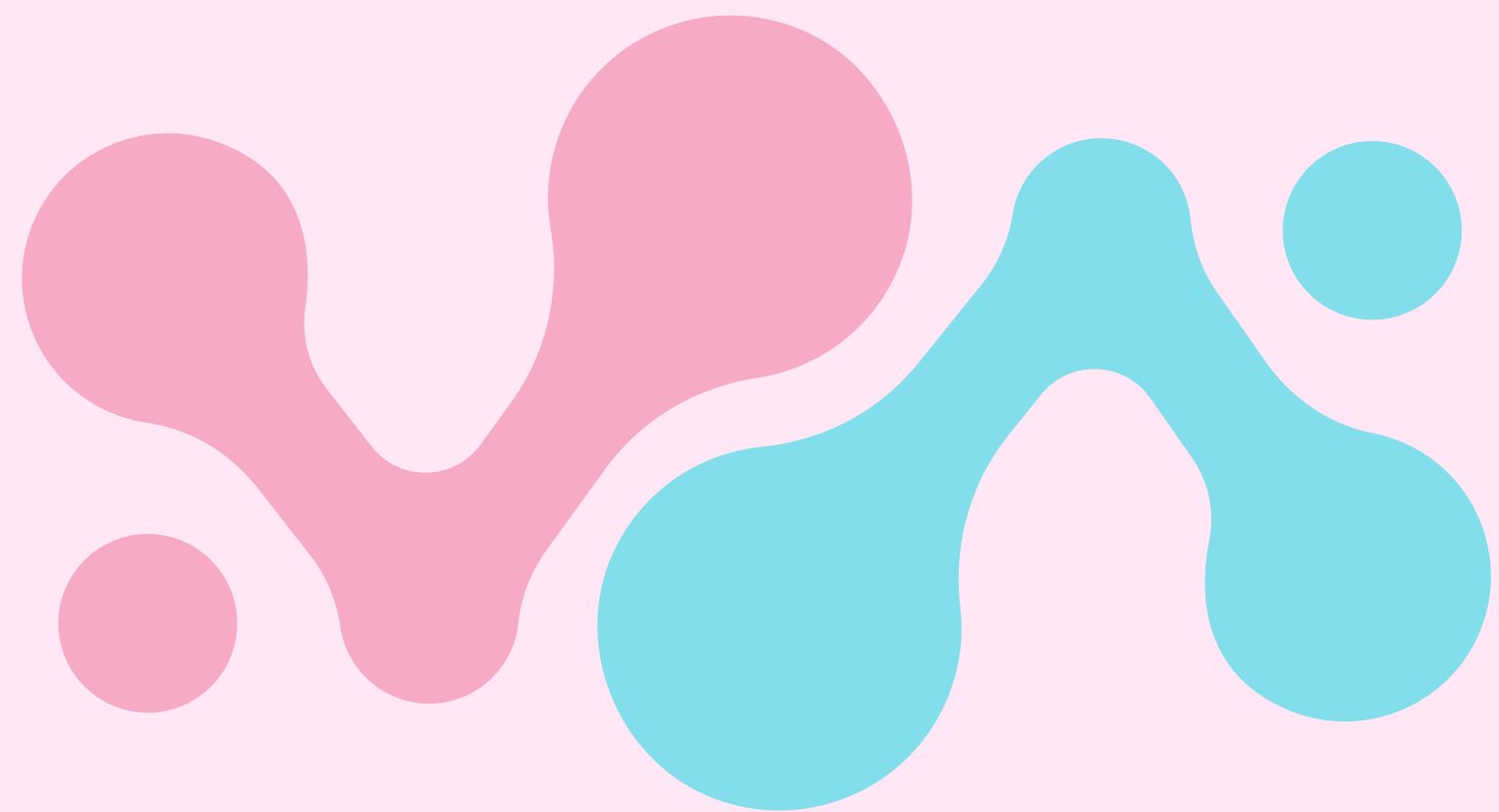


Розділ: Основи знань про органічні сполуки (будова, номенклатура, ізомерія, хімічні властивості та ідентифікація)

Підрозділ: Вуглеводні та їх галогенопохідні

Тема:

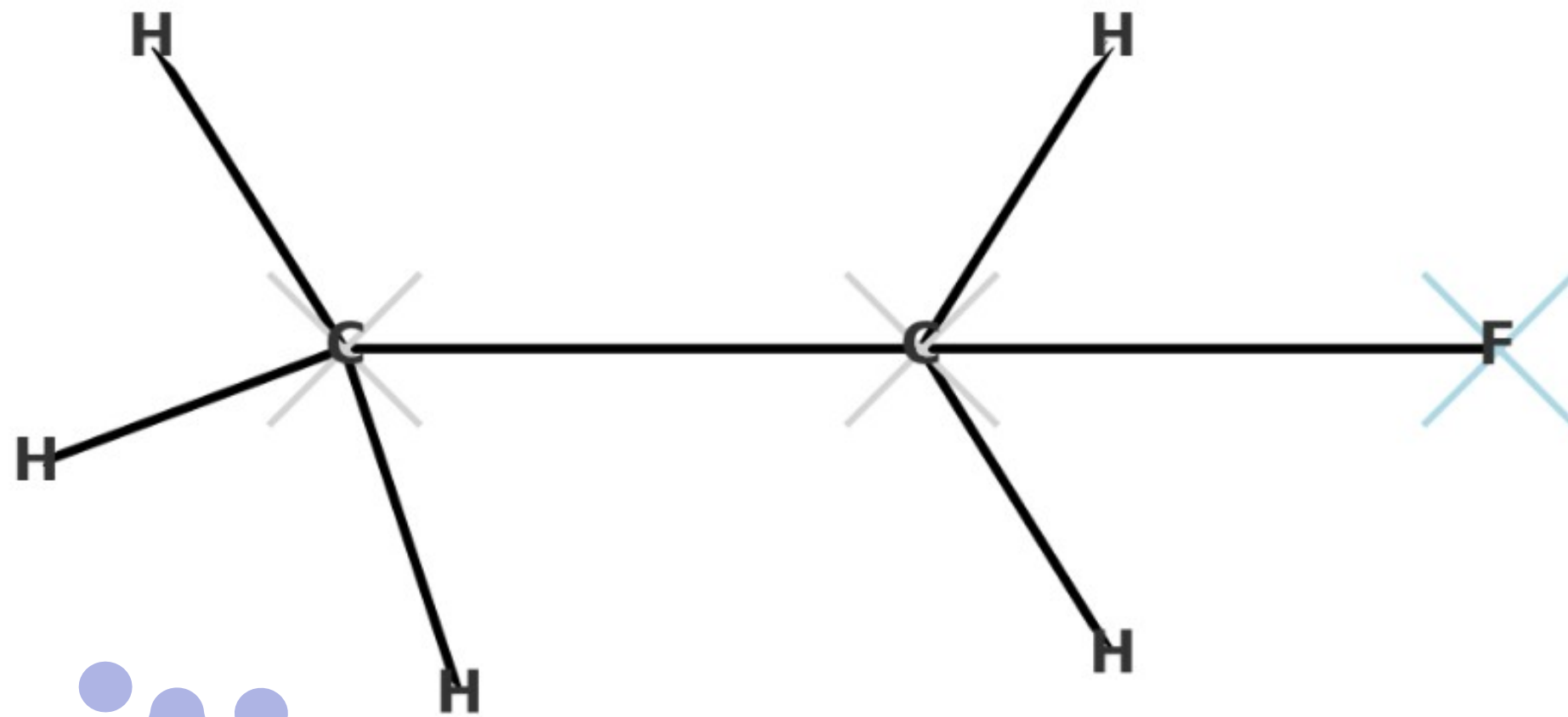
- 1. Насичені вуглеводні - АЛКАНИ**
- 2. Ненасичені вуглеводні - АЛКЕНИ, АЛКІНИ**
- 3. Ароматичні вуглеводні - АРЕНИ**



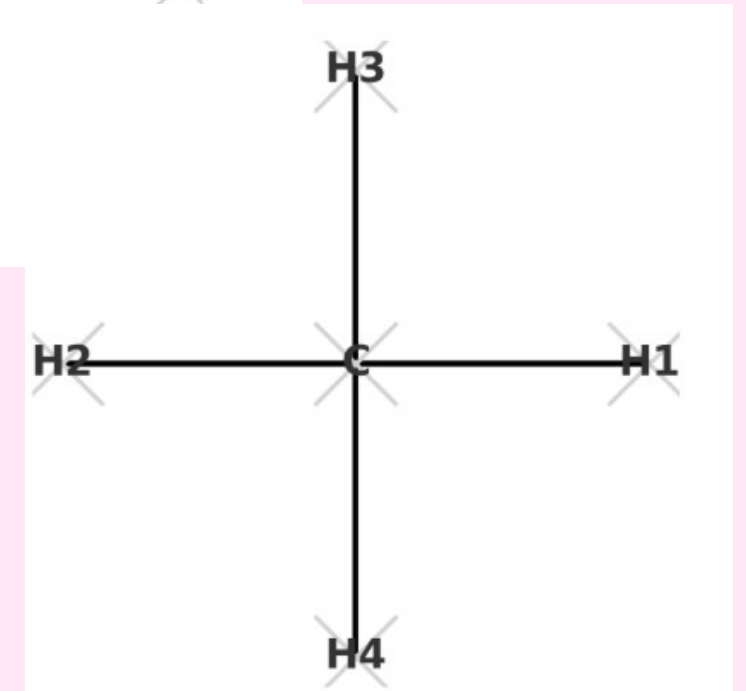
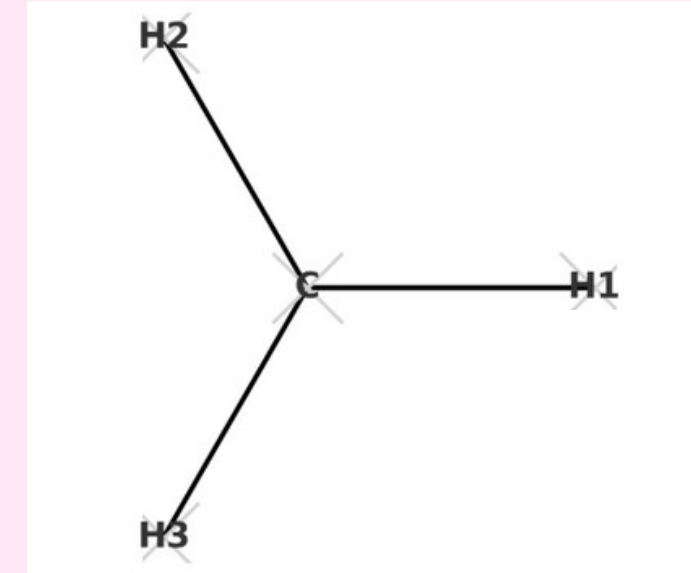
Підрозділ: Вуглеводні та їх галогенопохідні

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

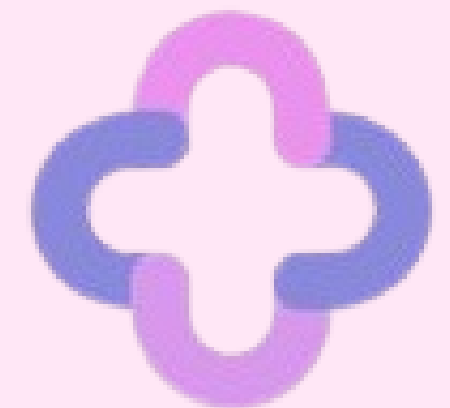


$\text{H}_3\text{C-F}$	фторметан
$\text{H}_3\text{C-Cl}$	хлорметан
$\text{H}_3\text{C-Br}$	бромметан
$\text{H}_3\text{C-I}$	йодметан



Класифікація вуглеводнів

	Насичені вуглеводні	Ненасичені вуглеводні етиленові	Ненасичені вуглеводні 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 (-ін)</u>	Називають як похідні бензо
Зв'язки між атомами С	лише одинарні	один подвійний	один потрійний	є бензольне кільце
Характерні реакції	заміщення	приєднання		заміщення, приєднання



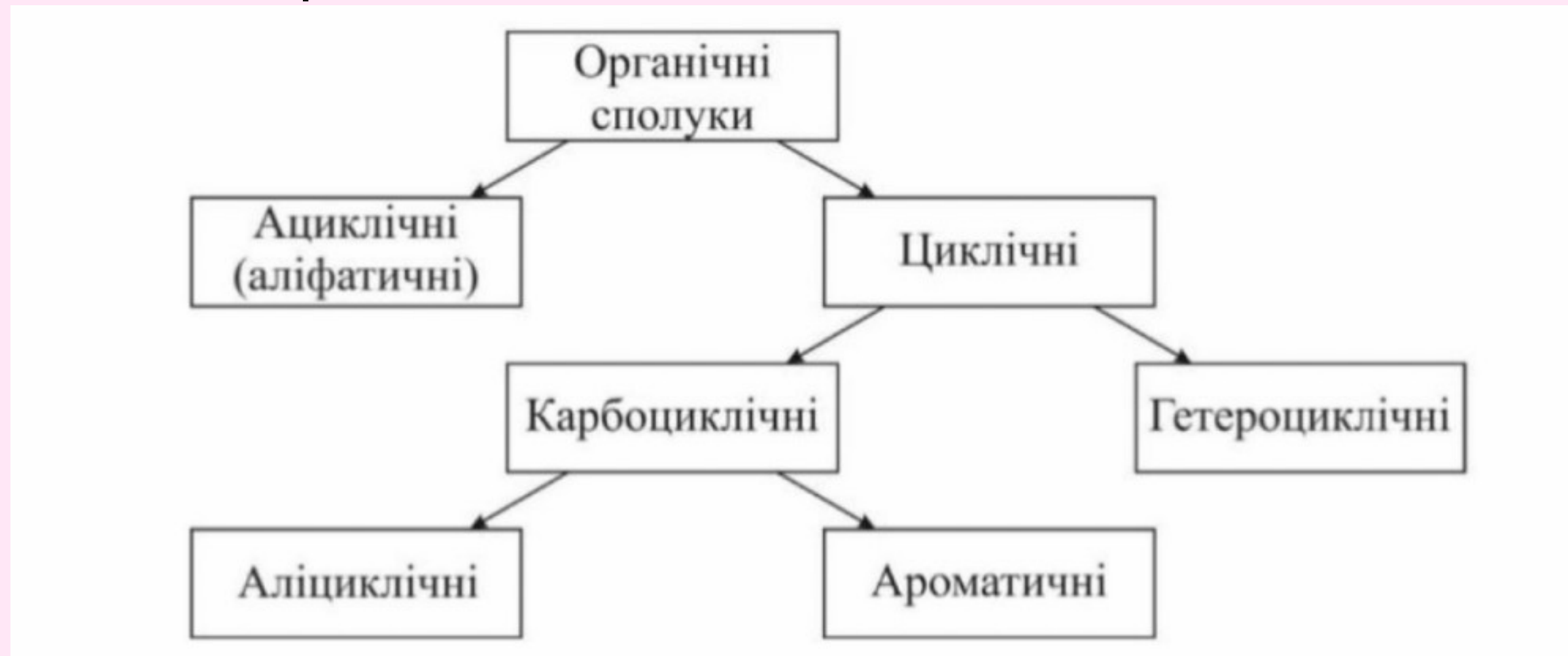
Класифікація вуглеводнів за будовою вуглецевого скелету

1. Ациклічні (аліфатичні):

- насичені (алкАНи)
- ненасичені (алкЕНи, алкІНи)

2. Циклічні:

- карбоциклічні (алкани, ароматичні)
- гетероциклічні



КЛАСИФІКАЦІЯ ЗА ТИПОМ ЗВ'ЯЗКУ:

НАСИЧЕНІ

АлкАНи



Насичена сполука

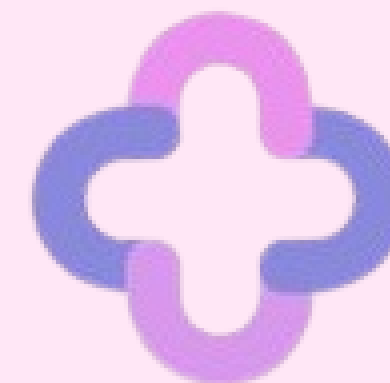
НЕНАСИЧЕНІ

**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. **Ациклічні та циклічні**
- B. Ароматичні та карбоциклічні
- C. Гетероциклічні і оксигеновмісні
- D. Арени та алкени
- E. Алкани та циклоалкани

Правильна відповідь: A
(Ациклічні та циклічні)

За будовою карбонового скелету всі органічні сполуки поділяються на ациклічні та циклічні.

Ациклічними (аліфатичними) є сполуки з відкритим (незамкнутим) вуглецевим ланцюгом.

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



Тести з КРОК-1.

Аліфатичні(АЦИклічні)

Аліфатичні сполуки поділяють на насичені і ненасичені. Виберіть серед наведених назв ту сполуку, яка відноситься до насичених:

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: А

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

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

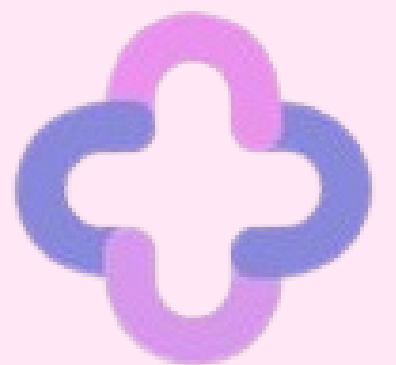
Назва насичених вуглеводнів утворюється від назви грецького числівника, яка вказує кількість атомів Карбону в молекулі з додаванням суфікса -АН.

Тому назва пропан (А) говорить про те, що сполука належить до класу насичених 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);

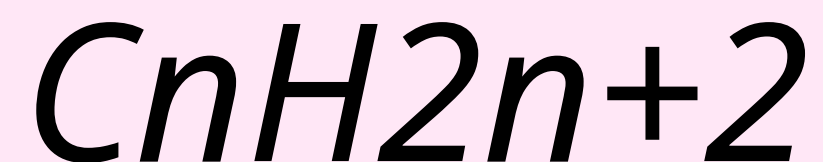
сполука (С-пропадієн) містить у своїй структурі два подвійних зв'язки (це відображається в назві суфіксом -дієн) і тому належить до алкадієнів.



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



Гомологічний ряд алканів		
Назва	Молекулярна формула	Напівструктурна формула
Метан	CH ₄	
Етан	C ₂ H ₆	CH ₃ -CH ₃
Пропан	C ₃ H ₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Бутан	C ₄ H ₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Пентан	C ₅ H ₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Гексан	C ₆ H ₁₄	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Гептан	C ₇ H ₁₆	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Октан	C ₈ H ₁₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Нонан	C ₉ H 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 ₃
Заг.формула	C _n H _{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 C: **$sp^3 \rightarrow$ тетраедрична** будова (кут $109,5^\circ$).
- Номенклатура: за систематичною назвою — додавання суфікса "-ан" (метан, етан, пропан, бутан і т. д.).

Ізомерія:

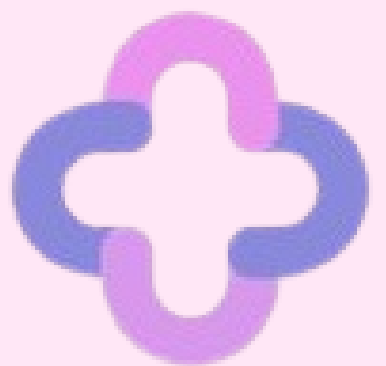
- структурна (ізомерія вуглецевого скелету, з C_4 починається ізомерія будови);
- конформаційна (повороти навколо σ-зв'язків, наприклад, у молекулі етана є «зигзаг», «стільчик»).

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).

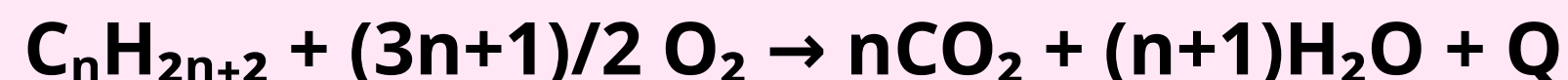


3. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

Алкани малореакційні через:

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

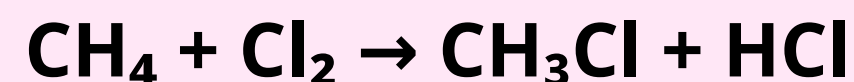
3.1. Реакції горіння (основна реакція)



Використання: паливо,

3.2. Реакції заміщення (радикальні)

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



- Механізм:

1.Ініціація (утворення радикалів під дією світла).

2.Розгалуження ланцюга ($\text{CH}_3^\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}^\cdot$).

3.Обрив ланцюга ($\text{CH}_3^\cdot + \text{Cl}^\cdot \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl}$).

Нітрування (реакція Коновалова):

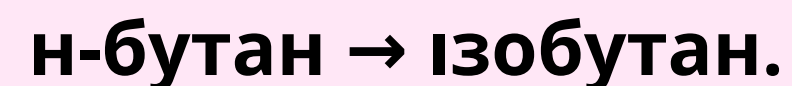


3.3. Реакції термічні та каталізаторні

Крекінг (розщеплення):



Ізомеризація (AlCl_3 , Pt):



Ароматизація (Pt, t°):



Дегідрогенізація:



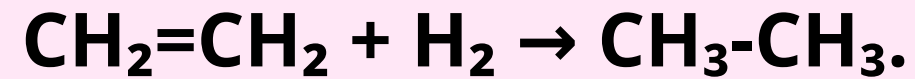
4. МЕТОДИ ДОБУВАННЯ

Природні:

- Нафта, природний газ (основні джерела).

Лабораторні:

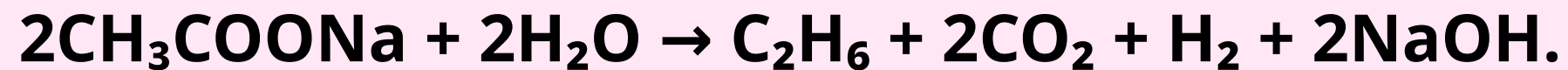
- Гідрогенізація алкенів:



- Декарбоксилювання кислот (реакція Дюма):



- Електроліз солей (реакція Кольбе):



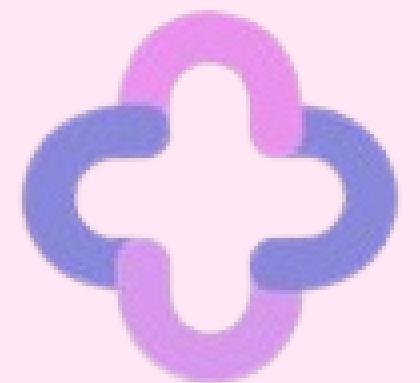
5. Застосування

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

Сировина в органічному синтезі (галогеноалкани → спирти, кислоти).

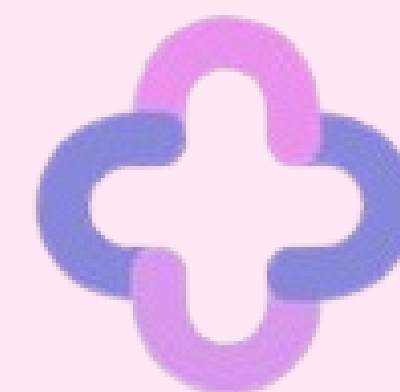
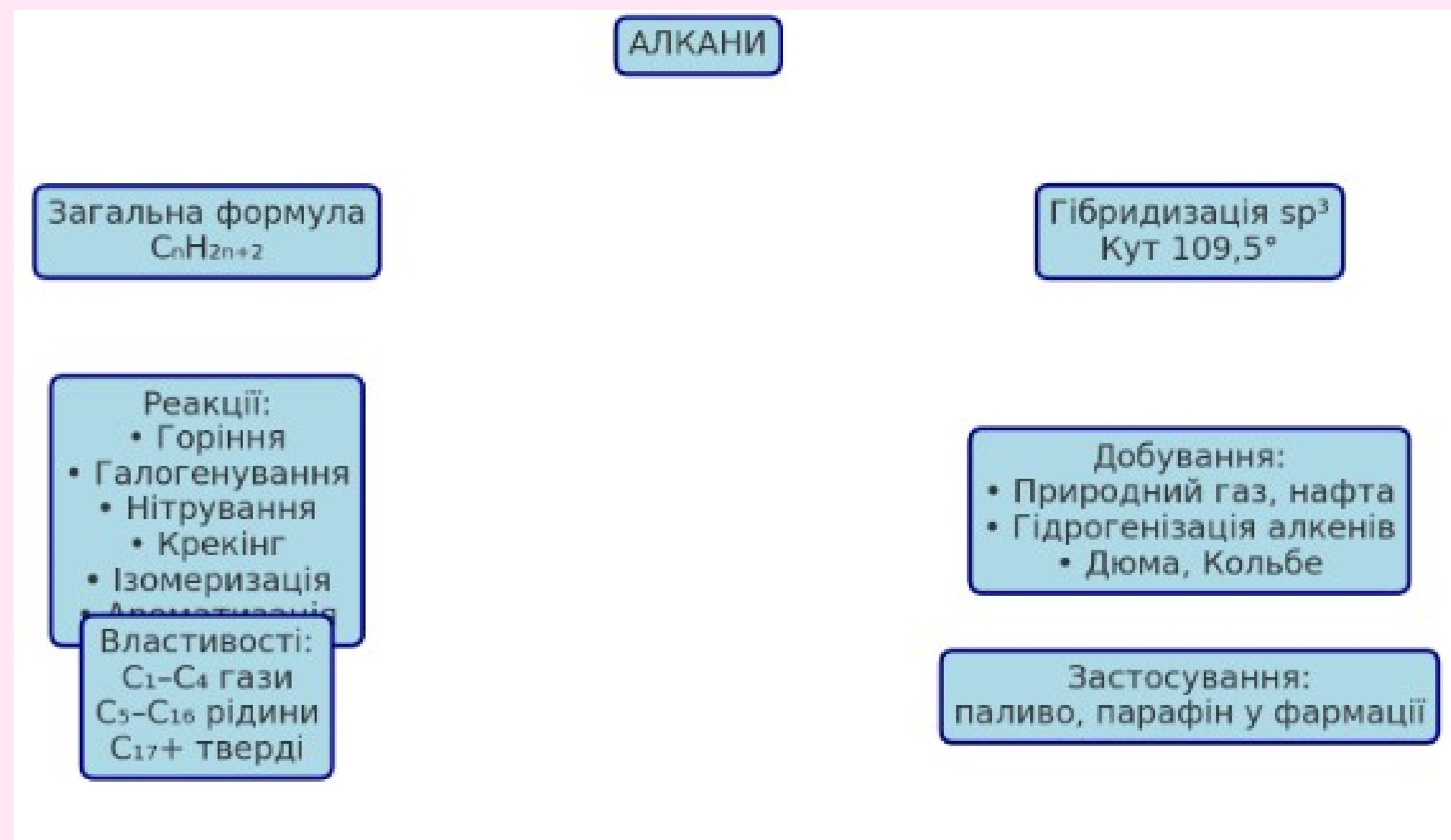
Метан → джерело H_2 , сажі.

Парафіни → свічки, ізоляційні матеріали.



ЩО НАЙЧАСТІШЕ 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).



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: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$ (Ni, Pt, Pd).
- Галогенування: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ (знебарвлення Br_2).
- Гідрогалогенування (правило Марковнікова): $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$.
- Гідратація: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (кат. H_2SO_4).
- Окиснення:

м'яке (KMnO_4 , «реакція Вагнера») \rightarrow діоли;

сильне $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

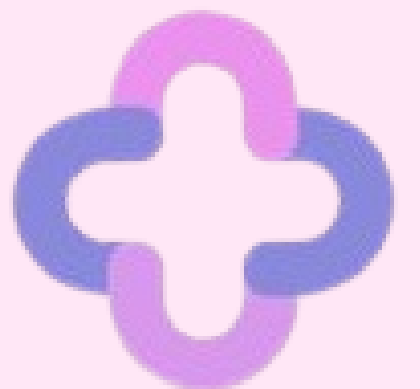
- Полімеризація: $n\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow (-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$ (поліетилен).

Добування:

Дегідрування алканів ($\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$).

Дегідратація спиртів ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$).

Піроліз вуглеводнів.



Найчастіше у КРОК питають:

- Загальна формула алкенів.
- Ізомерія (структурна та геометрична).
- Хімічні реакції (особливо з Br_2 , H_2O , HCl).
- Правило Марковнікова.
- Реакція Вагнера (знебарвлення KMnO_4).
- Полімеризація (етилен \rightarrow поліетилен).

Добування (дегідратація спиртів, дегідрування алканів).



ТЕМА: **АРЕНИ** Ароматичні вуглеводні

Загальна характеристика

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

Будова бензенового кільця

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



КРОК запитує:

Що забезпечує ароматичний характер бензену?



Делокалізація π -електронів.



Класифікація аренів

- Прості (однокільцеві): бензен, толуен, ксилени.
- Конденсовані (багатокільцеві): нафтаден, антрацен, фенантрен.
- Гомологи бензену: приєднані радикали ($-\text{CH}_3$, $-\text{C}_2\text{H}_5$ тощо).
- Арені з бічним ланцюгом: наприклад, етилбензен, ізопропілбензен.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- Рідини або тверді речовини зі специфічним запахом.
- Нерозчинні у воді, але добре розчиняються в органічних розчинниках.
- Легше за воду, горючі.

КРОК запитує:

Чому бензен не розчиняється у воді?

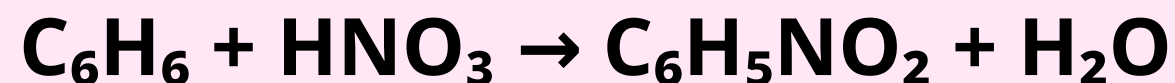
 Через неполярну природу молекули.



ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

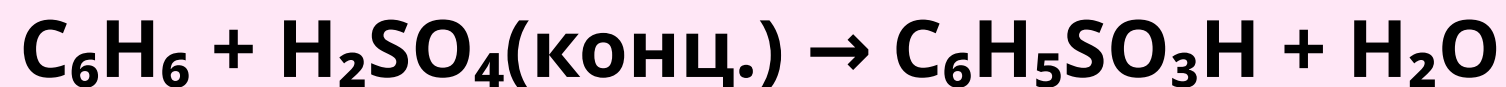
1. Реакції заміщення (типові для аренів):

- Нітрування:



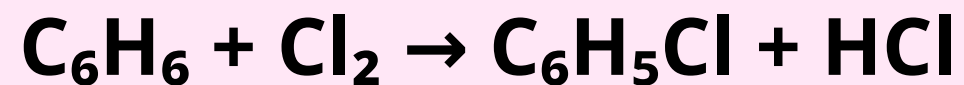
(у присутності H_2SO_4 , утворюється нітробензен)

- Сульфонування:



(бензенсульфо кислота)

- Галогенування:



(за наявності FeCl_3 — каталізатор)

2. Реакції приєднання (рідко, при жорстких умовах):

3. Окиснення: Циклогексан (C_6H_{12}) при Ni , t° .

Гідрогенування: Бічні ланцюги аренів легко окиснюються:

Толуен → бензойна кислота.

4. Реакції з утворенням похідних:

Бензен → фенол, анілін, бензойна кислота тощо (через проміжні сполуки).

КРОК запитує:

Яка реакція підтверджує наявність ароматичного кільця?

✓ Реакція нітрування або бромовання в присутності каталізатора.



Ароматичність

Визначається правилом Хюккеля:

ароматична система має $(4n + 2)$ π -електронів.

(для бензену $n = 1 \rightarrow 6$ π -електронів).

Ароматичні сполуки стійкіші, ніж звичайні ненасичені.

Застосування

Вихідна сировина для:

фенолу, аніліну, нітробензену, барвників, пластмас;
лікарських препаратів (аспірин, парацетамол).

Бензен — токсичний! \rightarrow впливає на кістковий
мозок.

📖 КРОК запитує:
За яким правилом
визначають
ароматичність?

✅ За правилом
Хюккеля ($4n + 2$ π -
електронів).

📖 КРОК запитує:
Яка властивість
бензену визначає
його токсичність?

✅ Здатність
порушувати
кровотворення
(гемотоксична дія).

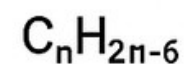


АРЕНИ

(АРОМАТИЧНІ ВУГЛЕВОДНІ)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА

- ненасичені вуглеводні, що містять бензенове кільце (ядро)



БУДОВА БЕНЗЕНОВОГО КІЛЬЦЯ

- sp^2 -гібридизація
- делокалізовані π -електрони



ВИДИ АРЕНІВ

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

ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- реакції заміщення
- реакції приєднання
- реакції окиснення

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

- рідини або тверді з запахом
- нерозчинні у воді
- горючі

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 чергуються σ - і π -зв'язки \rightarrow спільна π -електронна хмара \rightarrow резонансна стабілізація.

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

🧠 У тестах часто питають:

«Якою властивістю пояснюється висока стабільність бензену?»

✅ Відповідь: наявністю делокалізованої π -електронної системи.

👉 2. Фізичні властивості

Безбарвні рідини або тверді речовини з характерним запахом.

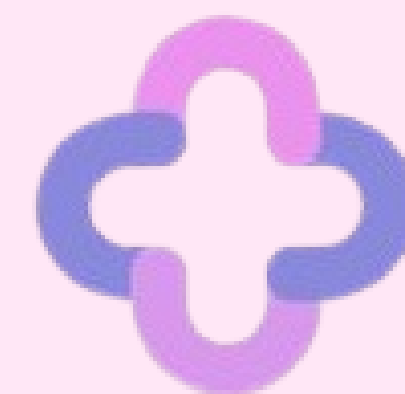
Легше за воду, нерозчинні у воді, добре розчиняються в органічних розчинниках.

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: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3(\text{конц.}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- Галогенування: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{Cl}_2 (\text{FeCl}_3) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{HCl}$
- Сульфонування: $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$
- Алкілювання (Фріделя-Крафтса): $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{RCl} (\text{AlCl}_3) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{R} + \text{HCl}$
- Ацилювання (Фріделя-Крафтса): $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{RCOCl} (\text{AlCl}_3) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COR} + \text{HCl}$
- Гідронування:

При високому тиску: $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$ (циклогексан).

- Окиснення бічного ланцюга:

Наприклад, толуол: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ (бензойна кислота).

🧠 У тестах:

«При нітруванні бензену утворюється сполука...»

✅ Нітробензен.

«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 напрямки заміщення

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

 У тестах:

Укажіть напрямки заміщення при нітруванні толуолу.

 Орто- і пара- положення.

Укажіть напрямки заміщення при нітруванні нітробензену.

 Мета- положення.

