

# Розділ: Основи знань про органічні сполуки (будова, номенклатура, ізомерія, хімічні властивості та ідентифікація)

Підрозділ: Вуглеводні та їх галогенопохідні

Тема:

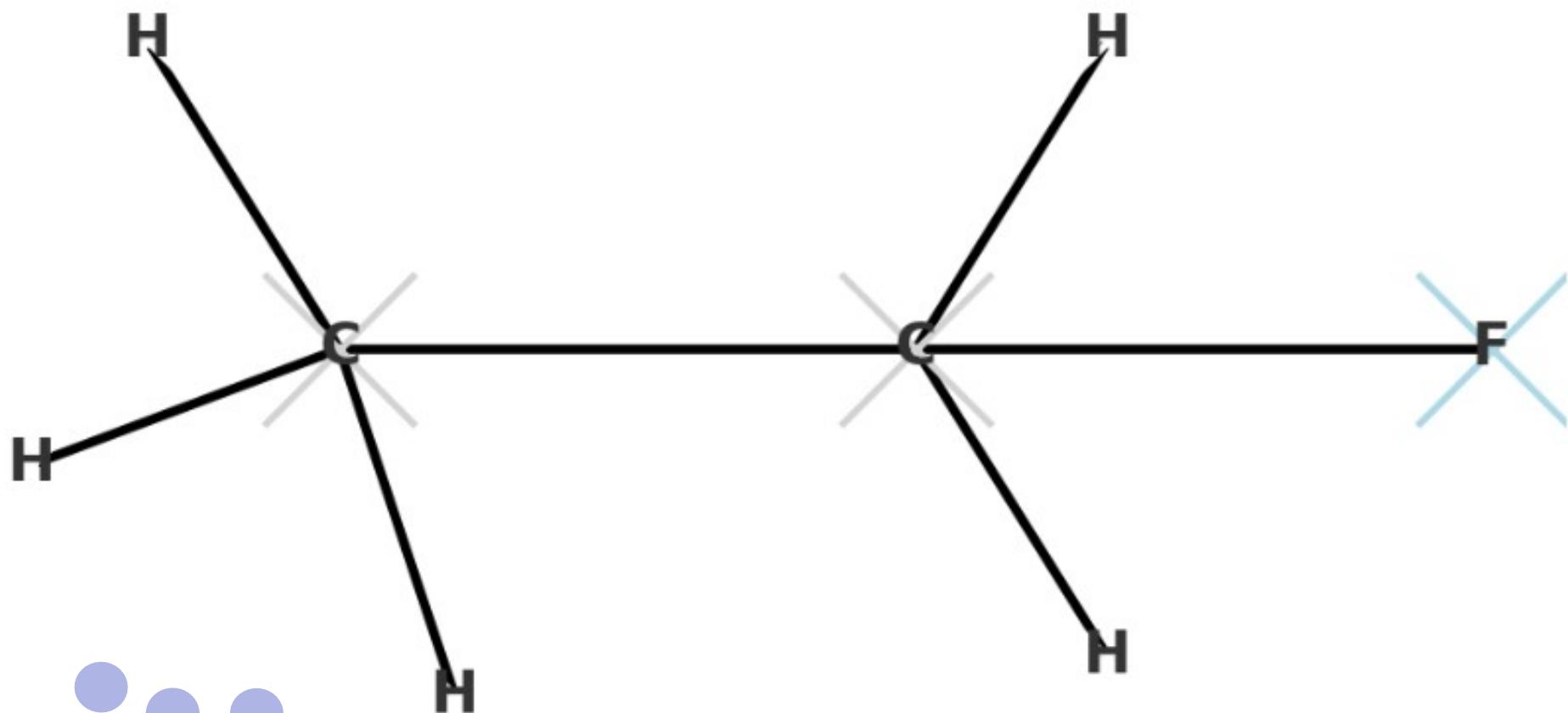
1. Насичені вуглеводні - АЛКАНИ
2. Ненасичені вуглеводні - АЛКЕНИ, АЛКІНИ
3. Ароматичні вуглеводні - АРЕНИ



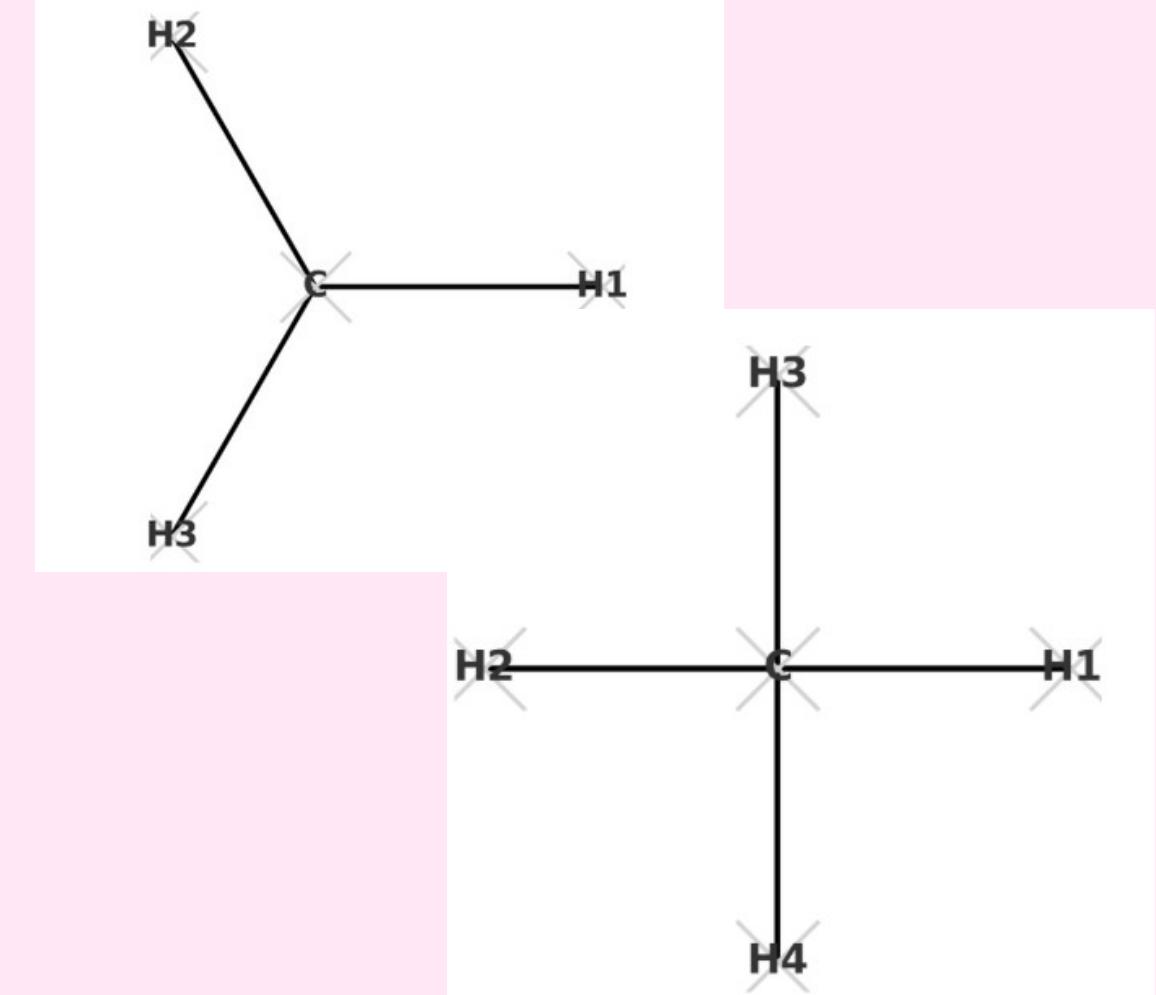
# Підрозділ: Вуглеводні та їх галогенопохідні

**Вуглеводні** — це органічні сполуки, що складаються лише з атомів Карбону та Гідрогену.

**Їх галогенопохідні** — це органічні сполуки, в яких один або кілька атомів Гідрогену заміщені атомами галогену (**F, Cl, Br, I**).



фторетан ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$ ):



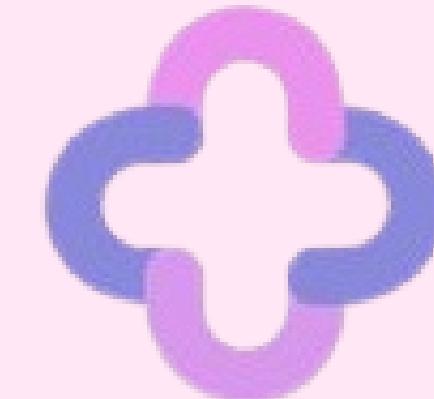
$\text{H}_3\text{C}-\text{F}$	фторметан
$\text{H}_3\text{C}-\text{Cl}$	хлорметан
$\text{H}_3\text{C}-\text{Br}$	бромметан
$\text{H}_3\text{C}-\text{I}$	йодметан



# Класифікація

## вуглеводнів

	Насичені вуглеводні	Інисиленові	Ацетиленові	Ароматичні вуглеводні
Загальна назва	Алкани	Алкени	Алкіни	Арени
Загальна формула	$C_nH_{2n+2}$	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n-2}$	$C_6H_6$ та його похідні
Найпростіший представник	$CH_4$ метан	$C_2H_4$ етилен (етен)	$C_2H_2$ ацетилен (етин)	$C_6H_6$ бензол (бензен)
Закінчення назви	<u>-ан</u>	<u>-ен</u>	<u>-ин</u> ( <u>-ін</u> )	Називають як похідні бензену
Зв'язки між атомами С	лише одинарні	один подвійний	один потрійний	бензольне кільце
Характерні реакції	заміщення	приєднання		заміщення, приєднання



# Класифікація вуглеводнів за будовою вуглецевого скелету

## 1. Ациклічні (аліфатичні):

- насичені (алкАни)
- ненасичені (алкЕни, алкІни)

## 2. Циклічні:

- карбоциклічні (алкани, ароматичні)
- гетероциклічні



# КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ТИПОМ ЗВЯЗКУ:

## НАСИЧЕНИ

### АлкАни



Насичена сполука

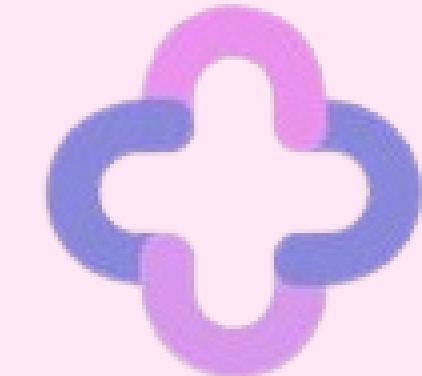
## НЕНАСИЧЕНИ

### АлкЕни АлкІни



Ненасичені сполуки

- ◆ Вуглеводні – органічні сполуки, що містять тільки С та Н.
- ◆ Вони є основою більшості органічних речовин.
- ◆ Галогенопохідні – це похідні вуглеводнів, де атом Н замінений на F, Cl, Br або I.
- ◆ Такі сполуки широко використовуються у фармацевтиці



# Тести з КРОК-1.

## Аліфатичні(АЦИКЛІЧНІ)

За будовою карбонового скелету всі органічні сполуки поділяються на:

- A. Ацикличні та цикличні
- B. Ароматичні та карбоциклічні
- C. Гетероциклічні і оксигеновмісні
- D. Арени та алкени
- E. Алкани та циклоалкани

**Ацикличними (аліфатичними) є сполуки з відкритим (незамкнутим) вуглецевим ланцюгом.**

**Цикличні** органічні сполуки містять у своїй структурі замкнені ланцюги атомів — **цикли**.

Правильна відповідь: A  
(Ацикличні та цикличні)

За будовою карбонового скелету всі органічні сполуки поділяються на ацикличні та цикличні.



# Тести з КРОК-1.

## Аліфатичні(АЦИклічні)

Аліфатичні сполуки поділяють на насищені і ненасищені. Виберіть серед наведених назв ту сполуку, яка відноситься до насищених:

- A. \*Пропан  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
- B. Пропін  $\text{CH}_3\text{-C} \equiv \text{CH}$
- C. Пропадієн  $\text{CH}_2=\text{C=CH}_2$
- D. Пропен  $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$
- E. 2-Метилпропін

Правильна відповідь: A

(ПропАН  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ )

До насищених вуглеводнів (алканів) належать вуглеводні, у молекулах яких атоми Карбону з'єднані простими ковалентними о-зв'язками.

Назва насищених вуглеводнів утворюється від назви грецького числівника, яка вказує кількість атомів Карбону в молекулі з додаванням суфікса -АН.

Тому назва пропан (A) говорить про те, що сполука належить до класу насищених аліфатичних вуглеводнів (алканів).

Сполука (В-пропін) та (Е-2метилпропін) належать до класу акінів - на це вказує суфікс -ін у назві;

(D-пропен) належить до класу алкенів (суфікс -ен);

сполука (С-пропадієн) містить у своїй структурі два подвійних зв'язки (це відображається в назві суфіксом -дієн) і тому належить до алкадієнів.



# Тема: Насичені вуглеводні - АЛКАНИ

Що таке насичені вуглеводні?

*Насичені вуглеводні – це органічні сполуки, що складаються з атомів вуглецю та водню, де всі вуглець-вуглецеві зв'язки є простими (одинарними)*

*Алкани, парафіни*

$C_nH_{2n+2}$

Гомологічний ряд алканів		
Назва	Молекулярна формула	Напівструктурна формула
Метан	$C_1H_4$	
Етан	$C_2H_6$	$CH_3-CH_3$
Пропан	$C_3H_8$	$CH_3-CH_2-CH_3$
Бутан	$C_4H_{10}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
Пентан	$C_5H_{12}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Гексан	$C_6H_{14}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Гептан	$C_7H_{16}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Октан	$C_8H_{18}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Нонан	$C_9H_{20}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Декан	$C_{10}H_{22}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$
Заг.формула	$C_nH_{2n+2}$	



## 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- Алкани – це **насичені ациклічні вуглеводні**, які містять тільки прості σ-зв'язки C-C і C-H.
- Загальна формула:  $C_nH_{2n+2}$ .
- Гібридизація атомів С:  $sp^3 \rightarrow$  **тетраедрична** будова (кут  $109,5^\circ$ ).
- Номенклатура: за систематичною назвою — додавання суфікса "-ан" (метан, етан, пропан, бутан і т. д.).

### Ізомерія:

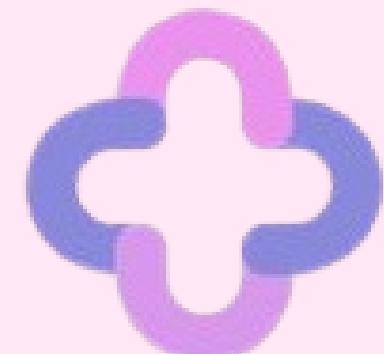
- структурна (ізомерія вуглецевого скелету, з  $C_4$  починається ізомерія будови);
- конформаційна (повороти навколо σ-зв'язків, наприклад, у молекулі етана є «зигзаг», «стільчик»).

## 2. ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

$C_1-C_4 \rightarrow$  гази (метан, етан, пропан, бутан).

$C_5-C_{16} \rightarrow$  рідини (бензин, гас).

$C_{17}$  і вище  $\rightarrow$  тверді речовини (парафін, церезин).



### 3. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Алкани малореакційні через:

- σ-зв'язки мають високу енергію;
- відсутність полярних груп.

#### 3.1. Реакції горіння (основна реакція)



Використання: паливо,

#### 3.2. Реакції заміщення (радикальні)

- Галогенування ( $Cl_2$ ,  $Br_2$ ,  $h\nu$ ,  $t^\circ$ ):



- Механізм:

1. Ініціація (утворення радикалів під дією світла).

2. Розгалуження ланцюга ( $CH_3\cdot + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + Cl\cdot$ ).

3. Обрив ланцюга ( $CH_3\cdot + Cl\cdot \rightarrow CH_3Cl$ ).

Нітрування (реакція Коновалова):



#### 3.3. Реакції термічні та каталізаторні

Крекінг (розщеплення):



Ізомеризація ( $AlCl_3$ , Pt):

н-бутан  $\rightarrow$  ізобутан.

Ароматизація (Pt,  $t^\circ$ ):

гексан  $\rightarrow$  бензен +  $4H_2$ .

Дегідрогенізація:



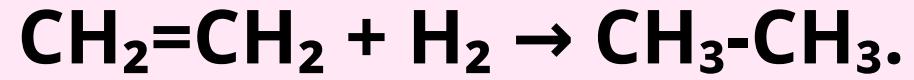
## **4. МЕТОДИ ДОБУВАННЯ**

**Природні:**

- Нафта, природний газ (основні джерела).

**Лабораторні:**

- Гідрогенізація алкенів:



- Декарбоксилювання кислот (реакція Дюма):



- Електроліз солей (реакція Кольбе):



## **5. Застосування**

**Паливо (метан, пропан-бутан, бензин, гас).**

**Сировина в органічному синтезі  
(галогеноалкани  $\rightarrow$  спирти, кислоти).**

**Метан  $\rightarrow$  джерело  $\text{H}_2$ , сажі.**

**Парафіни  $\rightarrow$  свічки, ізоляційні матеріали.**



## ЩО НАЙЧАСТИШЕ ПИТАЮТЬ У КРОК 1

- Загальна формула алканів.
- Тип гібридизації С в алканах ( $sp^3$ ).
- Кут між зв'язками ( $\approx 109,5^\circ$ ).
- Реакція Коновалова (нітрування алканів).
- Механізм галогенування (стадії: ініціація – розгалуження – обрив).
- Реакції крекінгу, ізомеризації, ароматизації.
- Джерела алканів (природний газ, нафта).
- Лабораторні методи добування (Дюма, Кольбе, гідрогенізація).
- Фізичні властивості (газоподібні, рідкі, тверді; нерозчинні у воді).
- Будова молекули метану (тетраедр).
- Біологічне використання (парафіни у фармацевтиці як основи мазей).

АЛКАНИ

Загальна формула  
 $C_nH_{2n+2}$

Реакції:  
• Горіння  
• Галогенування  
• Нітрування  
• Крекінг  
• Ізомеризація

Властивості:  
 $C_1-C_4$  гази  
 $C_5-C_{16}$  рідини  
 $C_{17+}$  тверді

Гібридизація  $sp^3$   
Кут  $109,5^\circ$

Добування:  
• Природний газ, нафта  
• Гідрогенізація алкенів  
• Дюма, Кольбе

Застосування:  
паливо, парафін у фармації



# ТЕМА: АЛКЕНИ, НЕНАСИЧЕНІ ВУГЛЕВОДНІ

Загальна формула:  $C_nH_{2n}$  (ненасичені вуглеводні з подвійним зв'язком).

## Будова:

- Подвійний зв'язок ( $\sigma + \pi$ ).
- Гібридизація атомів С біля подвійного зв'язку –  $sp^2$ .
- Геометрія – плоска, кут  $\sim 120^\circ$ .

## Ізомерія:

- структурна (розташування подвійного зв'язку, вуглецевого скелета);
- геометрична (cis-/trans-).

## Фізичні властивості:

- Газоподібні ( $C_2-C_4$ ), рідкі ( $C_5-C_{18}$ ), тверді ( $C_{19+}$ ).
- Нерозчинні у воді, легші за воду.
- Горять, утворюючи  $CO_2$  і  $H_2O$ .



## Хімічні властивості (реакції приєднання):

- Гідрування:  $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$  (Ni, Pt, Pd).
- Галогенування:  $C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$  (знебарвлення  $Br_2$ ).
- Гідрогалогенування (правило Марковнікова):  $C_2H_4 + HCl \rightarrow C_2H_5Cl$ .
- Гідратація:  $C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$  (кат.  $H_2SO_4$ ).
- Окиснення:

м'яке ( $KMnO_4$ , «реакція Вагнера»)  $\rightarrow$  діоли;  
сильне  $\rightarrow CO_2 + H_2O$ .

- Полімеризація:  $nC_2H_4 \rightarrow (-C_2H_4-)_n$  (поліетилен).

## Добування:

Дегідрування алканів ( $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$ ).

Дегідратація спиртів ( $C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O$ ).

Піроліз вуглеводнів.



## **Найчастіше у КРОК питаютъ:**

- Загальна формула алкенів.
- Ізомерія (структурна та геометрична).
- Хімічні реакції (особливо з  $\text{Br}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ).
- Правило Марковнікова.
- Реакція Вагнера (знебарвлення  $\text{KMnO}_4$ ).
- Полімеризація (етилен  $\rightarrow$  поліетилен).

**Добування (дегідратація спиртів, дегідрування алканів).**



# ТЕМА: АРЕНИ Ароматичні вуглеводні

## Загальна характеристика

- Арені (ароматичні вуглеводні) — це ненасичені вуглеводні, які містять бензенове кільце (ядро).
- Загальна формула для бензоїдних аренів:  $C_nH_{2n-6}$ .
- Найпростіший представник — бенzen  $C_6H_6$ .

## Будова бензенового кільця

- Кожен атом Карбону має  $sp^2$ -гібридизацію → утворює плоску шестикутну структуру.
- Між атомами С —  $\sigma$ -зв'язки, а електрони  $\pi$ -зв'язків делокалізовані, утворюючи єдину  $\pi$ -систему над і під площею кільця.
- Делокалізація пояснює ароматичність — високу стабільність молекули.



КРОК запитує:

Що забезпечує ароматичний характер бензену?



Делокалізація  $\pi$ -електронів.



# Класифікація аренів

- Прості (однокільцеві): бенzen, толуен, ксиленi.
- Конденсованi (багатокільцевi): наftален, антрацен, фенантрен.
- Гомологи бензену: приєднанi радикали (-CH<sub>3</sub>, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> тощо).
- Аренi з бiчним ланцюгом: наприклад, етилbenzen, ізопропiлbenzen.

## Фiзичнi властивостi

- Рiдини або твердi речовини зi специфiчним запахом.
- Нерозчиннi у водi, але добре розчиняються в органiчних розчинниках.
- Легше за воду, горючi.



## KРОК запитує:

Чому бенzen не розчиняється у водi?

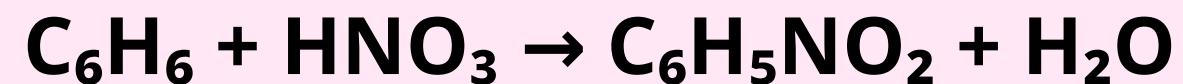
Через неполярну природу молекули.



# ХІМІЧНІ

1. Реакції заміщення (типові для аренів):

- Нітрування:



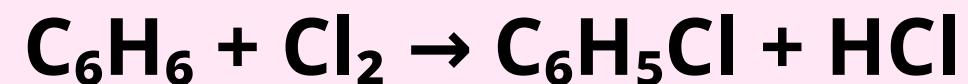
(у присутності  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , утворюється нітробензен)

- Сульфування:



(бензенсульфокислота)

- Галогенування:



(за наявності  $\text{FeCl}_3$  — каталізатор)

2. Реакції приєднання (рідко, при жорстких

умовах):

Рідкісно: Циклогексан ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) при  $\text{Ni}$ ,  $t^\circ$ .

Бічні ланцюги аренів легко окиснюються:

Толуен  $\rightarrow$  бензойна кислота.

4. Реакції з утворенням похідних:

Бензен  $\rightarrow$  фенол, анілін, бензойна кислота тощо (через проміжні сполуки).

# ВЛАСТИВОСТІ

КРОК запитує:

Яка реакція підтверджує наявність ароматичного кільця?

Реакція нітрування або бромування в присутності каталізатора.



## **Ароматичність**

**Визначається правилом Хюкеля:**  
**ароматична система має  $(4n + 2)$   $\pi$ -електронів.**  
**(для бензену  $n = 1 \rightarrow 6$   $\pi$ -електронів).**

**Ароматичні сполуки стійкіші, ніж звичайні ненасичені.**

## **Застосування**

**Вихідна сировина для:**  
**фенолу, аніліну, нітробензену, барвників, пластмас;**  
**лікарських препаратів (аспірин, парацетамол).**

**Бензен — токсичний! → впливає на кістковий  
мозок.**

**КРОК запитує:**  
**За яким правилом  
визначають  
ароматичність?**

**За правилом  
Хюкеля  $(4n + 2$   $\pi$ -  
електронів).**

**КРОК запитує:**  
**Яка властивість  
бензену визначає  
його токсичність?**

**Здатність  
порушувати  
кровотворення  
(гемотоксична дія).**

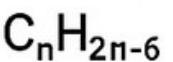


# АРЕНИ

## (АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ)

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- ненасичені вуглеводні, що містять бензенове кільце (ядро)



### БУДОВА БЕНЗЕНОВОГО КІЛЬЦЯ

- sp<sup>2</sup>-гібридизація
- делокалізовані π-електрони



### ВИДИ АРЕНІВ

- прості (однокільцеві)
- конденсовані (багатокільцеві)
- гомологи бенzenу
- арени з бічним ланцюгом

### ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- реакції заміщення
- реакції приєднання
- реакції окиснення

### ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- рідини або тверді з запахом
- нерозчинні у воді

### ВИКОРИСТАННЯ

- виробництво фенолу
- аніліну
- барвників, пластмас



## 1. Загальні властивості аренів

Формула загальна:  $C_nH_{2n-6}$  (для однокільцевих аренів,  $n \geq 6$ ).

Тип зв'язків: у бензеновому кільці чергаються  $\sigma$ - і  $\pi$ -зв'язки  $\rightarrow$  спільна  $\pi$ -електронна хмара  $\rightarrow$  резонансна стабілізація.

Ароматичність: зумовлена замкненістю, планарністю і наявністю 6  $\pi$ -електронів (правило Гюкеля:  $4n + 2$   $\pi$ -електронів).

 У тестах часто питают:

«Якою властивістю пояснюється висока стабільність бенzenу?»

 Відповідь: наявністю делокалізованої  $\pi$ -електронної системи.

## 2. Фізичні властивості

Безбарвні рідини або тверді речовини з характерним запахом.

Легше за воду, нерозчинні у воді, добре розчиняються в органічних розчинниках.

Горять кіптявим полум'ям.

 У тестах:

«Чому арени горять кіптявим полум'ям?»

 Через підвищений вміст вуглецю.



### 3. Хімічні властивості

Ароматичне кільце стабільне, тому реакції заміщення переважають над приєднанням.

Основні реакції:

- Електрофільне ароматичне заміщення (EAS):
- Нітрування:  $C_6H_6 + HNO_3(\text{конц.}) \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$
- Галогенування:  $C_6H_6 + Cl_2 (FeCl_3) \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$
- Сульфування:  $C_6H_6 + H_2SO_4(\text{конц.}) \rightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$
- Алкілювання (Фріделя-Крафтса):  $C_6H_6 + RCl (AlCl_3) \rightarrow C_6H_5R + HCl$
- Ацілювання (Фріделя-Крафтса):  $C_6H_6 + RCOCl (AlCl_3) \rightarrow C_6H_5COR + HCl$
- Гідрування:

При високому тиску:  $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$  (циклогексан).

- Окиснення бічного ланцюга:

Наприклад, толуол:  $C_6H_5CH_3 \rightarrow C_6H_5COOH$  (бензойна кислота).

 У тестах:

«При нітруванні бензену утворюється сполука...»

Нітробенzen.

«Яка реакція є прикладом електрофільного заміщення?»

Нітрування бензену.



## 5. Біологічне й фармацевтичне значення

Ароматичне ядро входить до складу багатьох лікарських речовин (антипірин, аспірин, парацетамол, фенол).

Фенольні похідні мають антисептичну дію.

 У тестах:

«Ароматичне ядро входить до складу таких лікарських речовин, як...»

- Аспірин, антипірин.

### Реакційна здатність і напрямок заміщення

Тип замісника	Напрямок заміщення	Приклади	Характеристика
Електронодонорні (+M або +I)	ортого-, пара-	-OH, -NH <sub>2</sub> , -CH <sub>3</sub>	Активують кільце
Електроноакцепторні (-M або -I)	мета-	-NO <sub>2</sub> , -COOH, -SO <sub>3</sub> H	Деактивують кільце

 У тестах:

Укажіть напрямок заміщення при нітруванні толуолу.

- Орто- і пара- положення.

Укажіть напрямок заміщення при нітруванні нітробензену.

- Мета- положення.



