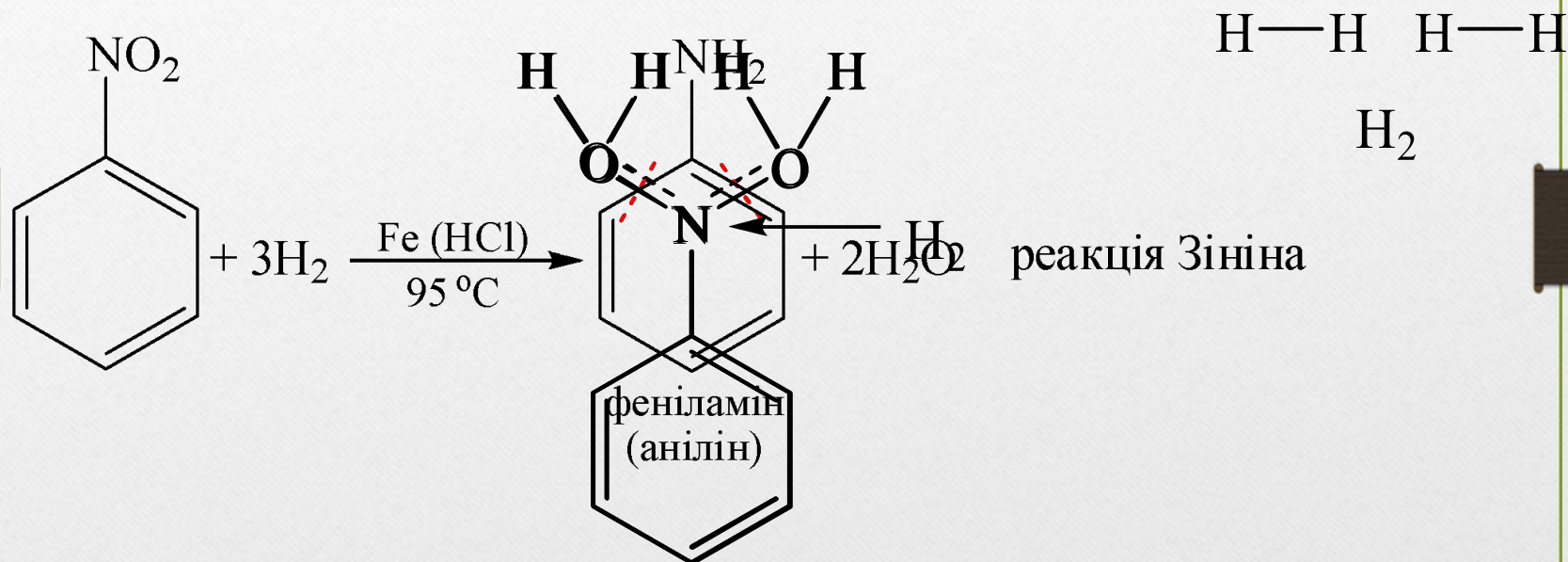
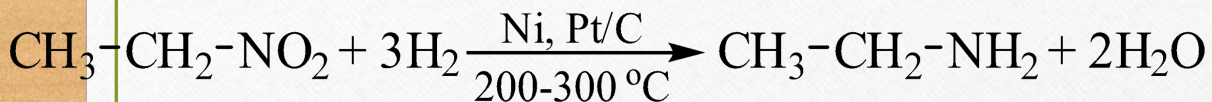


в) нітрування аренів нітруючою сумішшю:



# Хімічні властивості

## 1) Відновлення нітросполук:



Зінін 1842 р.



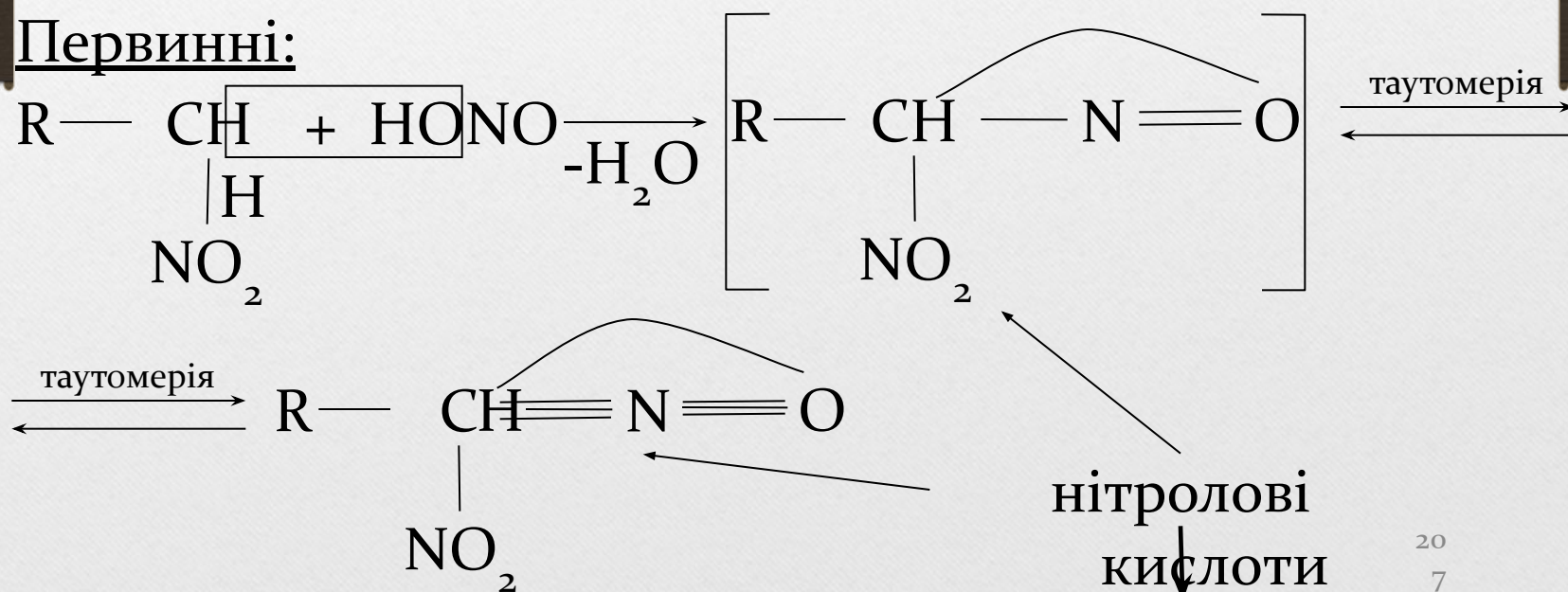


# Хімічні властивості

Якісна реакція з  $\text{HNO}_2$  дозволяє розрізнити первинні, вторинні і третинні нітросполуки.

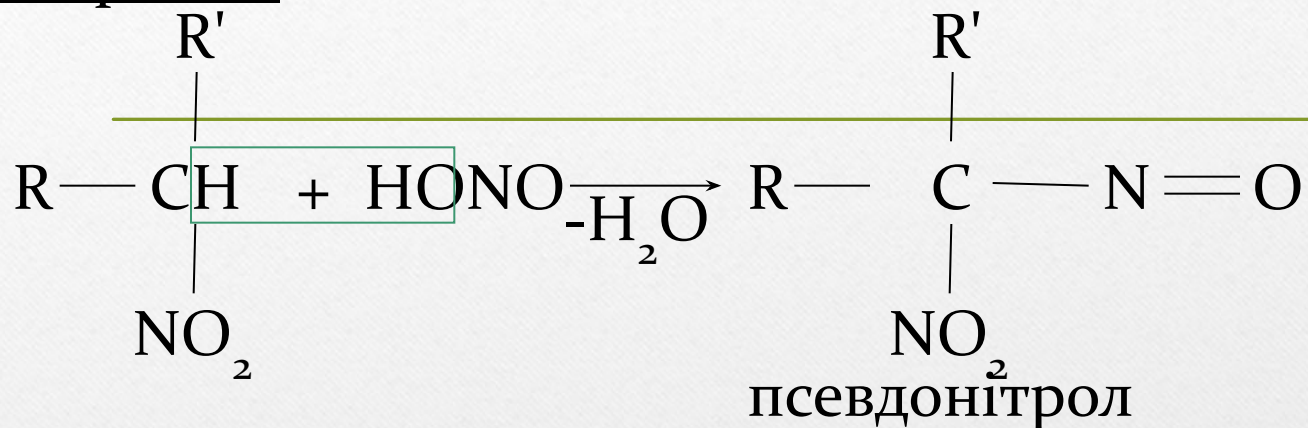
2) Взаємодія з  $\text{HNO}_2$  ( $\text{HONO}$ ) нітритною кислотою:

Первинні:



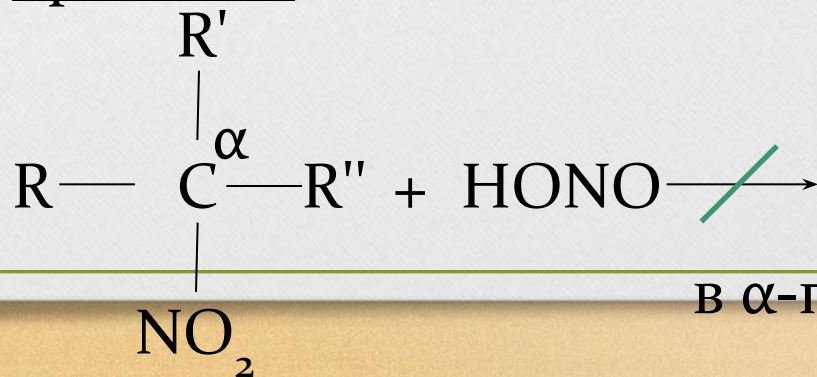
лужні солі забарвлені в червоний колір

## Вторинні: Хімічні властивості



Псевдонітроли – кристалічні речовини, в розчинах  $\text{CHCl}_3$  забарвлені в інтенсивно-синій колір

## Третинні:

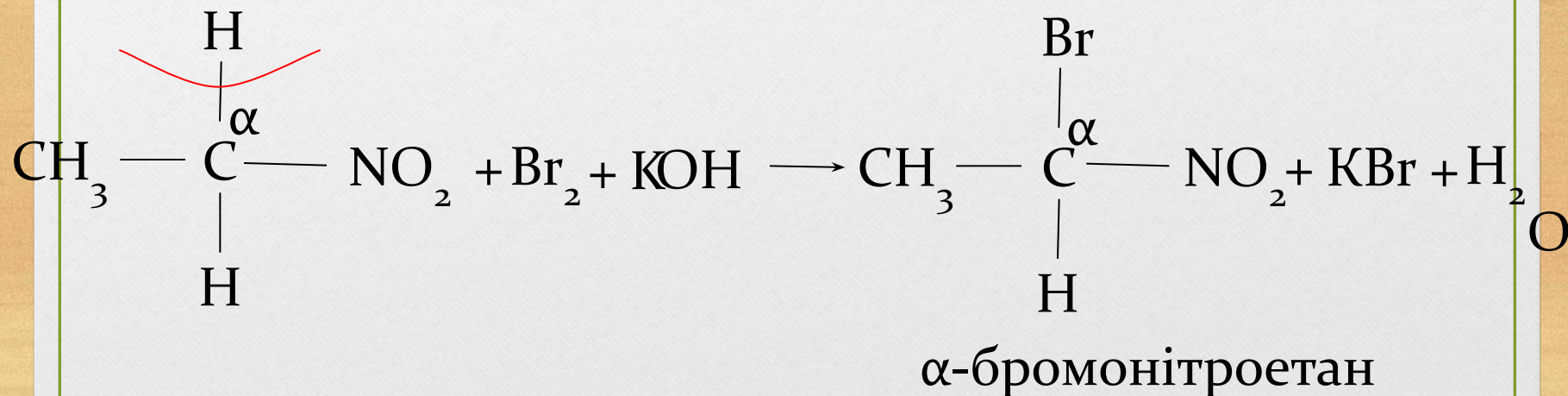
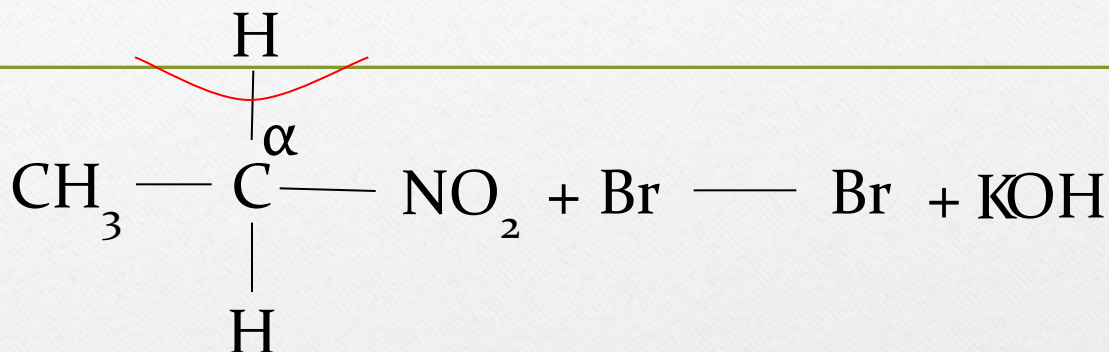


в  $\alpha$ -положенні відсутні атоми Н



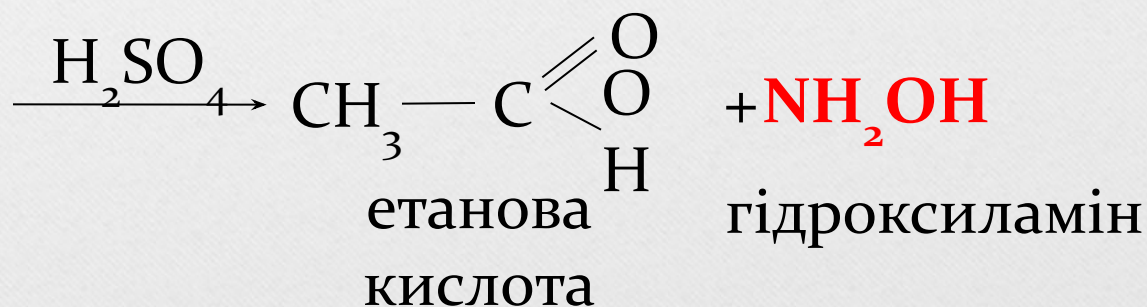
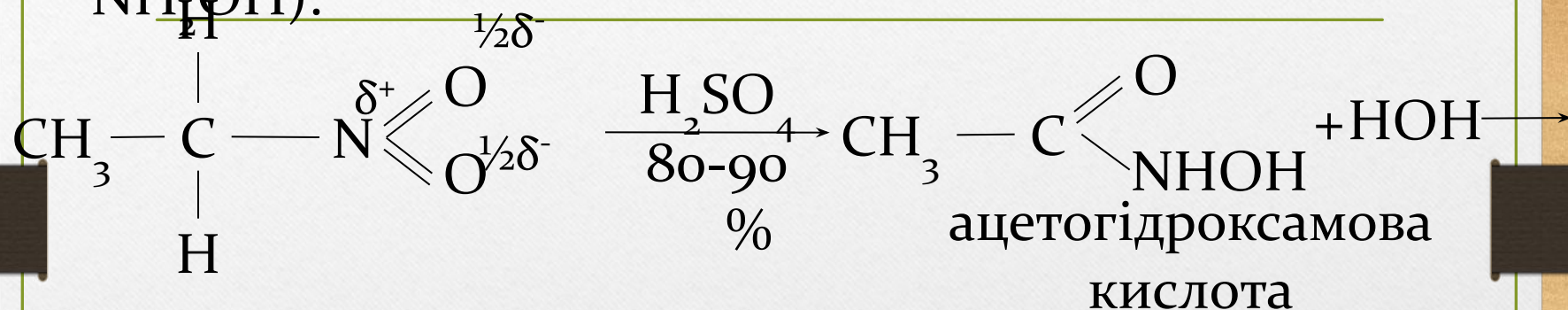
3) Галогенування (утворення  $\alpha$ -галогенонітросполук):

## ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ



# Хімічні властивості

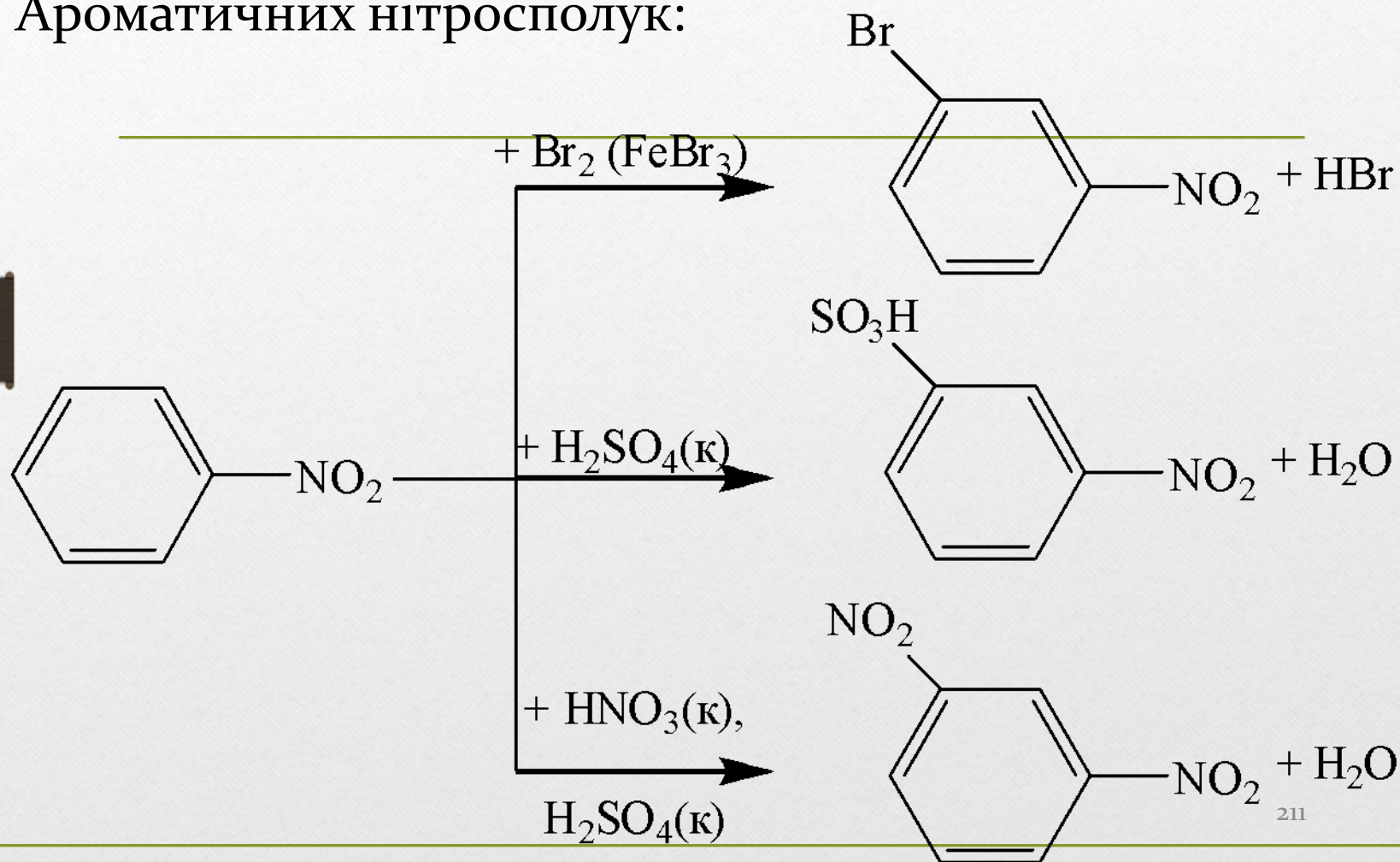
4) Гідроліз нітрогрупи (промисловий метод одержання  $\text{NH}_2\text{OH}$ ):





# Хімічні властивості

Ароматичних нітросполук:



# Використання нітросполук:

- **Нітрометан**  $\text{CH}_3\text{NO}_2$  знаходить використання як напівпродукт для синтезу нітроспиртів, вибухових речовин, як добавка до дизпалива, а також як розчинник.
- **Нітроетан**  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$  безбарвна використовується в основному як розчинник та для синтезу етанової кислоти.
- **2-нітропропан**  $\text{H}_3\text{CCHNO}_2\text{CH}_3$  знаходить використання як розчинник смол і ефірів целюлози у синтезі нітроспиртів.
- **Нітробензен**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  використовується в основному при виробництві аніліну, ряду барвників, як „м'який“ окиснювач та розчинник.



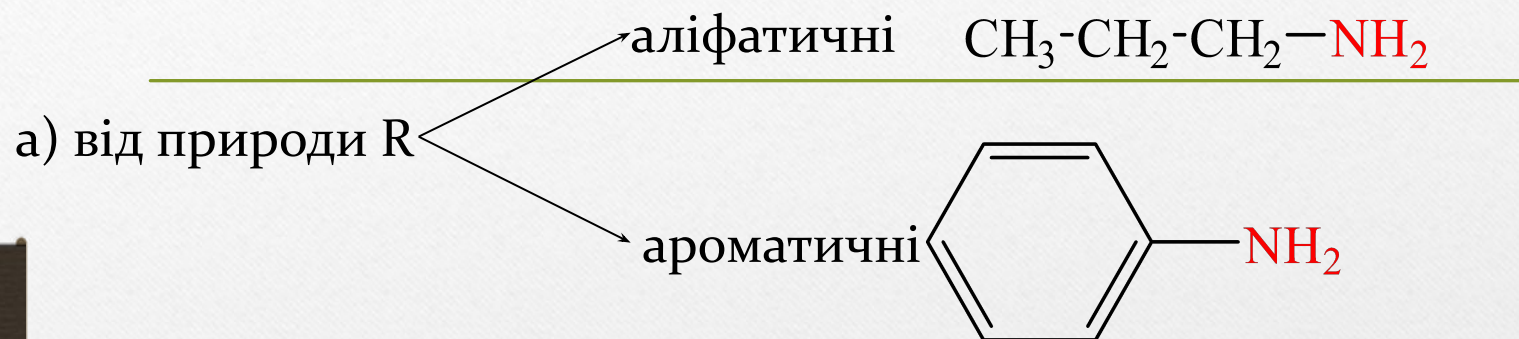
# Аміни

---

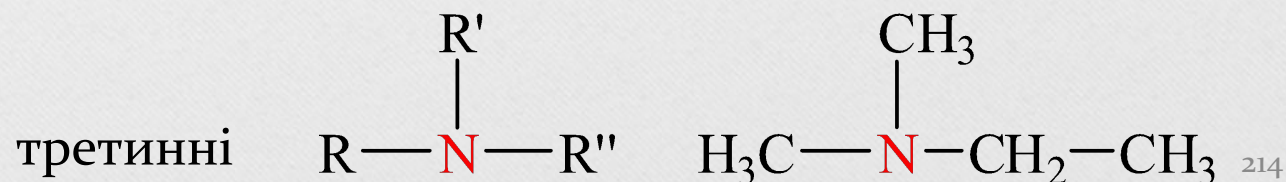
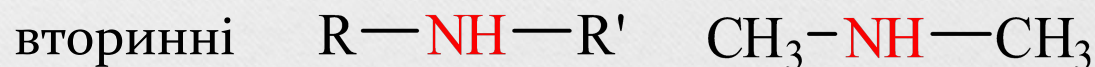
**Аміни** – це похідні амоніаку, в якого один або декілька атомів Гідрогену заміщені вуглеводневими радикалами.

Загальна формула амінів:  $R - \text{NH}_2$

# Класифікація амінів



б) від кількості атомів Гідрогену, заміщених на R:





*IUPAC:*

*РАЦІОНАЛЬНА*

# Номенклатура

*НОМЕНКЛАТУРА:*

назва алкану з цифрою, яка

показує положення

аміногрупи + суфікс -амін

назва радикалу + суфікс

-амін



етанамін

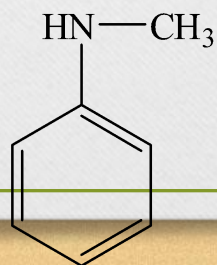


етиламін

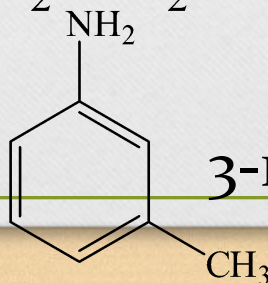
**Користуємося раціональною номенклатурою!**

Вторинні аміни  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$  етилпропіламін

Третинні аміни  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-N-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \end{array}$  метилетилпропіламін



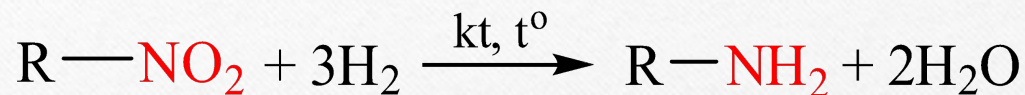
N-метиланілін



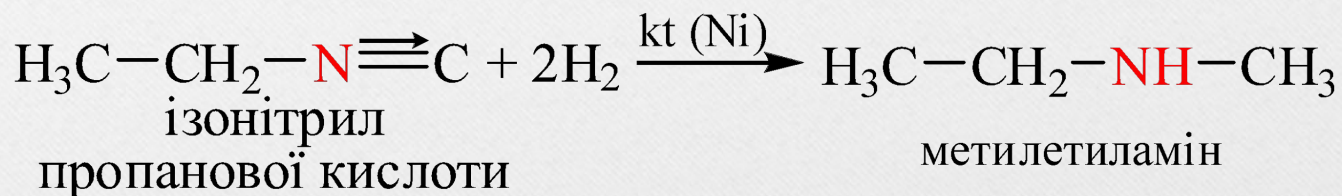
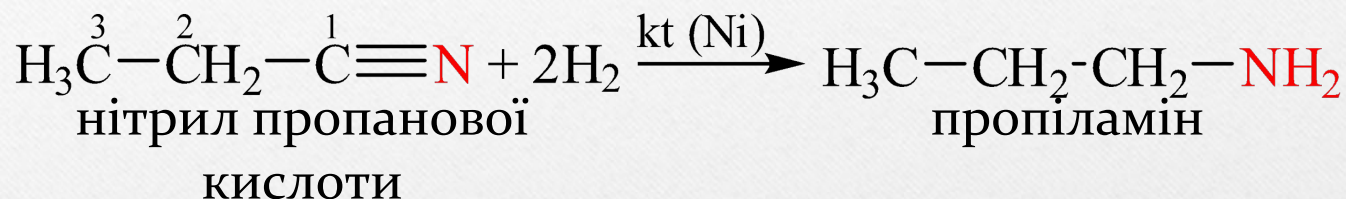
3-метиланілін

# Способи одержання

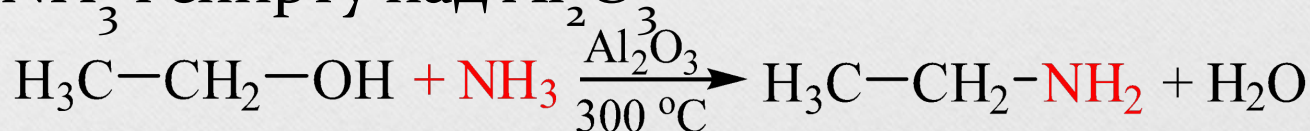
а) відновлення нітросполук



б) відновлення нітрилів, ізонітрилів



в) пари  $\text{NH}_3$  і спирту над  $\text{Al}_2\text{O}_3$



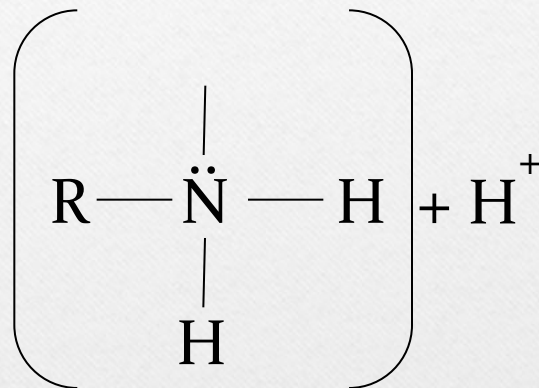
г) амоноліз (взаємодія галогеналканів з  $\text{NH}_3$ )





# Хімічні властивості

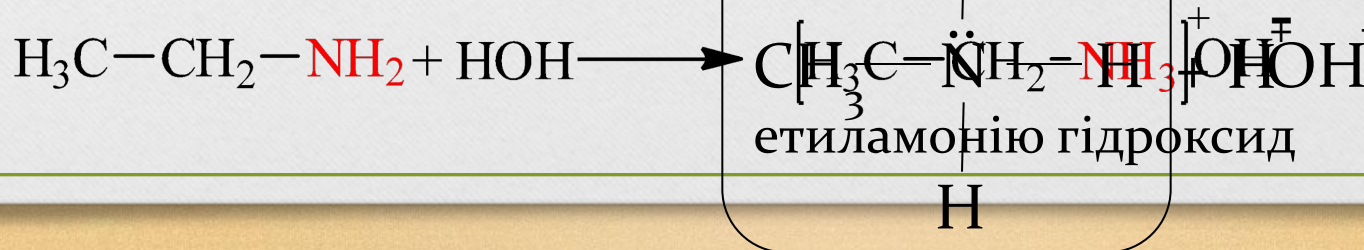
Хімічні властивості визначаються аміногрупою, нітроген якої містить вільну пару електронів



Аміни вважаються сильними основами

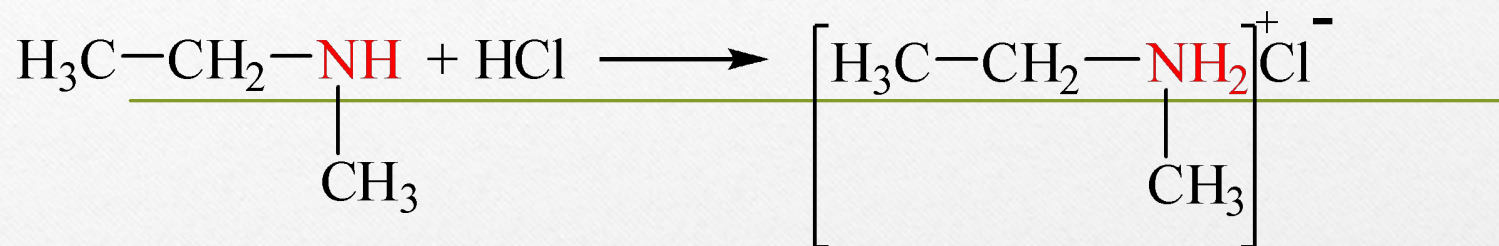
Основні властивості при:

1) Взаємодії з водою:

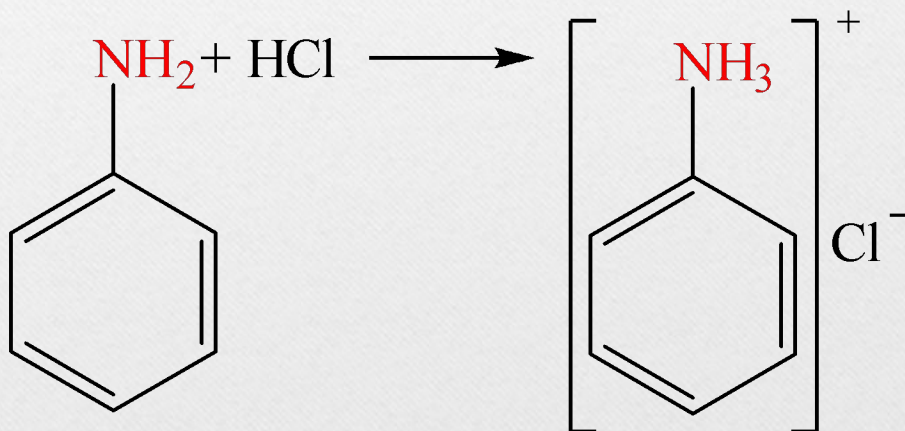


2) Взаємодії з мінеральними кислотами:

## Хімічні властивості



метилетиламонію хлорид



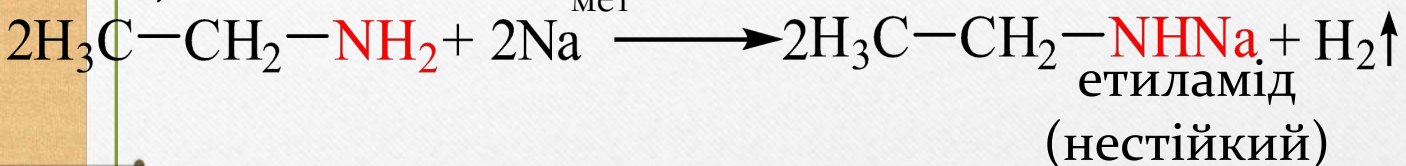
феніламонію хлорид



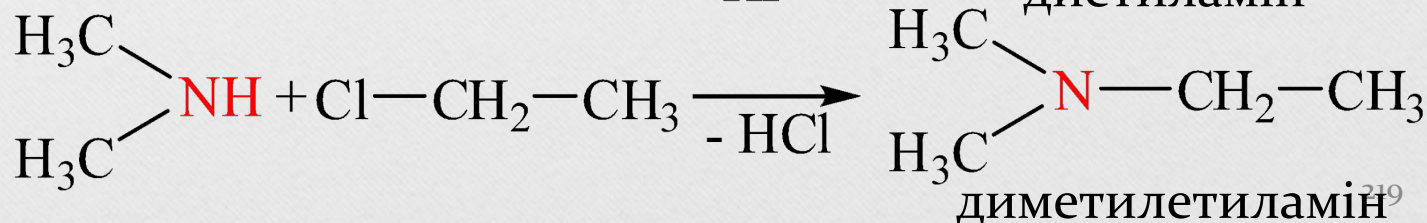
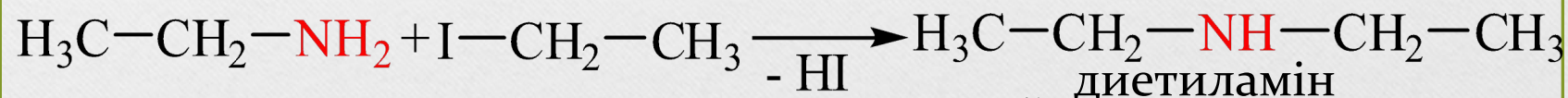
# Хімічні властивості

Слабокислотні властивості при:

1) Взаємодії з  $\text{Na}_{\text{мет}}$ :



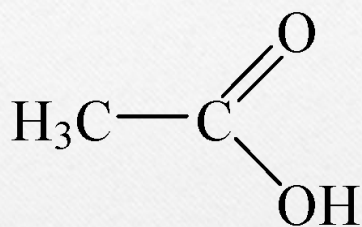
2) Алкілювання (одержання вторинних і третинних амінів):



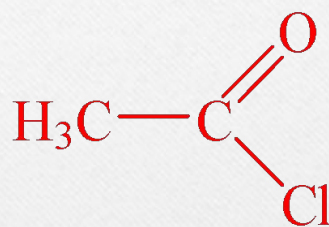
### 3) Ацилювання ароматичних амінів:

# ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

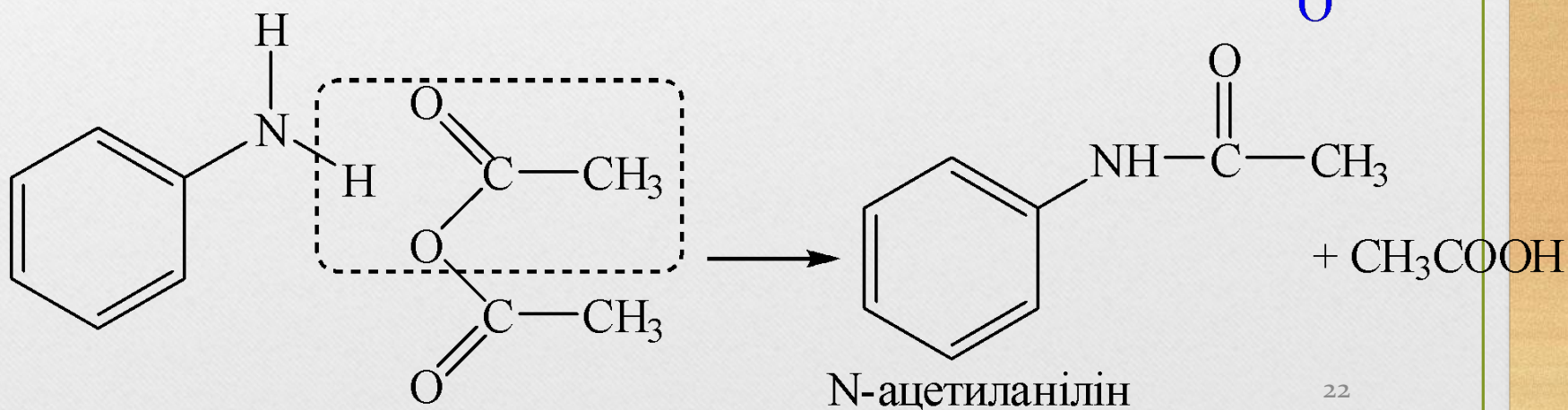
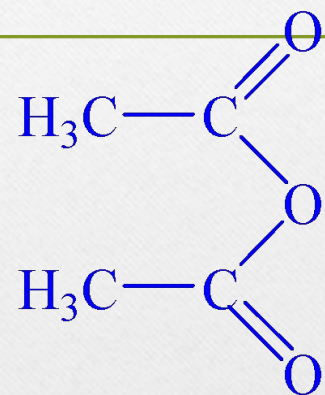
ацилюючими агентами можуть бути:



;



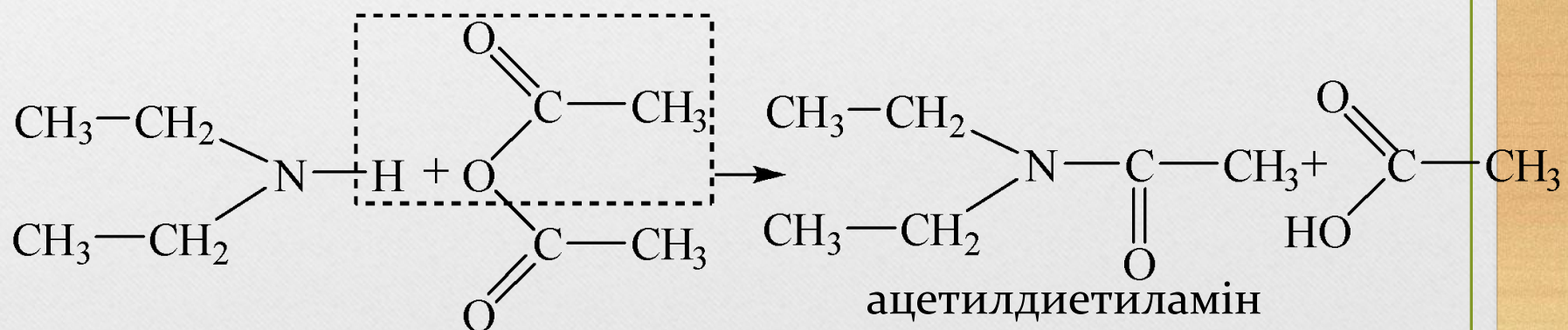
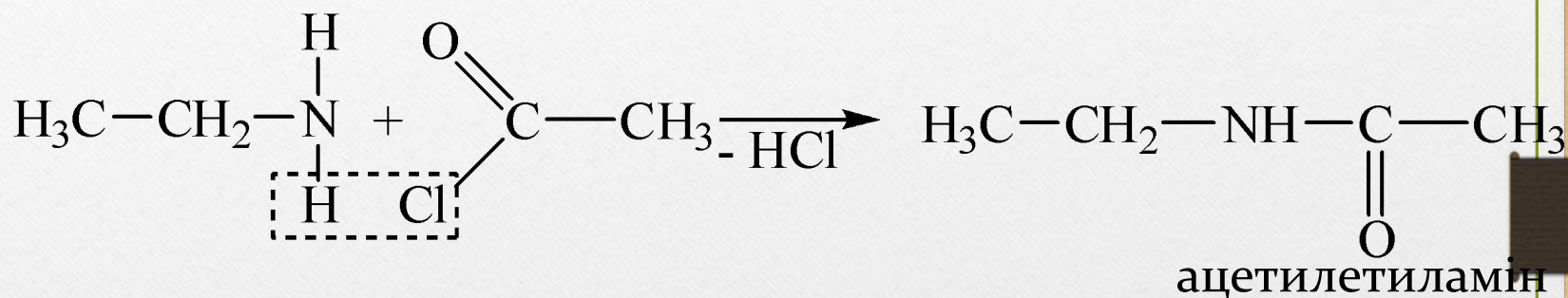
;





# Хімічні властивості

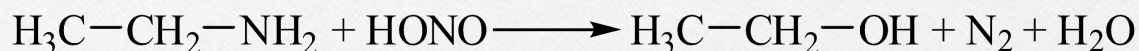
4) Ацилювання (заміщення Н на залишок карбонової кислоти):



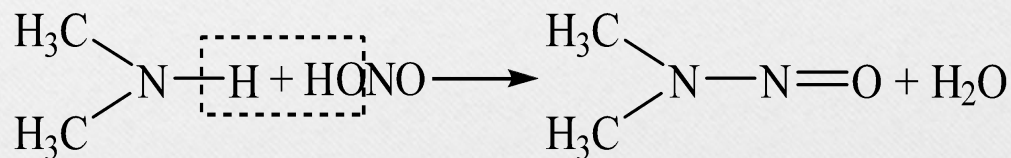
# Хімічні властивості

5) Реакція з  $\text{HNO}_2$  ( $\text{HONO}$ ) аліфатичних амінів:

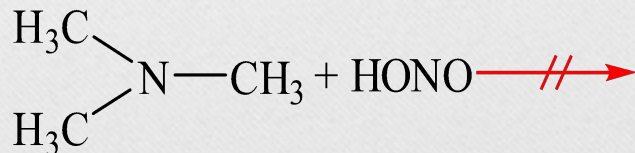
первинні аміни  $\xrightarrow{+\text{HONO}}$  спирти +  $\text{N}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$



вторинні аміни  $\xrightarrow{+\text{HONO}}$  нітрозоаміни +  $\text{H}_2\text{O}$



третинні аміни  $\xrightarrow{+\text{HONO}}$  не взаємодіють

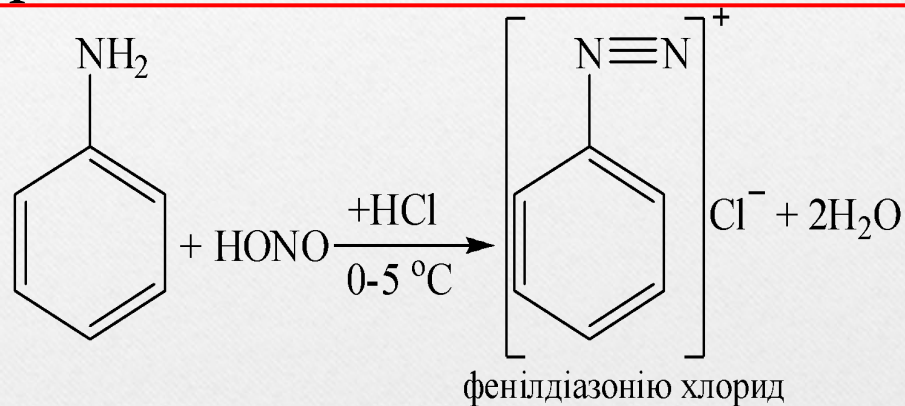




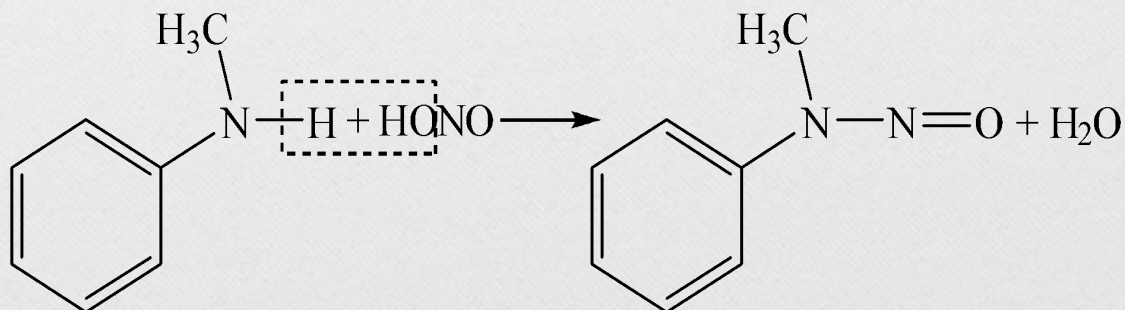
# Хімічні властивості

Взаємодія ароматичних амінів з  $\text{HNO}_2$  ( $\text{HONO}$ ):

первинні аміни  $\xrightarrow{+\text{HONO}}$  солі діазонію +  $\text{H}_2\text{O}$



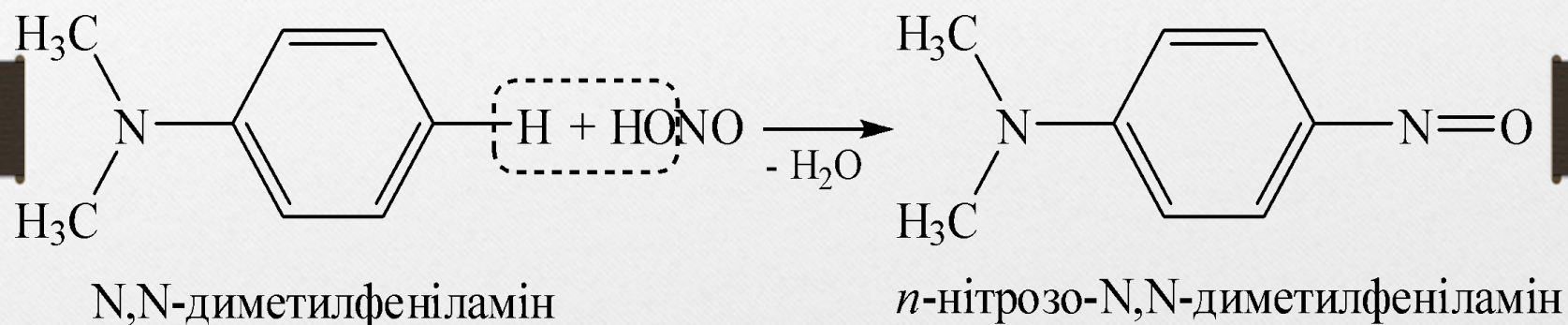
вторинні аміни  $\xrightarrow{+\text{HONO}}$  нітрозоаміни +  $\text{H}_2\text{O}$



N-нітрозо-N-метиланілін

# Хімічні властивості

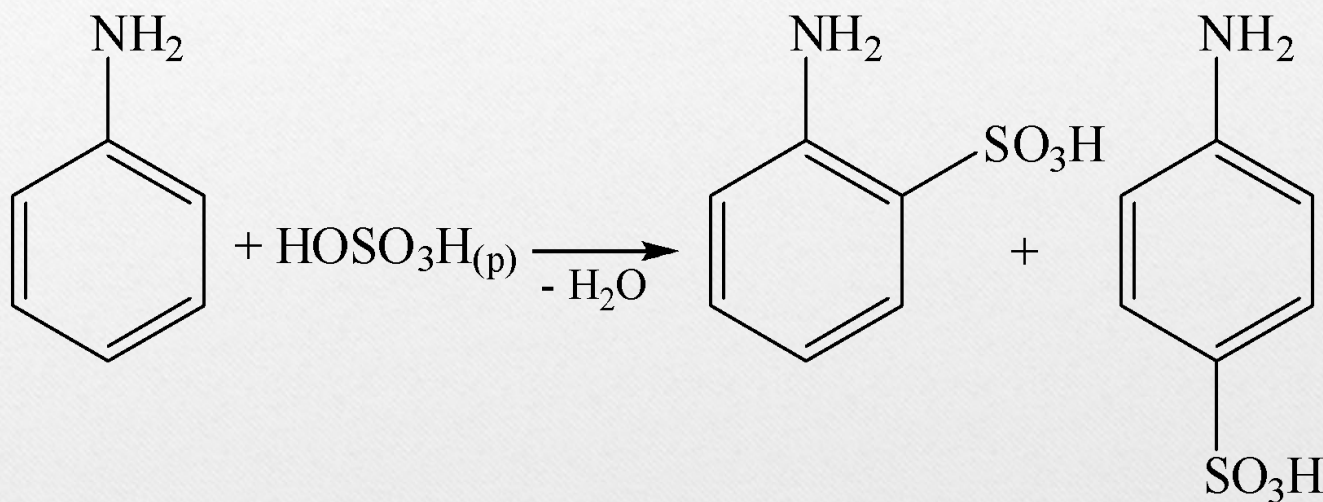
третинні аміни  $\xrightarrow{+HONO}$  заміщення Гідрогену в бенzenовому кільці





## Хімічні властивості

6) Сульфування ароматичних амінів ( $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{розв})}$ ):



*p*-анілінсульфо кислота  
(сульфанілова кислота)

# Використання амінів:

- **Метиламін**  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  знаходить використання як напівпродукт промислового органічного синтезу для приготування ряду фармпрепаратів, виробництва барвників, ПАР.
- **Етиламін**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$  використовується як інгібітор кислотної корозії металів, при виробництві емульгаторів, косметичних і лікарських препаратів.
- **Диетиламін**  $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$  знаходить використання як напівпродукт в органічному синтезі, як інгібітор кислотної корозії металів.
- **Феніламін**  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$  знаходить використання як один з важливих проміжних продуктів лакофарбної промисловості, при синтезі фармацевтичних препаратів, антиоксидантів.



# Лекція № 7

## ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНІ СПОЛУКИ (ВМС)

---

### *Програмні питання:*

- Визначення. Основні поняття
- Класифікація ВМС
- Властивості ВМС
- Способи одержання ВМС
- Використання окремих представників ВМС

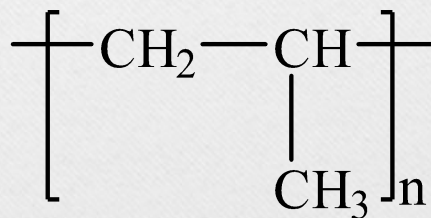
# Визначення. Основні поняття

Полімери або високомолекулярні сполуки (ВМС) - це хімічні речовини з особливими властивостями, молекули яких складаються з величезної кількості атомів, зв'язаних між собою ковалентними зв'язками.

Молекули ВМС називаються макромолекулами.

Наприклад: макромолекула полівінілхлориду  $\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$

поліпропілену



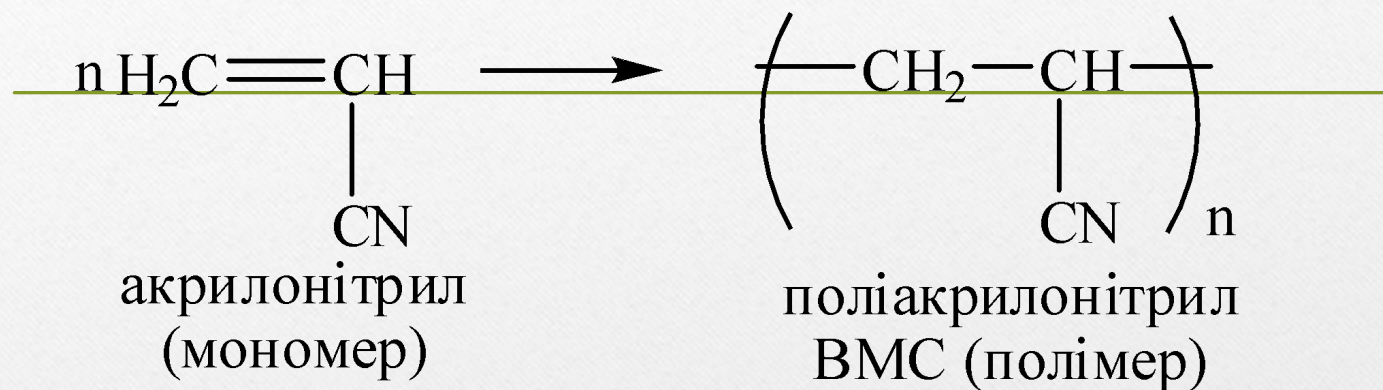
целюлози  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ .

$n$  – число елементарних ланок.

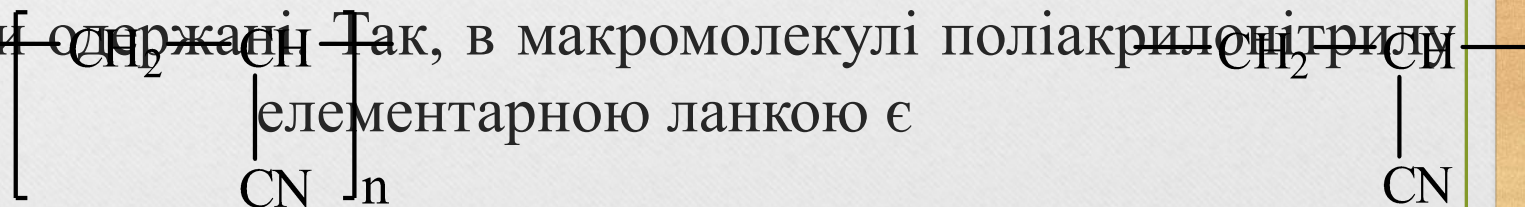


# Визначення. Основні поняття

Процес утворення ВМС зображається схемою:



Елементарна ланка — це залишки мономерів, з яких ці полімери одержані. Так, в макромолекулі поліакрилонітрилу (ПАН)



Число елементарних ланок ( $n$ ) в макроланцюгу полімеру  
**Визначення. Основні поняття**  
називається ступенем полімеризації - ( $P$ ).

Середня молекулярна маса полімеру визначається за формулою:

$$M = P \cdot m$$

де:  $m$  - молекулярна маса елементарної ланки, г



# Класифікація ВМС

---

а) Залежно від величини ступеня полімеризація (Р) ВМС поділяють на **високополімери**, **олігомери** і **низькомолекулярні сполуки**.

Полімери з високим Р і масою більше 5000, називаються **високополімерами**;

**Олігомери** – невеликі значення Р, середня молекулярна маса від 500 до 5000.

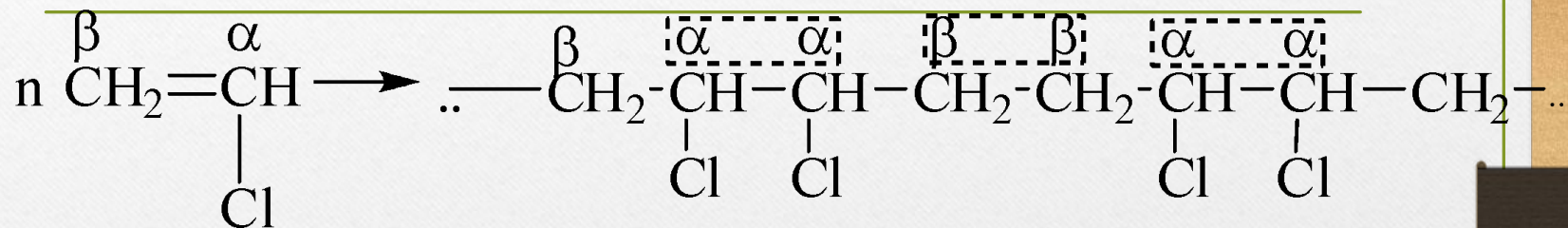
**Низькомолекулярні** сполуки – молекулярна маса до 500.

б) залежно від характеру розміщення елементарних ланок ВМС поділяють на **регулярні** і **нерегулярні**.

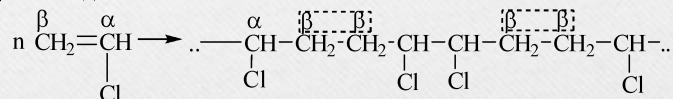
# Класифікація ВМС

Регулярність будови виражається в правильному розміщенні атомів, що повторюються в макроланцюгу.

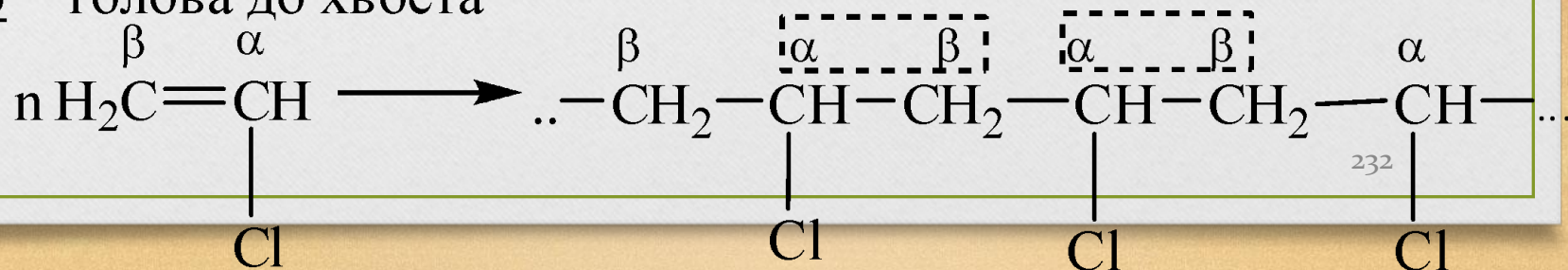
$\alpha\alpha$  – голова до голови



$\beta\beta$  – хвіст до хвоста



$\alpha\beta$  – голова до хвоста

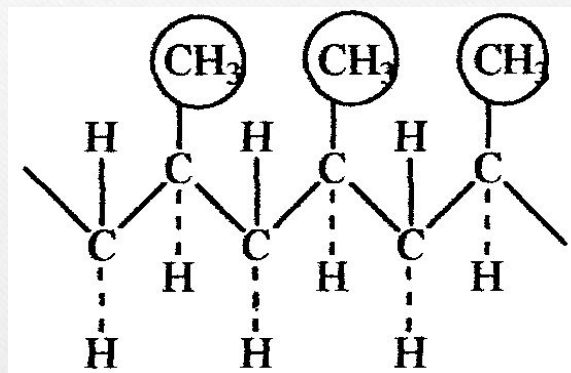




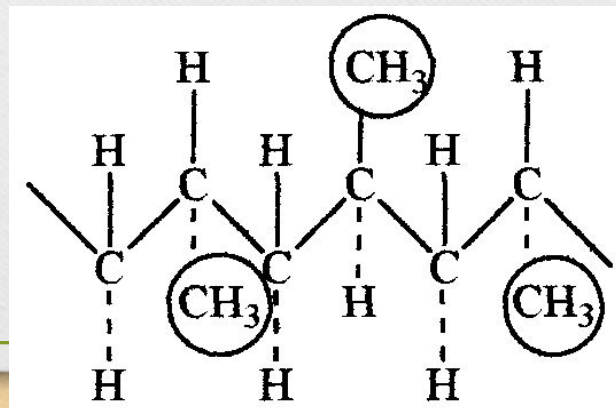
# Класифікація ВМС

в) в залежності від просторового розміщення груп-замісників (R) в основному ланцюгу

- *ізотактичний*

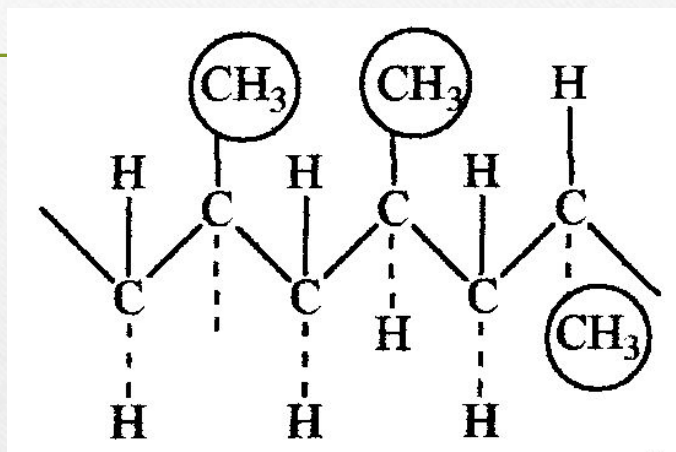


- *синдіотактичний*



# Класифікація ВМС

- *атактичний*



Стереорегулярність полімеру визначає його механічні, фізичні та інші властивості.

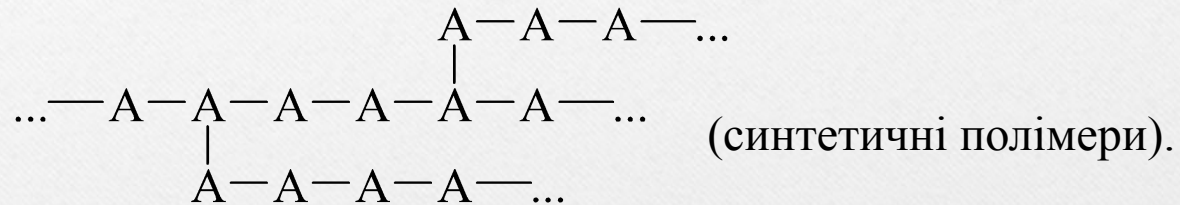


# Класифікація ВМС

г) залежно від геометричної форми макромолекул ВМС поділяють на:

**Лінійні:** ...— А—А—А—А—А—... (А — елементарна ланка).  
(целюлоза, крохмаль, поліетилен, полівінілхлорид).

**Розгалужені:**

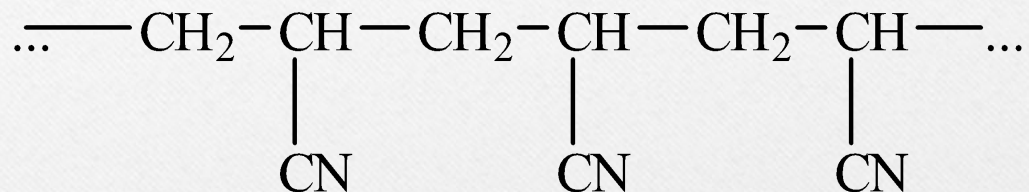


**Тривимірні (сітчасті):**

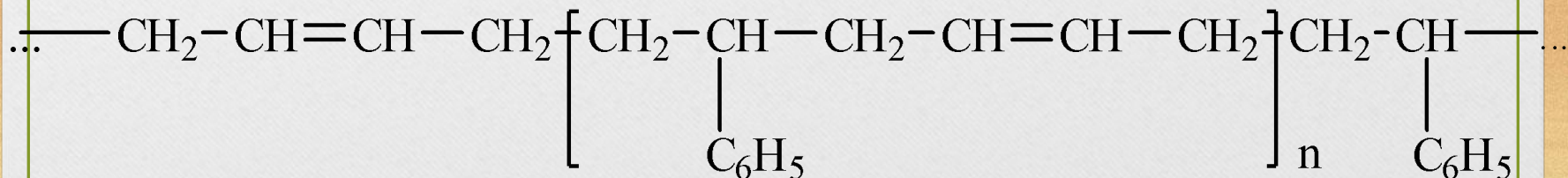


# Класифікація ВМС

д) в залежності від будови макроланцюгів розрізняють гомо- і сополімери.  
**Гомополімери** – це ВМС, макроланцюг яких побудований з однакових елементарних ланок, наприклад:



**Сополімери** – це ВМС, макроланцюг яких побудований з різних мономерів, наприклад (БСК):



бутадиєн-стирольний каучук (БСК)



# Класифікація ВМС

е) За методами одержання всі високомолекулярні сполуки ділять на три групи:

- 1) **природні** (наприклад, целюлоза, натуральний каучук, білки)
- 2) **синтетичні** (поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол)
- 3) **штучні**, отримані шляхом хімічної модифікації природних полімерів (етери целюлози, зокрема, тринітрат целюлози).

# Властивості ВМС

є) Властивості полімерів залежать від геометричної форми макромолекул.

- *Лінійні полімери* володіють високою міцністю, еластичністю.
- *Розгалужені полімери* характеризуються більшою розчинністю. Ступінь розгалуженості визначає їх міцність і в'язкість розчинів.
- *Сітчасті полімери* практично не розчиняються, не кристалізуються, при плавленні розкладаються.



# Властивості ВМС

ж) Для ВМС характерні два агрегатні стани: *твердий і рідкий*;

з) ВМС, під дією механічних навантажень (при кімнатній температурі) поділяють на:

1) текучі полімери, (незворотно змінюють свою форму), наприклад: фенолформальдегідні смоли (резолі), низькомолекулярний поліізобутилен.

2) високоеластичні полімери (еластомери) - зворотно деформуються, під дією відносно невеликих навантажень, наприклад: каучуки, гуми.

3) тверді полімери кристалічної будови мало змінюють свою форму навіть при дуже великих механічних навантаженнях. Наприклад, поліуретани.

# Властивості ВМС

и) По відношенню до тепла ВМС поділяють на термопластичні та термореактивні.

---

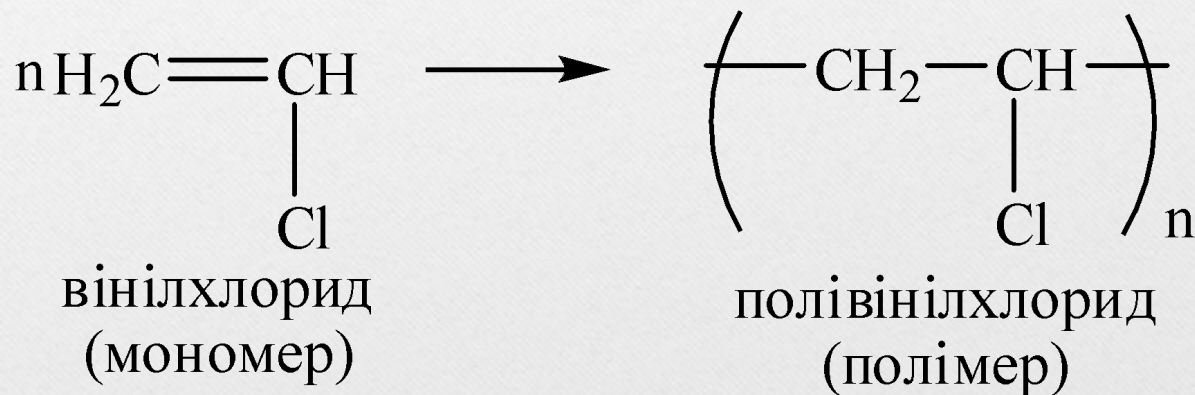
**Термопластичні полімери** здатні розм'якшуватися при нагріванні і знову затвердівати при охолодженні, зберігати всі свої властивості: розчинність, плавкість та інші.

**Термореактивні полімери** при підвищенні температури спочатку стають пластичними, але потім, коли починають затвердівати (під впливом каталізаторів або затверджувачів) переходять в неплавкий і нерозчинний стан.



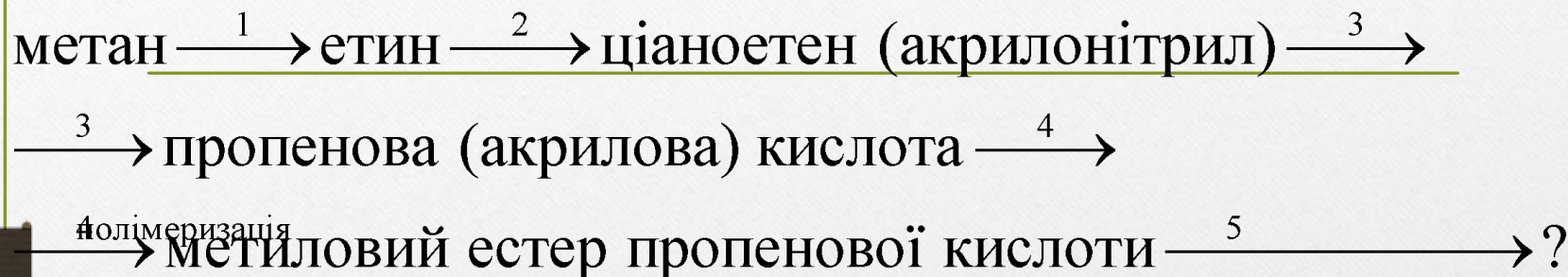
# Способи одержання полімерів

**Полімеризація** - це процес утворення ВМС внаслідок сполучення між собою молекул мономерів за рахунок розриву в них кратних зв'язків, що не супроводжується виділенням низькомолекулярних продуктів.



# Способи одержання полімерів

Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити наступні перетворення:

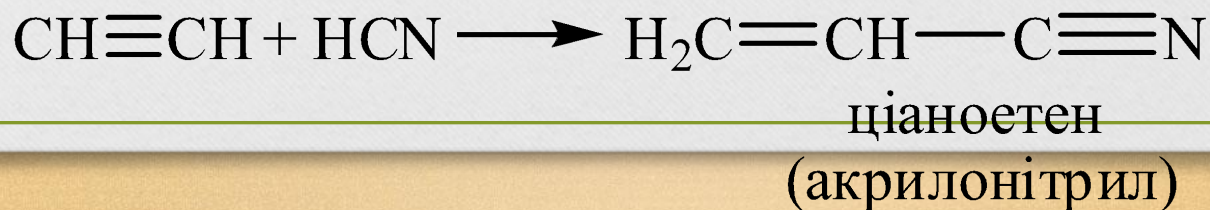


## Алгоритм синтезу полімеру

1. Піроліз метану:



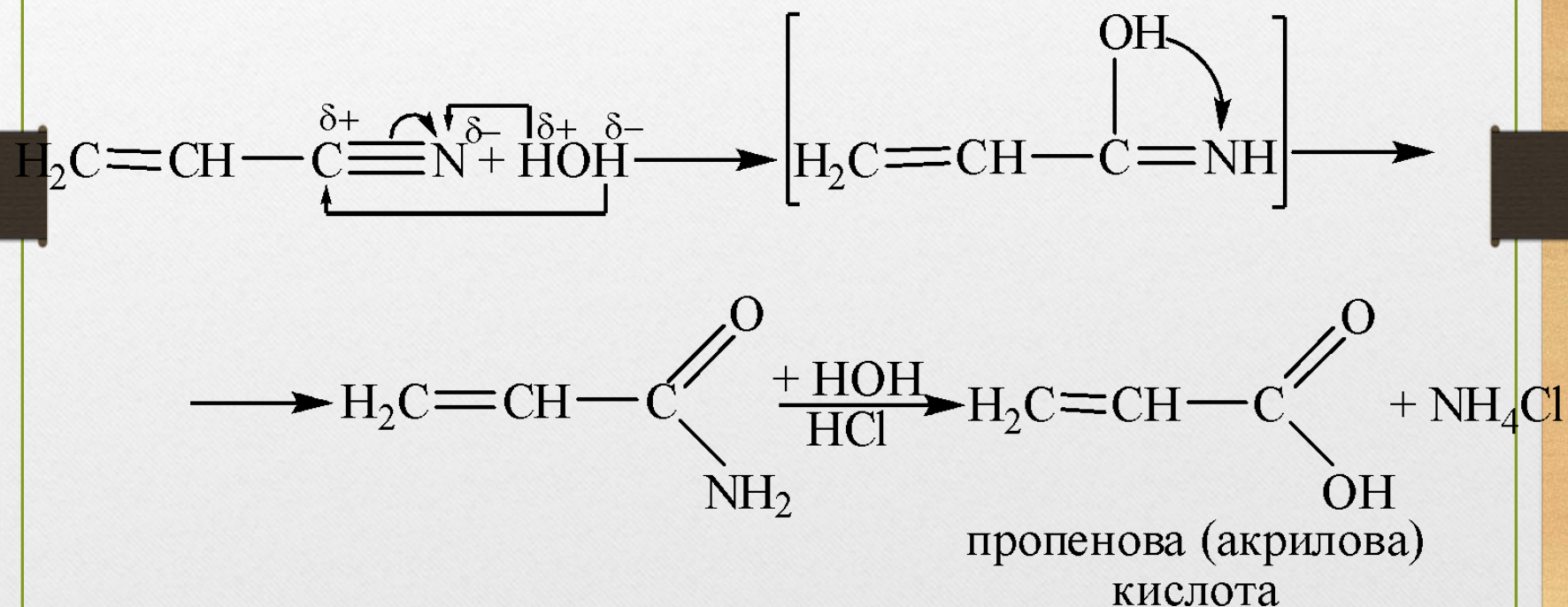
2. Взаємодія етину з ціанідною кислотою:





# Способи одержання полімерів

## 3. Гідроліз акрилонітрилу



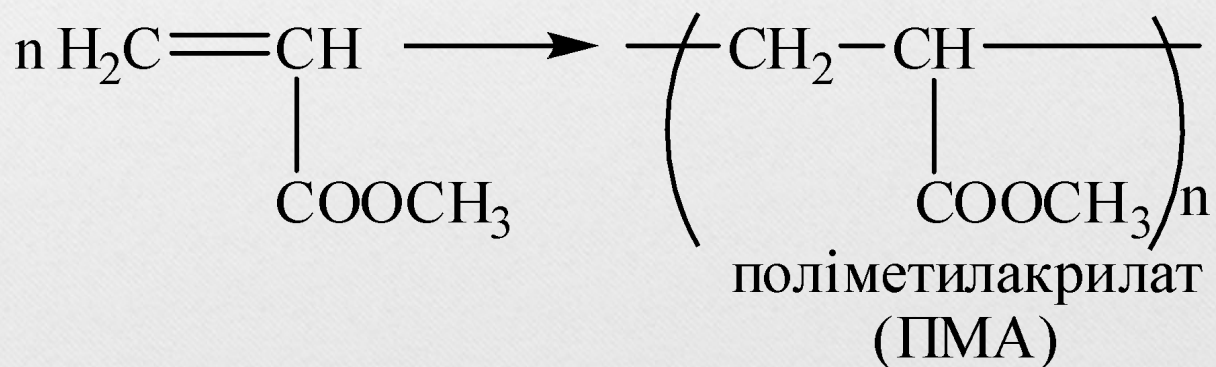
4. Естерифікація пропенової кислоти метанолом

## Способи одержання полімерів



метиловий естер акрилової кислоти  
(метилакрилат)

5. Полімеризація метилакрилату

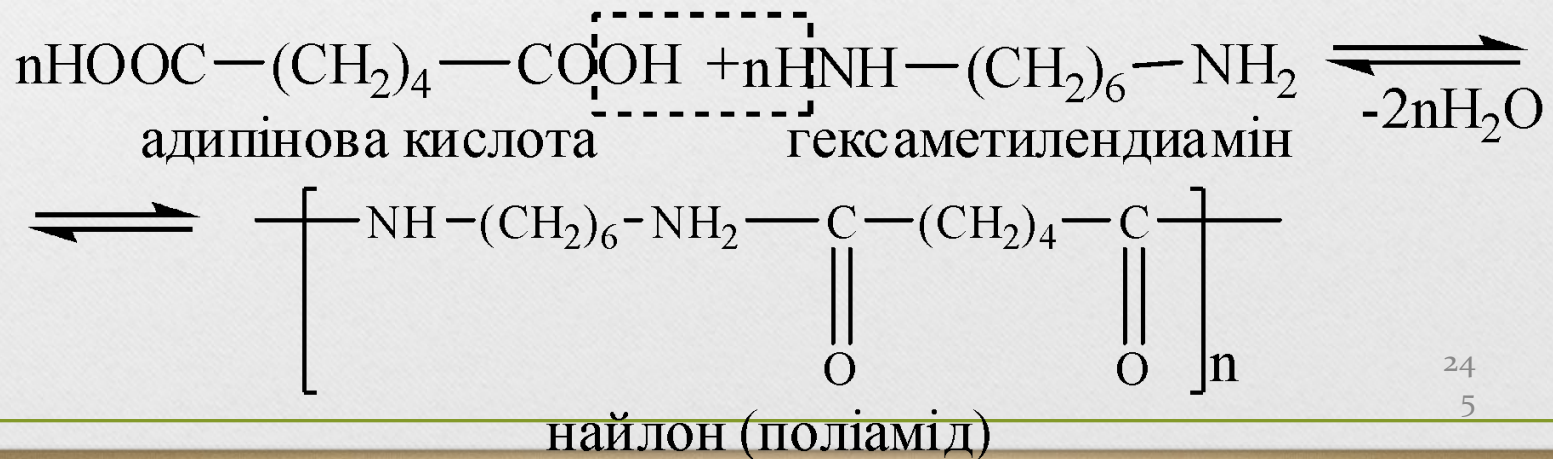




# Способи одержання полімерів

**Поліконденсація** - це процес утворення полімерів шляхом хімічної взаємодії молекул мономерів з виділенням низькомолекулярних речовин (води, амоніаку, галогеноводню, спирту та ін.).

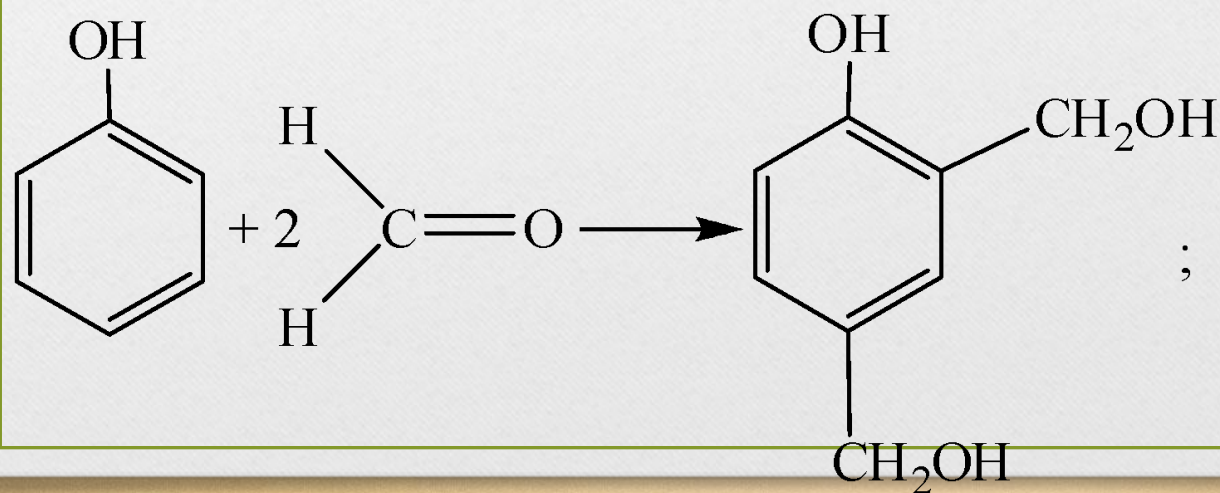
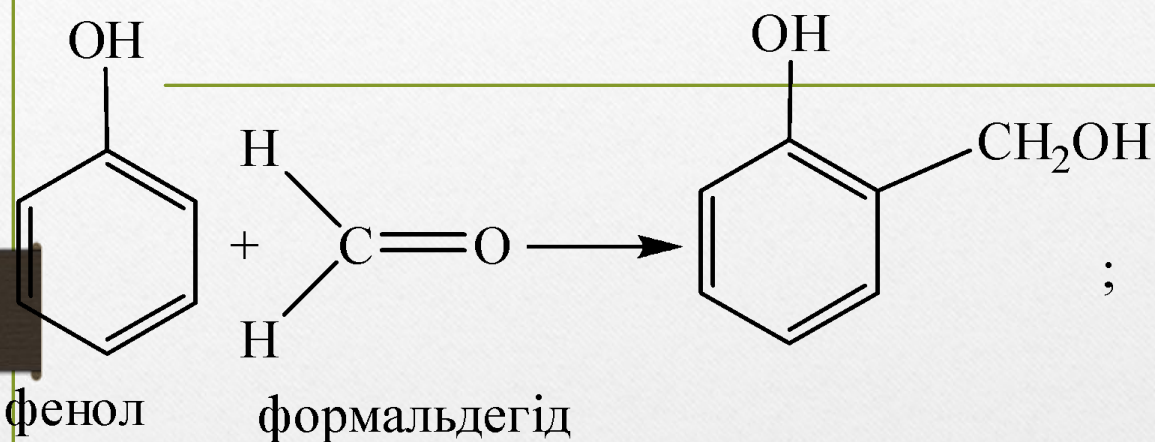
Мономери, які вступають в реакцію поліконденсації повинні бути не менше ніж **біфункціональними**, тобто містити як мінімум дві функціональні групи.



# Способи одержання полімерів

## Алгоритм синтезу резольних смол

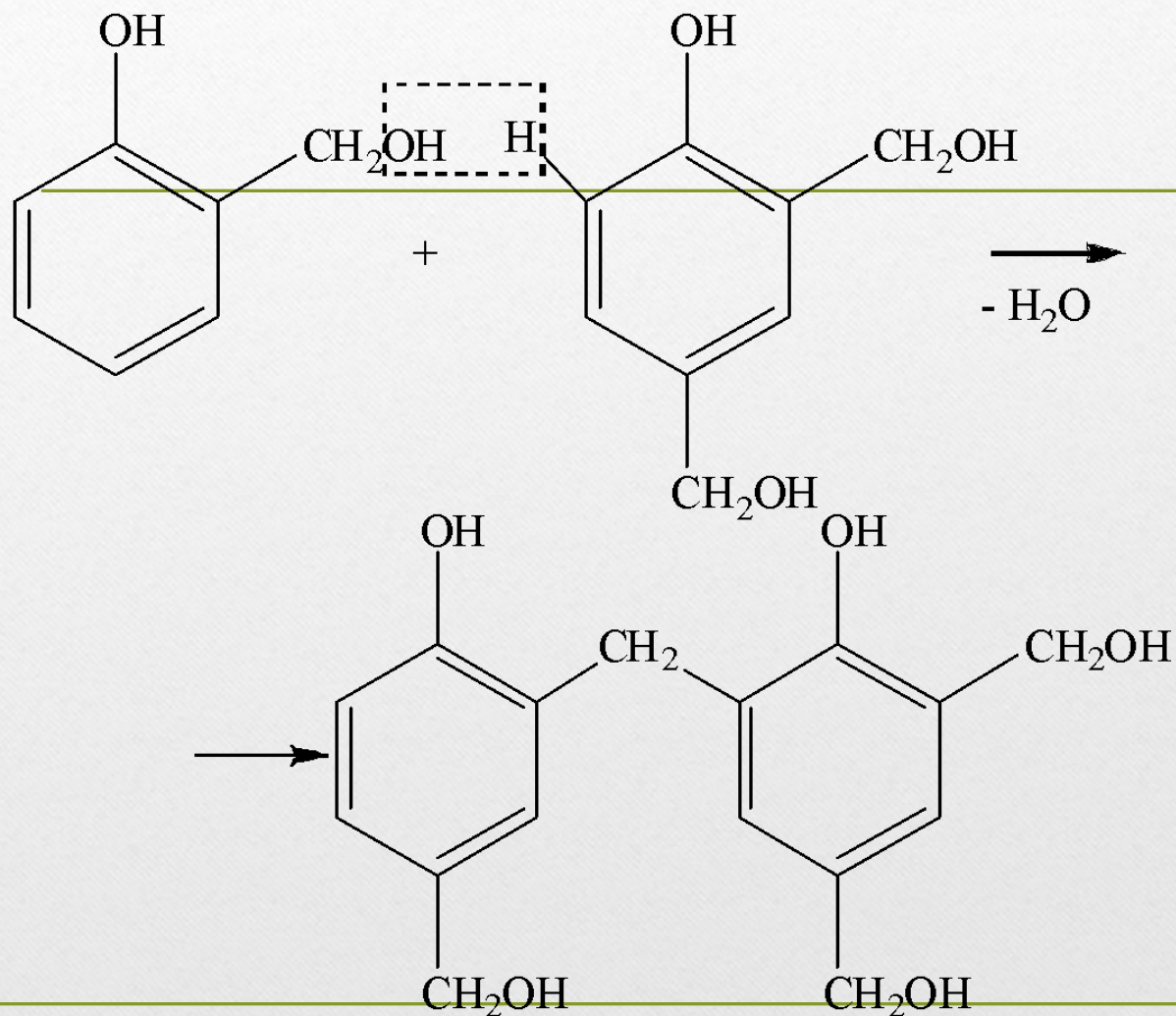
I стадія – утворення фенолоспиртів:





# Способи одержання полімерів

II стадія – утворення лінійних молекул **резолу**:

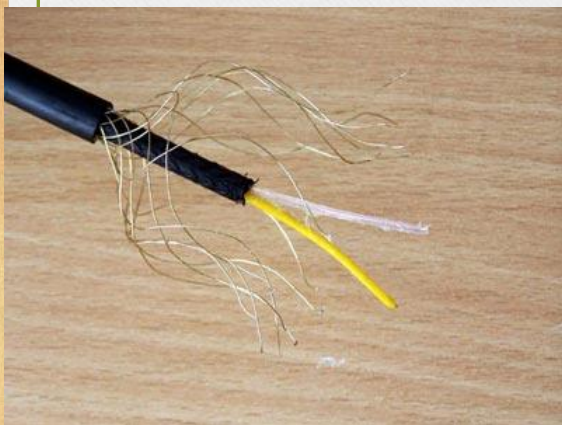


# Використання окремих

ста

п

ен





# Використання окремих представників ВМС: поліетилен

