

Арени. Бензен: молекулярна і структурна формули, фізичні властивості

## Після уроку ви зможете:

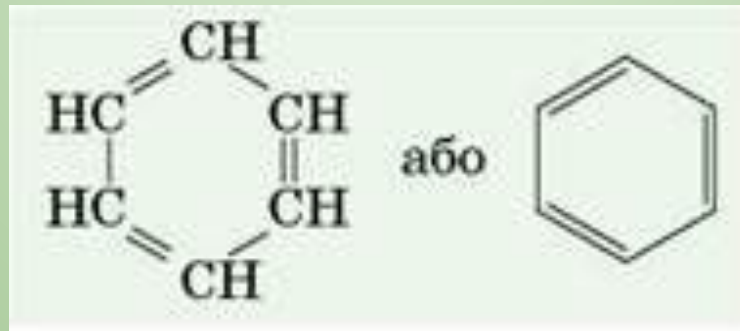
- **називати** фізичні властивості бензену; наводити приклади ароматичних вуглеводнів;
- **складати** на основі загальної формули молекулярні формули аренів; молекулярну та структурну формули бензену; рівняння реакцій, які описують хімічні властивості бензену;
- **характеризувати** хімічні властивості бензену.

# ПОНЯТТЯ ПРО АРЕНИ.

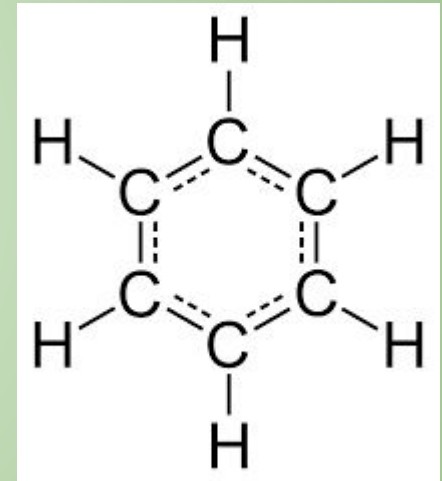
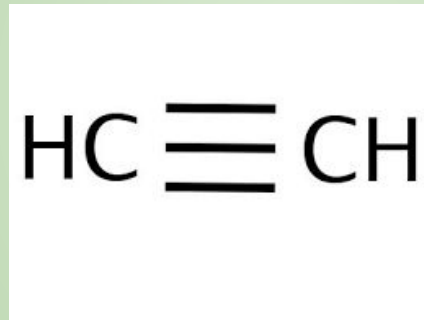
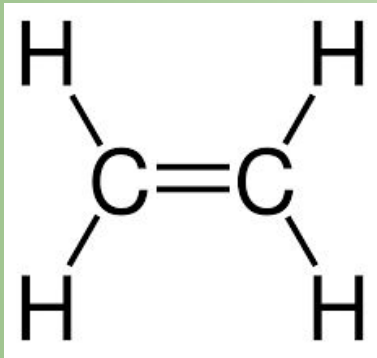
За якісним складом арени належать до вуглеводнів і мають циклічну будову карбонового ланцюга.

*Перший представник цього класу вуглеводнів — бензен  $C_6H_6$ .*

У структурній формулі бензену, запропонованій німецьким ученим Фрідріхом Августом Кекуле, шість атомів Карбону утворюють правильний шестикутник. Ще одним хімічним зв'язком кожний атом Карбону сполучений з атомом Гідрогену. Усі атоми розташовані в одній площині:



На перший погляд може видатись, що в молекулі бензену між атомами Карбону існують три подвійні і три одинарні ковалентні хімічні зв'язки. Але це не так, тому що бензен не знебарвлює ані бромну воду, ані розчин калій перманганату. Тобто не виявляє властивостей ненасичених вуглеводнів — алкенів чи алкінів.

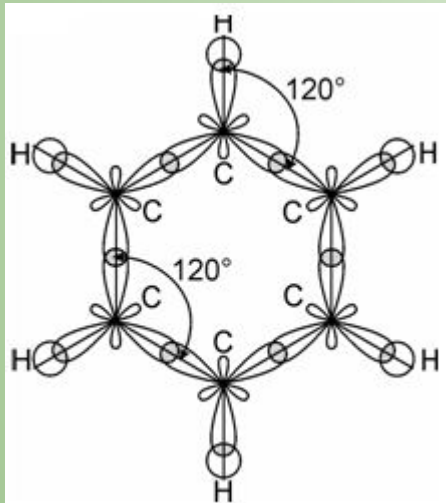


[Етилен та калій перманганат](#)

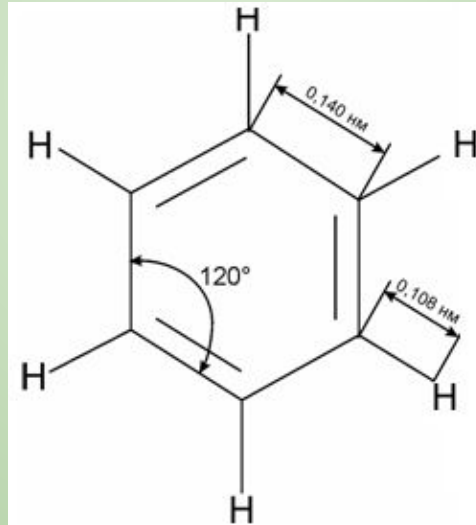
[Ацетилен та калій перманганат](#)

[Бензен та калій перманганат](#)

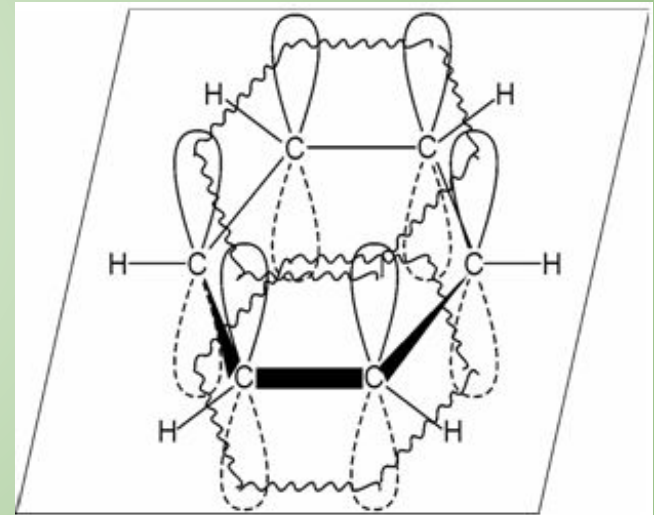
Пояснюється це тим, що в молекулі бензену існує особливий вид хімічного зв'язку — ароматичний зв'язок. Під час його утворення одна р-орбіталь кожного атома Карбону перекривається з такими самими двома р-орбіталями (по одній від кожного сусіднього атома Карбону). Тому всі зв'язки С—С у бензені однакові й мають довжину 0,140 нм. Ця відстань менша від відстані між атомами Карбону в алканів, але більша, ніж в алкенів.



Орбітальна модель утворення  $\sigma$ -зв'язків у молекулі бензену

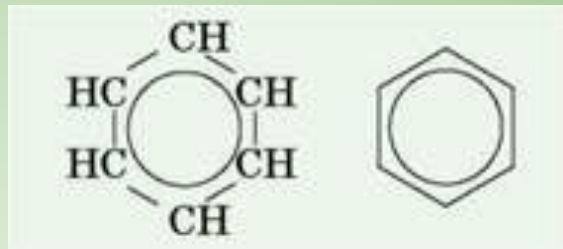


Геометрія молекули бензену



Орбітальна модель утворення  $\pi$ -електронної супряженої ароматичної системи

Тому точнішим є запис структурної формули бензену у вигляді правильного шестикутника з колом усередині нього (так зване бензенове кільце):



Формула Фрідріха Кекуле також досить часто використовується, але при цьому зважають, що вона лише умовно передає будову молекули бензену.

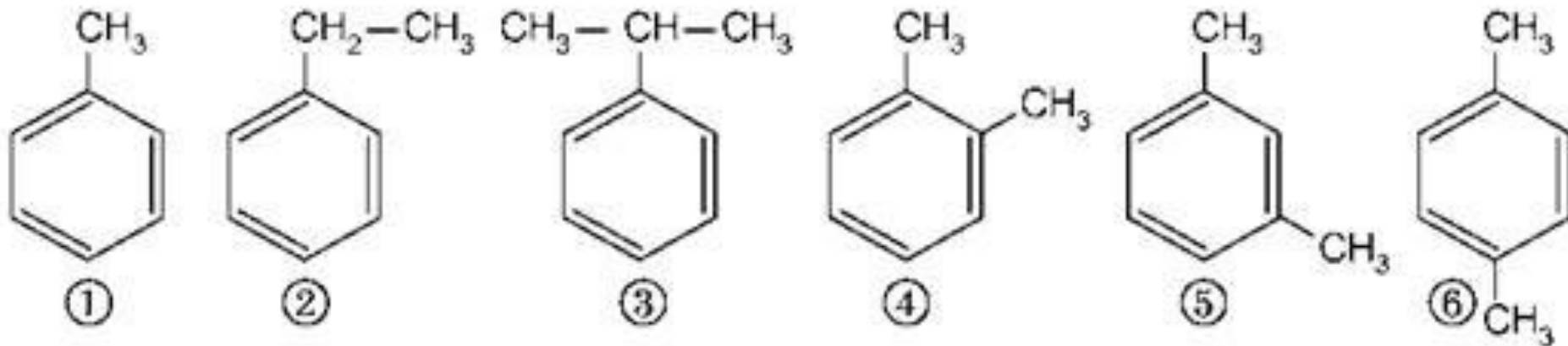


Кекуле Фрідріх Август (1829-1896). Видатний німецький учений, автор «Підручника органічної хімії» (1859-1861).



Поштова марка Бельгії, присвячена циклічній формулі бензену

Бензен - найпростіший ароматичний вуглеводень. Структурні формули його гомологів:



1. Метилбензен (толуен).      2. Етилбензен.      3. Ізопропілбензен.  
4. 1,2-Диметилбензен.      5. 1,3-Диметилбензен.      6. 1,4-Диметилбензен



За наведеними структурними формулами гомологів бензену складіть їхні молекулярні формули й виведіть загальну формулу аренів

## ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АРЕНІВ.

Бензен — безбарвна рідина з характерним запахом, нерозчинна у воді й легша за неї. Він добре розчиняється в різних органічних розчинниках, і сам є розчинником багатьох органічних речовин. Бензен — дуже токсична речовина, вдихання навіть незначної кількості парів якої викликає запаморочення й головний біль. За більш високої концентрації бензену в повітрі людина може втратити свідомість. Бензен здатний проникати через шкіру. Так само небезпечні для довкілля викиди підприємств і смог, до складу яких входить бензен. У роботі з бензеном необхідно неухильно дотримуватися правил безпеки, усі досліди проводити під витяжкою, уникати потрапляння на відкриті ділянки шкіри.





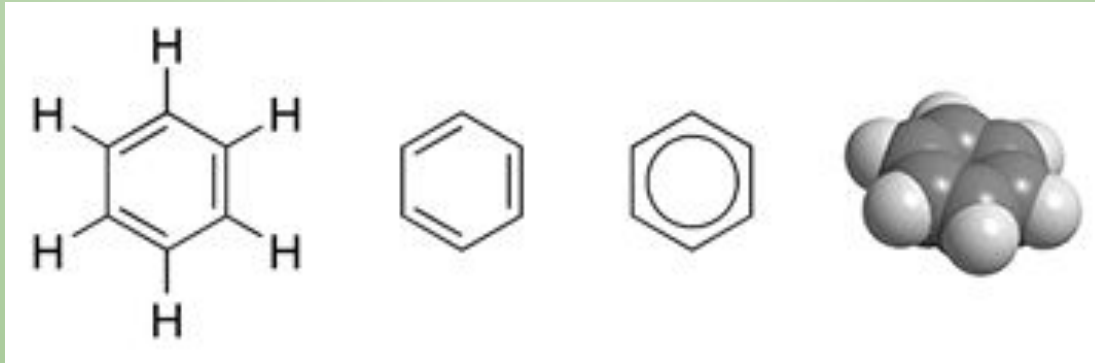
## Фізичні властивості бензену

Колір	пари, рідини	немає забарвлення
	твердої речовини	білий
Запах		характерний різкий
Розчинність у воді, г/л (за 25 °С)		1,79
Температура, °С	плавлення	5,5
	кипіння	80,1
Густина, г/см <sup>3</sup>		0,879
Показник заломлення світла (за 20 °С)		1,5011

# ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕНЗЕНУ.

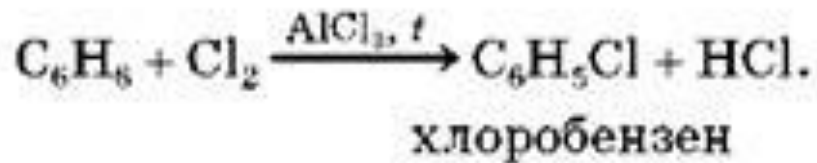
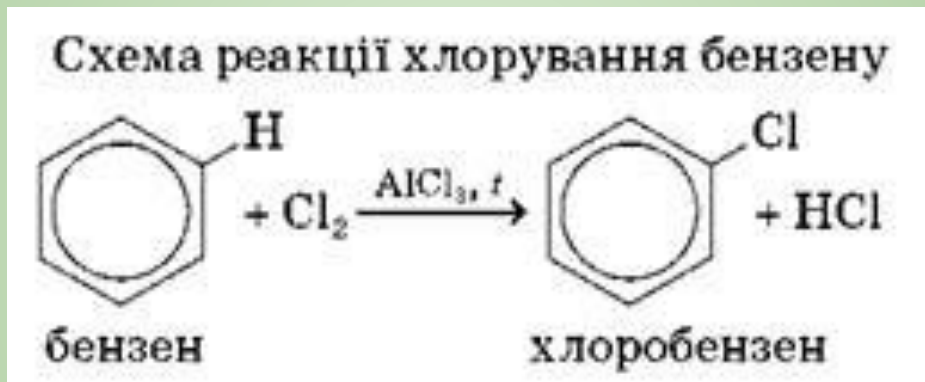
Наявність особливого ароматичного хімічного зв'язку, в утворенні якого беруть участь відразу шість р-електронів, визначає хімічні властивості бензену та його гомологів.

Характерними для бензену є реакції, що відбуваються зі збереженням ароматичного зв'язку. Приклад — реакції заміщення атома Гідрогену атомом галогену.



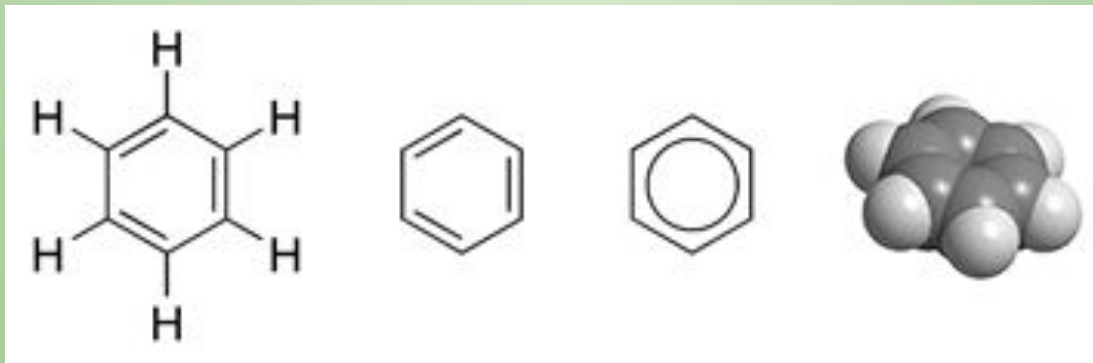
## Реакції заміщення.

*Галогенування.* Ця реакція відбувається в присутності каталізаторів.

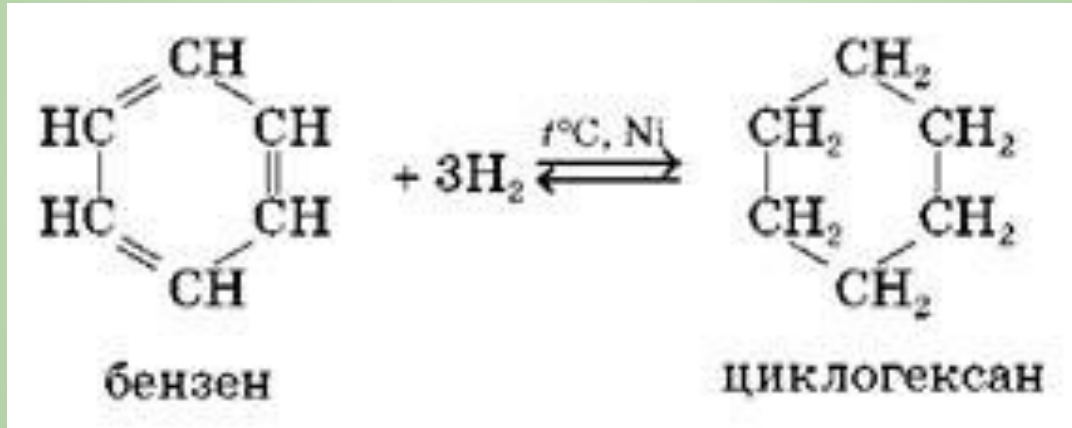


## Реакції приєднання.

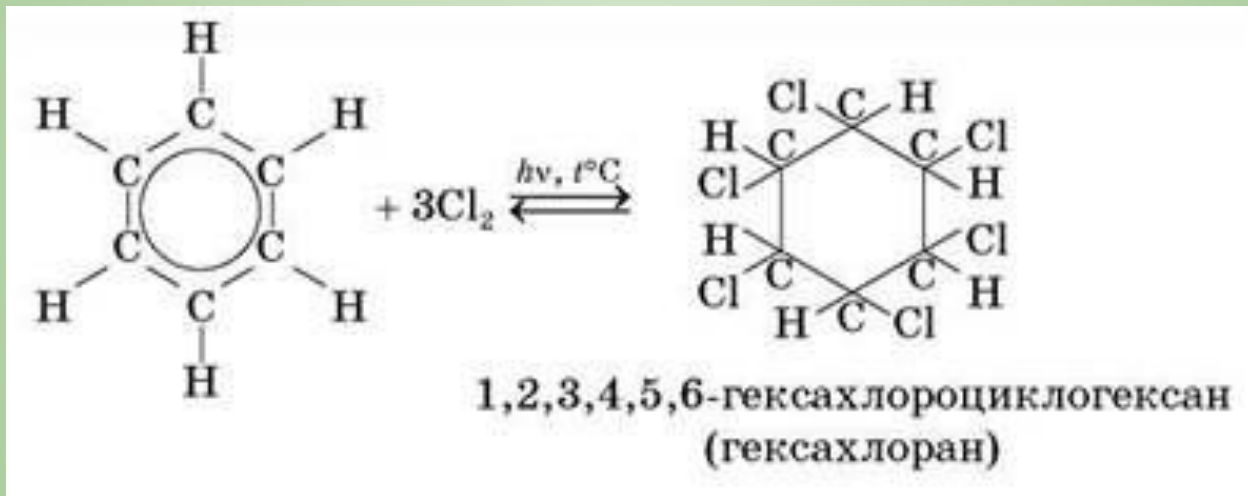
Бензен вступає також у реакції приєднання, але важче, ніж алкени чи алкіни. У цих реакціях ароматичний зв'язок руйнується, внаслідок чого в молекулі з'являється шість (по одному біля кожного атома Карбону) неспарених електронів. Вони беруть участь в утворенні шести одинарних ковалентних хімічних зв'язків з атомами реагенту (водню чи галогену). Розглянемо це на прикладах.



**Гідрування.** Приєднання водню до бензену відбувається за підвищеної температури в присутності каталізаторів.

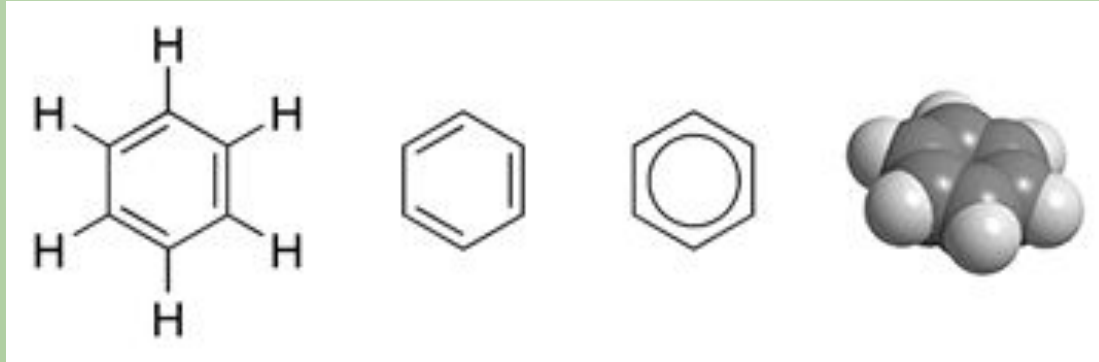


**Приєднання галогенів.** Як і приєднання водню, ця реакція відбувається за участю всіх атомів Карбону бензенового кільця завдяки розриву ароматичного зв'язку. Для її проведення реагенти опромінують ультрафіолетом і нагрівають.

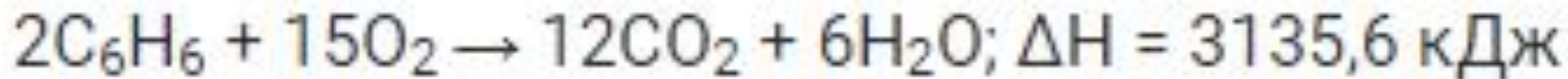


Хлорування бензену має практичне значення. Одержану речовину - гексахлоран - використовують у боротьбі з комахами (шкідниками полів і садів).

**Окиснення бензену.** Бензен стійкий до дії окисників і не знебарвлює розчин калій перманганату. Більш сильні окисники окиснюють його.



**Горіння (повне окиснення) бензену.** Бензен легкозаймистий на повітрі й згорає кіптявим полум'ям унаслідок високого вмісту Карбону в молекулі.



**Бензен (1), на відміну від етанолу (2), горить кіптявим світним полум'ям**

*Від будови молекули бензену залежать його властивості. У реакції заміщення він вступає легше, ніж алкани, у реакції приєднання — важче, ніж алкени.*



З повітрям і киснем бензен утворює вибухонебезпечні суміші.



# Використання

Бензен використовують у виробництві пластмас, барвників, отрутохімікатів, лаків, вибухових речовин, синтетичних волокон, ліків та багатьох інших органічних речовин.



## Висновки:

- Бензен  $C_6H_6$  — найпростіший представник вуглеводнів класу ариени.
- Молекула бензену має особливий ковалентний хімічний зв'язок, утворений одночасним перекриванням електронних хмар шести р-електронів. Тому, незважаючи на різницю в кількісному складі молекул гексену й бензену, якісні реакції з бромною водою та розчином калій перманганату для бензену не властиві.
- Для бензену більш характерні реакції заміщення зі збереженням бензенового кільця, ніж приєднання з його розривом.

Назва реакції		Схема реакції
Повне окиснення (горіння, див. рис. 12.7)		$C_6H_6 + O_2 \rightarrow \dots + \dots$
Гідрування	Циклогексан	<p><math>C_6H_6 + H_2 \xrightarrow{t.p., Ni} C_6H_{14}</math> повне</p> <p><i>n</i>-Гексан</p>
		<p><math>C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_6Cl_6</math></p> <p>1,2,3,4,5,6-Гексахлороциклогексан (гексахлоран)</p>
Заміщення		<p><math>C_6H_6 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} C_6H_5Cl + HCl</math></p> <p>Хлоробензен</p>