

# **Вуглеводні.**

**Насичені, ненасичені та ароматичні вуглеводні: їх склад, будова, фізичні та хімічні властивості.**

# Мета.

- Поглибити уявлення про гомологічні ряди вуглеводнів – алкани, алкени, алкіни, арени.
- Ознайомити з природою кратного зв'язку, фізичними та хімічними властивостями вуглеводнів, основними типами характерних реакцій.

# Види сполучень атомів Карбону між собою

## 1. Сполучення простими ковалентними зв'язками:



Такі сполучення реалізуються навіть у простих речовинах Карбону: алмазі, графіті, карбіні, фулеренах.

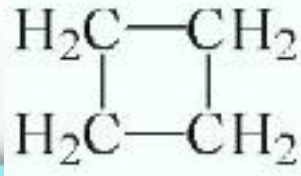
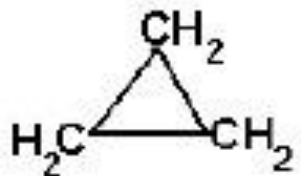
*Алмази:*



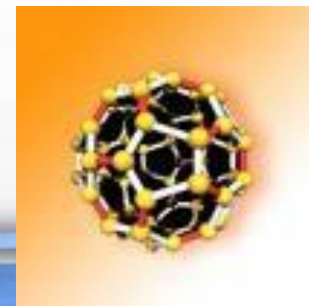
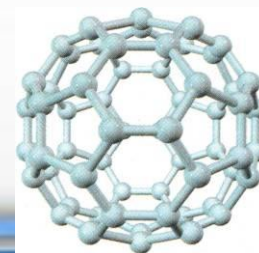
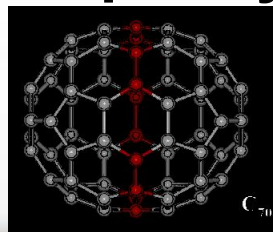
## 2. Сполучення кратними (подвійними і потрійними) ковалентними зв'язками:



## 3. Циклічне сполучення атомів Карбону:



*Фулерени:*



# Структурні формули органічних речовин

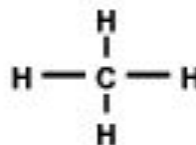
Алкани – насичені вуглеводні ланцюгової будови.

Загальна формула -  $C_n H_{2n+2}$

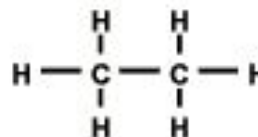
Гомологічний ряд алканів:

Назва	Молекулярна формула	Структурна формула
МЕТАН	$CH_4$	$CH_4$
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	$C_5H_{12}$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$

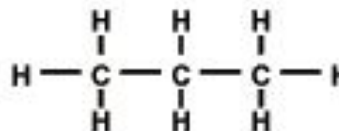
Структурні формули алканів:



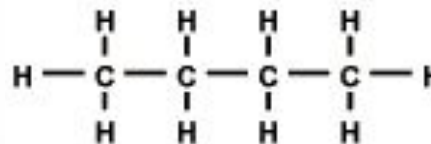
метан



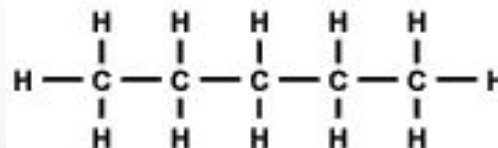
етан



пропан

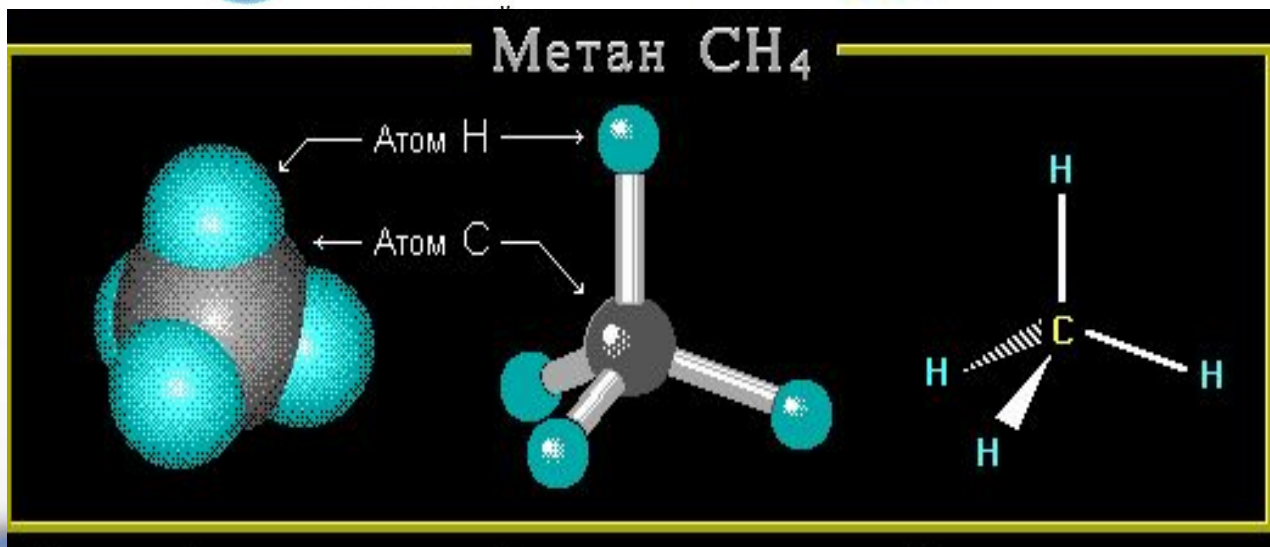
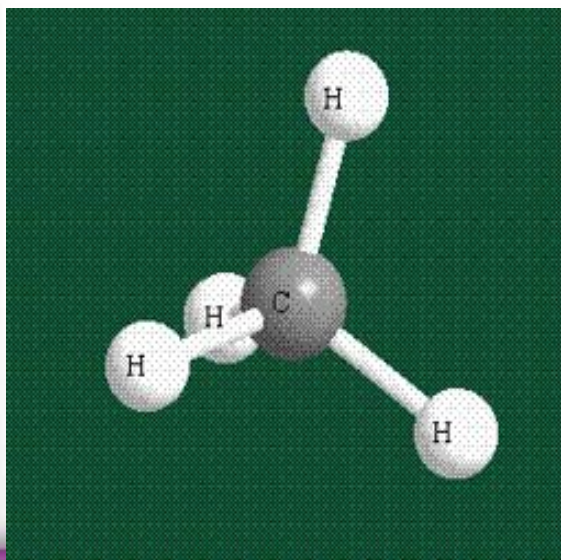
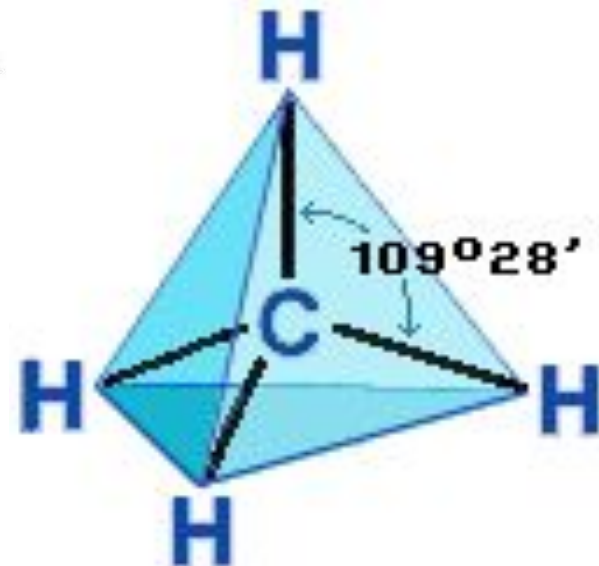
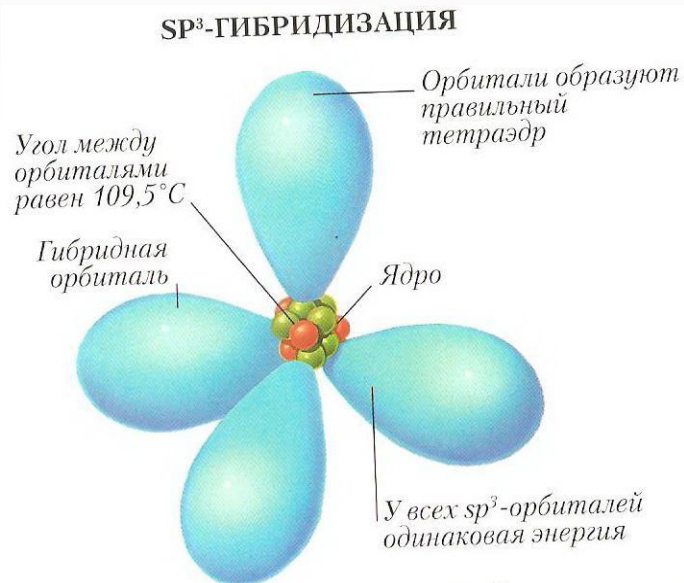
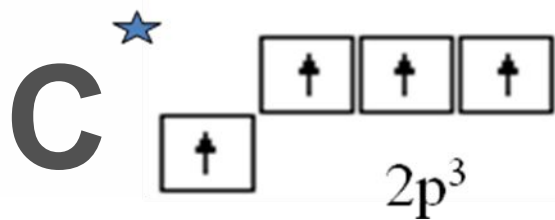


бутан



пентан

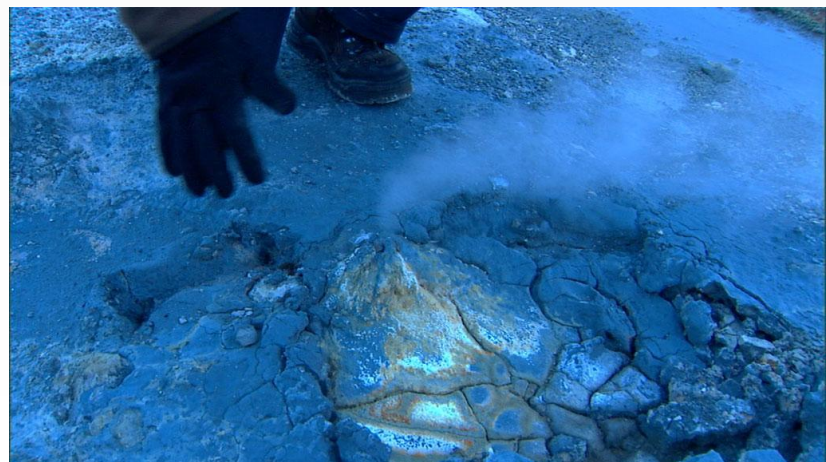
# Будова молекули



# Фізичні властивості метану:

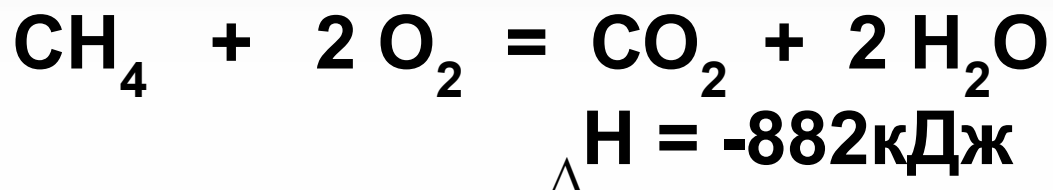
Метан ( $\text{CH}_4$ ) -

- газ;
- без кольору;
- без запаху;
- майже не розчиняється у воді;
- $t_{\text{кипіння}} = -161,6\text{ }^\circ\text{C}$ ;
- $t_{\text{плавлення}} = -182,5\text{ }^\circ\text{C}$ .



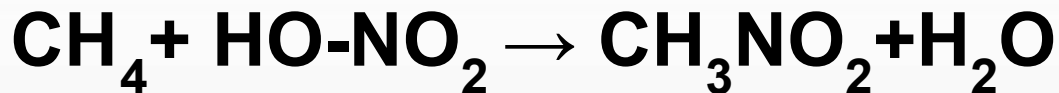
# Хімічні властивості

горіння



Метан  
 $\text{CH}_4$

заміщення



Ненасичені вуглеводні – органічні сполуки, що мають кратні зв'язки між атомами Карбону (подвійні –  $C = C$  – або потрійні –  $C \equiv C$  – )

### Етиленові вуглеводні

- органічні сполуки, що мають один подвійний зв'язок між атомами Карбону.

Загальна формула



$C_2 H_4$  - етен (етилен)

$C_3 H_6$  - пропен

$C_4 H_8$  - бутен

### Ацетиленові вуглеводні -

органічні сполуки, що мають один потрійний зв'язок між атомами Карбону.

Загальна формула -



$C_2 H_2$  - етин (ацетилен)

$C_3 H_4$  - пропін

$C_4 H_6$  - бутин



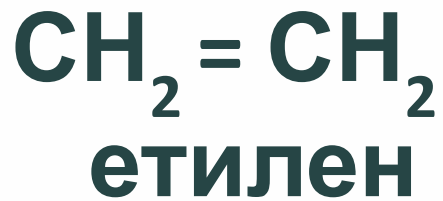
# Ненасичені вуглеводні

## Алкени

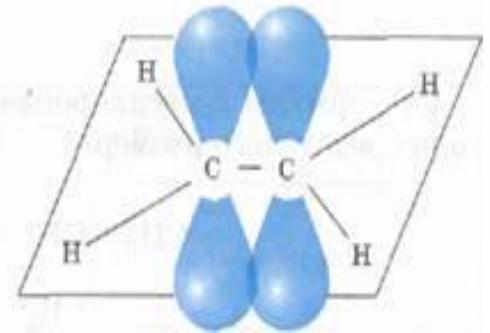
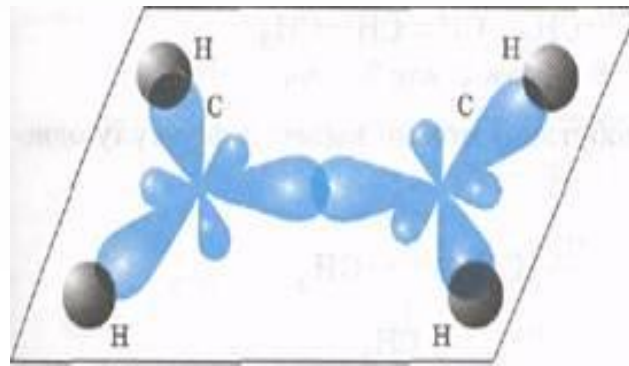
## Алкіни

- a)  $C_n H_{2n}$  загальна формула  $C_n H_{2n-2}$
- b)  $\text{>C}=\text{C}<$  кратні зв'язки  $\text{—}\boxed{C}\equiv\boxed{C}\text{—}$
- c)  $sp^2$  тип гібридизації  $sp$
- $1s + 2p = 3sp^2$   $1s + 1p = 2sp$
- d)  $< 120^\circ$  кут між напрямками зв'язку  $< 180^\circ$

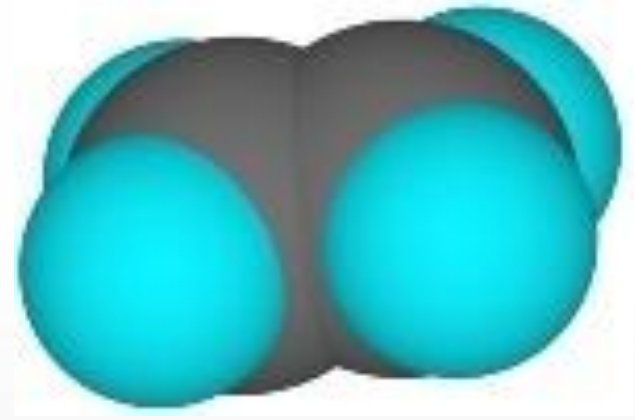
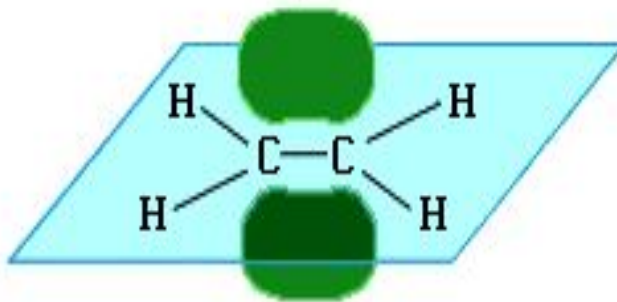
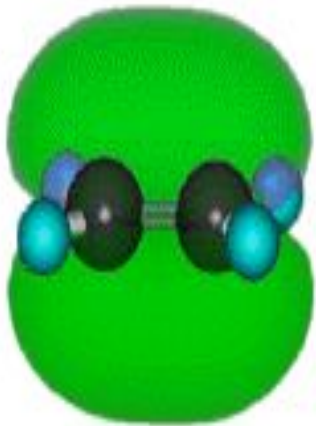
# Будова етилену



$\sigma$  - зв'язки



$\pi$  - зв'язок

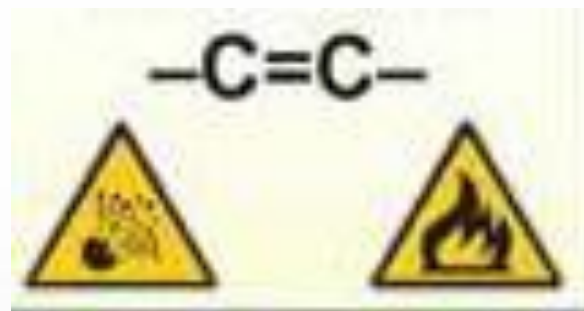


Масштабна модель молекули

# Фізичні властивості етилену

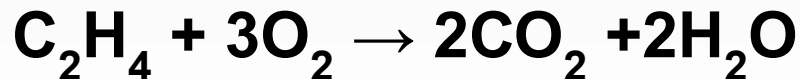


- безбарвний газ;
- добре розчинний в органічних розчинниках;
- $t_{\text{плавл}} = -169,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- вибухонебезпечний



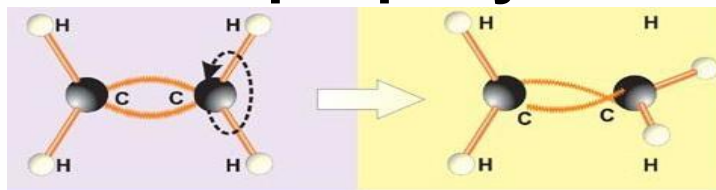
# Хімічні властивості етилену

1. Горіння (з виділенням великої кількості теплоти):



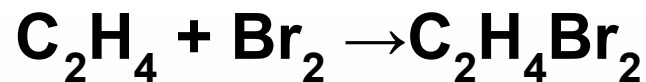
2. Реакції приєднання по місцю розриву

$\pi$  - зв'язку:  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$



а) гідрування - приєднання водню:  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$

б) галогенування - приєднання галогенів:



**Якісне визначення ненасичених вуглеводнів - знебарвлення розчину калій перманганату і бромної води**



# Хімічні властивості етилену

Алкен	Реагент	Продукт	Вид реакції
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\   \quad   \end{array}$	$+ \text{H}_2$	$\xrightarrow{\text{Ni}} \begin{array}{c}   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	Гидрирование (восстановление)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\   \quad   \end{array}$	$+ \text{Br}_2$	$\longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{Br} \quad \text{Br} \end{array}$	Галогенирование (бромирование)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\   \quad   \end{array}$	$+ \text{HCl}$	$\longrightarrow \begin{array}{c}   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{Cl} \end{array}$	Гидрогалогенирование (гидрохлорирование)
$\begin{array}{c} -\text{C}=\text{C}- \\   \quad   \end{array}$	$+ \text{H}_2\text{O}$	$\xrightarrow{\text{H}^+} \begin{array}{c}   \quad   \\ -\text{C}-\text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{OH} \end{array}$	Гидратация
$n \begin{array}{c} (-\text{C}=\text{C}-) \\   \quad   \end{array}$	$\xrightarrow{\text{катализатор}}$	$\begin{array}{c}   \quad   \\ (-\text{C}-\text{C}-)_n \\   \quad   \end{array}$	Полимеризация

# Полімеризація етилену

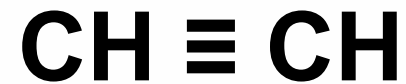
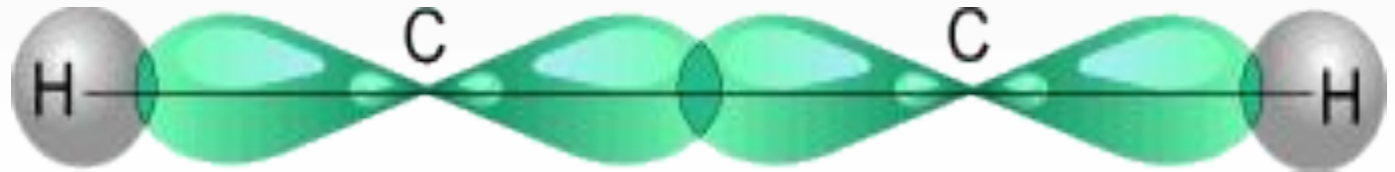
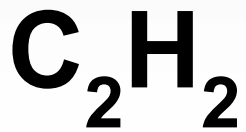


Мономер

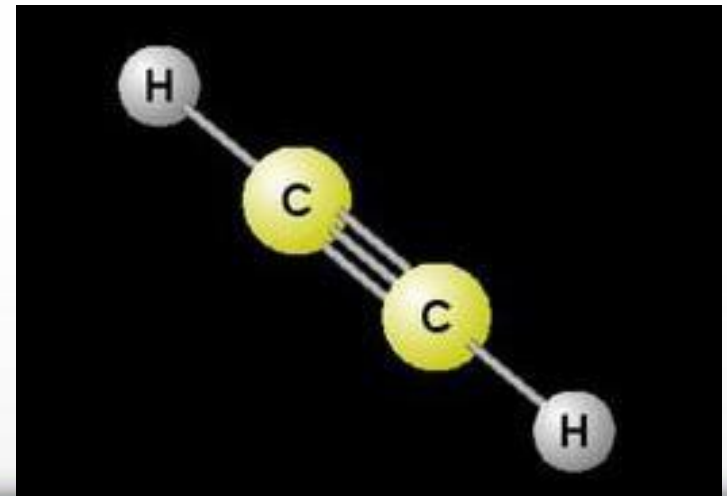
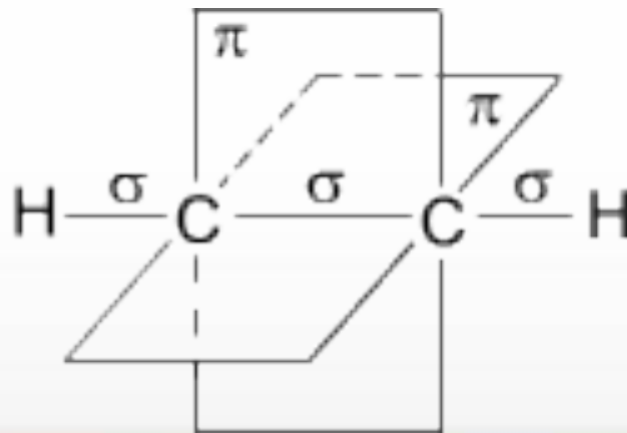
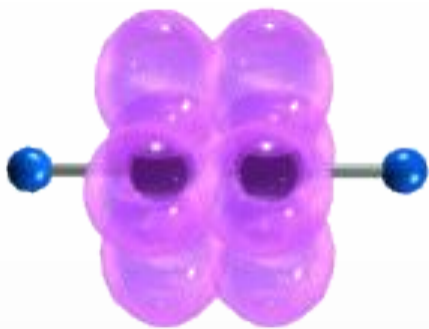
Структурна ланка

Ступінь  
полімеризації

# Будова ацетилену



Просторова будова  
молекули



# Фізичні властивості

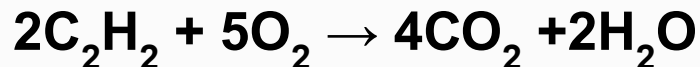


- безбарвний газ;
- майже без запаху;
- малорозчинний у воді, але під тиском добре розчиняється у ацетоні;
- $t_{\text{кип}} = -84 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- легший за повітря;
- вибухонебезпечний



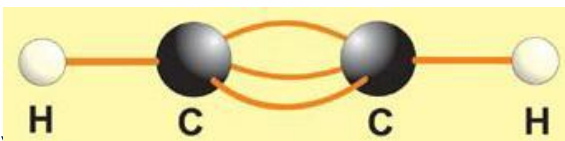
# Хімічні властивості ацетилену

1. Горіння (яскравим кіптявим полум'ям):



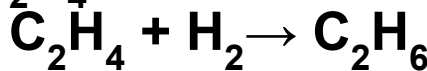
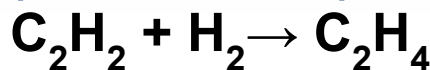
2. Реакції приєднання по місцю розриву

$\pi$  - зв'язків відбуваються у дві стадії

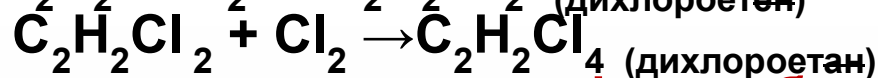
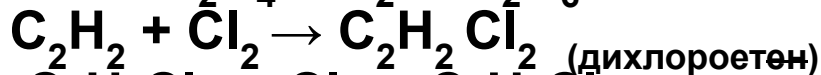


а) гідрування (каталітичне):

*kat*



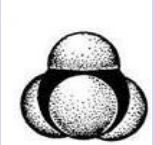


б) галогенування:



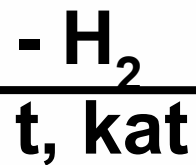
**Якісне визначення ненасичених вуглеводнів - знебарвлення бромної води та розчину калій перманганату.**



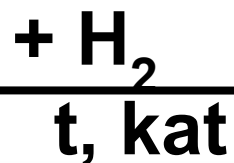
# Порівняльна таблиця

№ п/п	Назва	Клас вуглеводню	Загальна формула	Будова	Хімічні властивості	Якісне визначення
1. $\text{CH}_4$	метан	Насичені, алкани	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	тетраedr  одинарні зв'язки	Реакції заміщення: $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$  Горіння: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	<u>Стійкі</u> до дії розчинів бромної води та калій перманганату
2. $\text{C}_2\text{H}_4$	етен	Етиленові, алкени	$\text{C}_n\text{H}_{2n}$	 $\text{C}=\text{C}$ подвійний зв'язок	Реакції приєднання, полімеризації: $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$ $n\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow (-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$	<u>Знебарвлення</u> розчину бромної води і калій перманганату
3. $\text{C}_2\text{H}_2$	етин	Ацетиленові, алкіни	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$	 $\text{C} \equiv \text{C}$ потрійний зв'язок	Реакції приєднання (дві стадії): $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$	<u>Знебарвлення</u> розчину бромної води і калій перманганату

**АЛКАНИ**



**АЛКЕНИ**



**АЛКЕНИ**

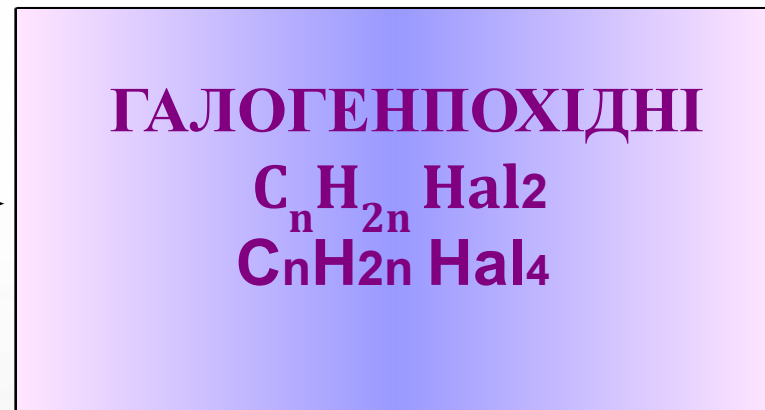
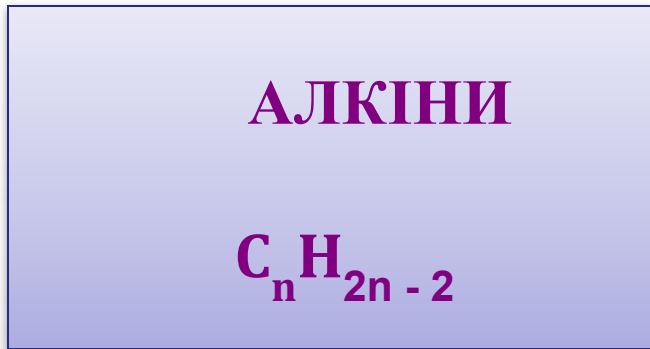
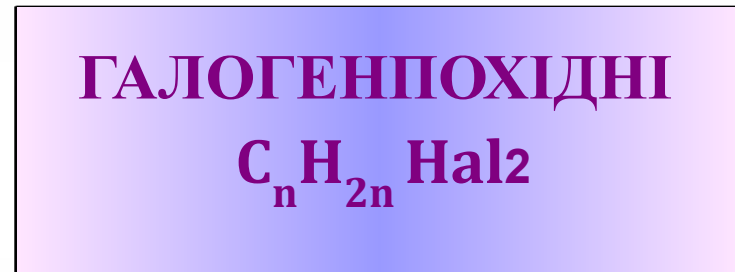
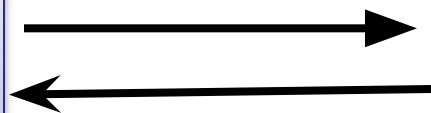
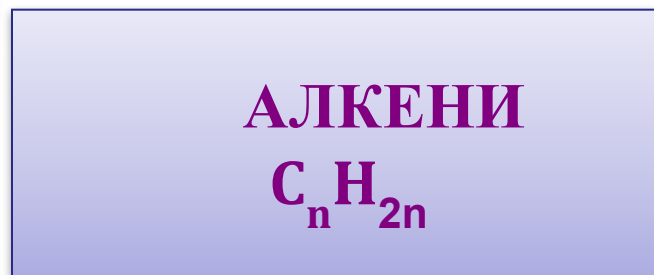
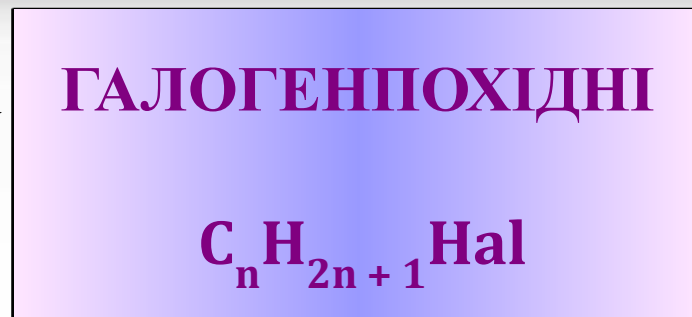
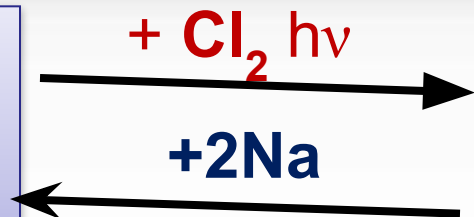
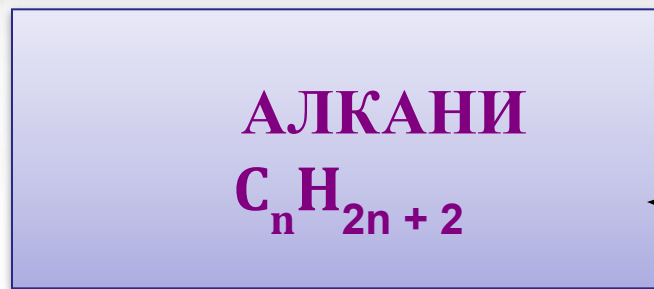
**$C_nH_{2n}$**

**$- H_2$   
 $t, kat$**

**АЛКІНИ**

**$C_nH_{2n-2}$**

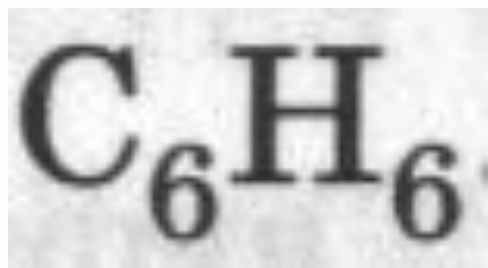
**$+ H_2$   
 $t, kat$**



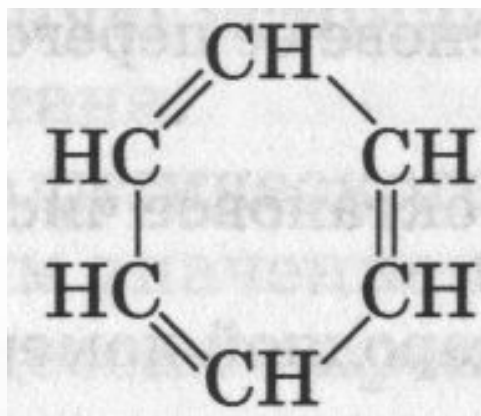
# Ароматичні вуглеводні

Арени – ненасичені вуглеводні із загальною формулою  $C_nH_{2n-6}$ , молекули яких, містять бензольне кільце.

формула Кекуле



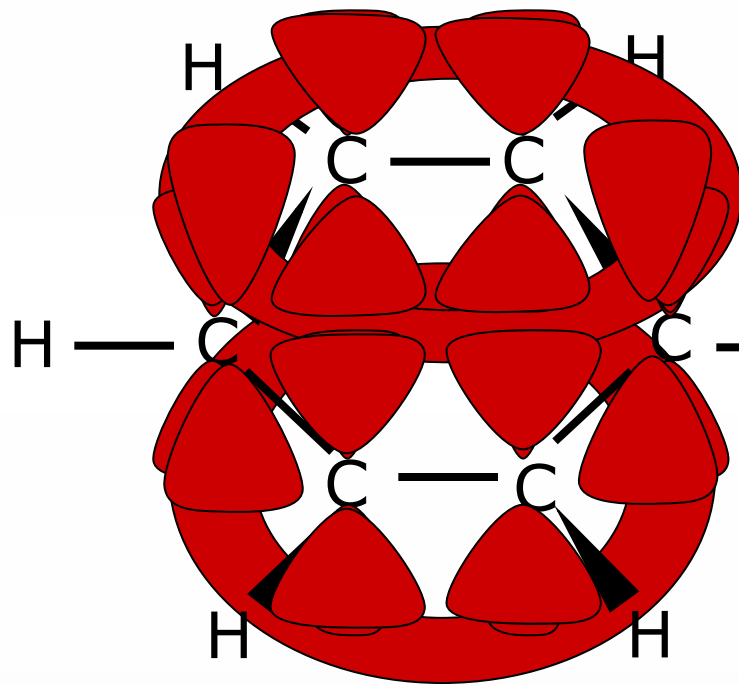
Молекулярна  
формула бензену



Структурна формула бензену



# Електронна будова бензену



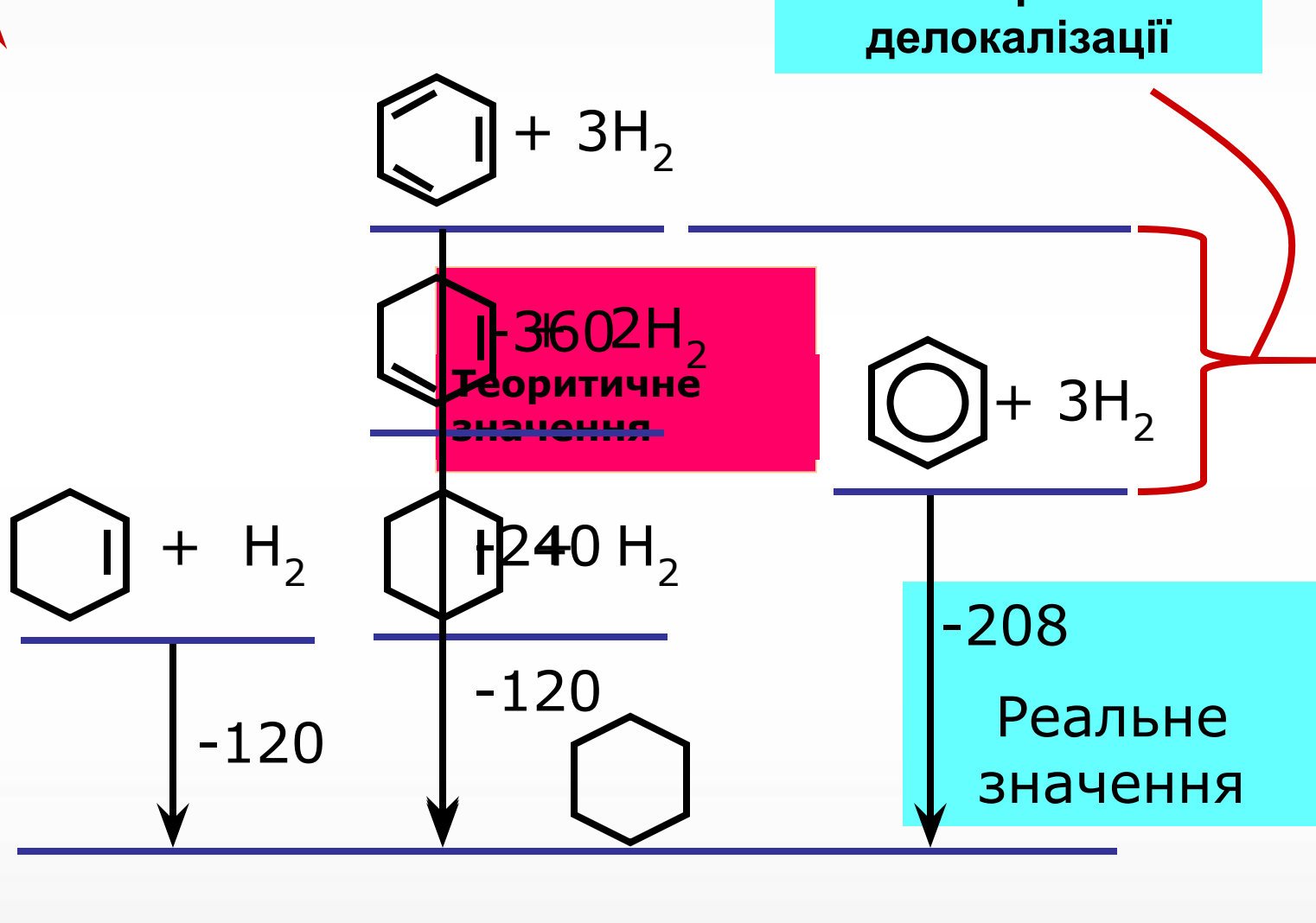
6 електронів в  
делокалізованих π зв'язках

Реальне будова  
делокалізованого  
електронної хмари

# Енергетична діаграма

$-152 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$   
енергія  
делокалізації

Ентальпія  
( $\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ )

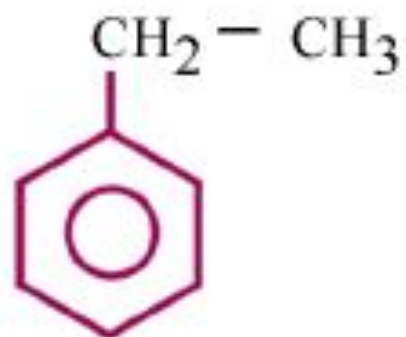




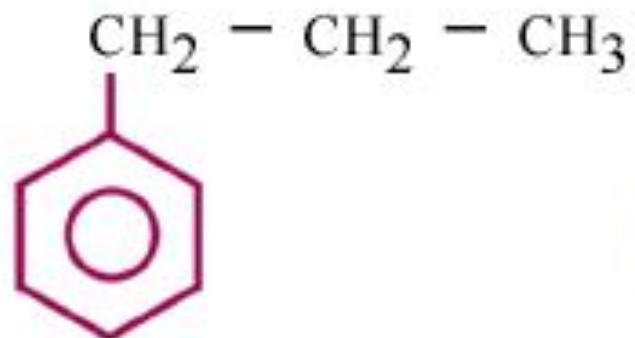
# Гомологи бензену.



МЕТИЛБЕНЗОЛ  
(ТОЛУОЛ)



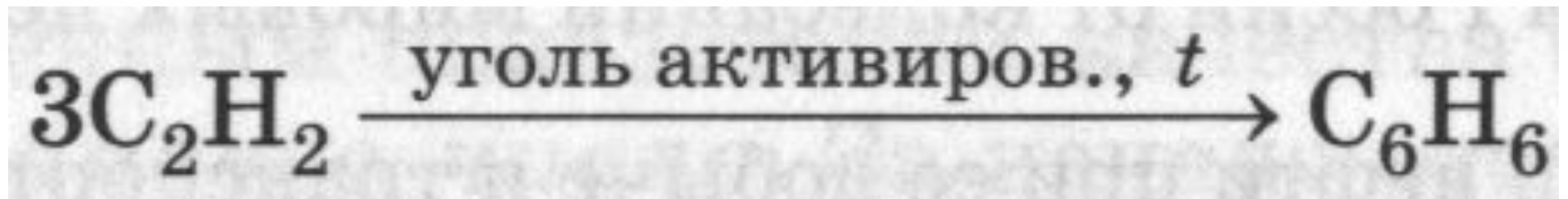
ЭТИЛБЕНЗОЛ



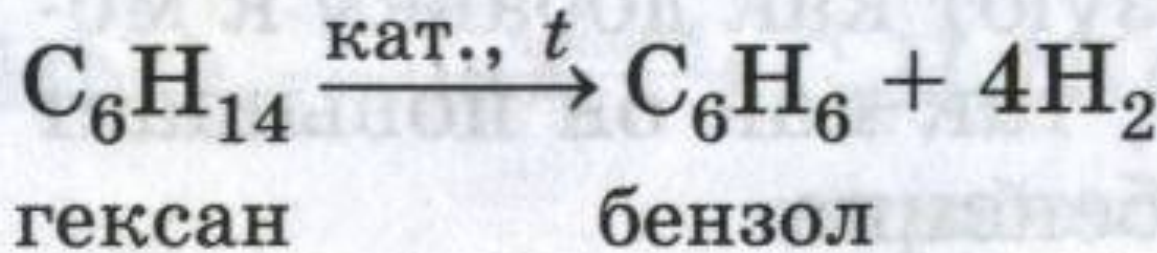
ПРОПИЛБЕНЗОЛ

# Отримання бензену.

Бензен є першим представником аренів. Його можна отримати трімерізацією ацетилену.



Бензол отримують при переробці кам'яного вугілля, а також при риформінгу бензинів з низьким октановим числом.



# Фізическіе свойства бензола.

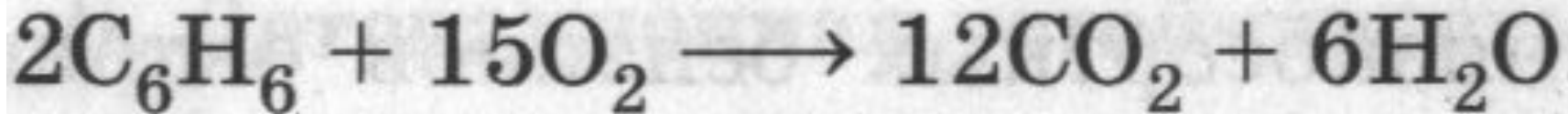
**Бензен:**

- безбарвна рідина,
- з різким характерним запахом,
- легше води,
- розчиняється у воді,
- розчинний в органічних розчинниках.

**Бензен токсичний, тому робота з ним  
в умовах школи неприпустима.**

# Химические свойства бензола.

1. Бензол горит. Полум'я бензолу кіптяве з-за високого вмісту карбону в молекулі.

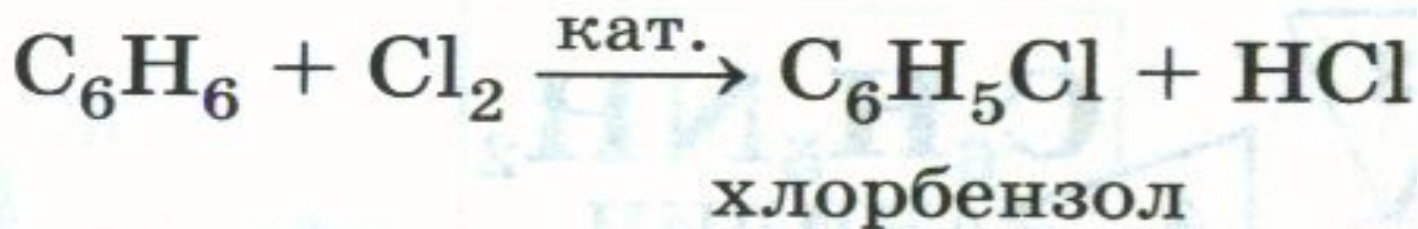
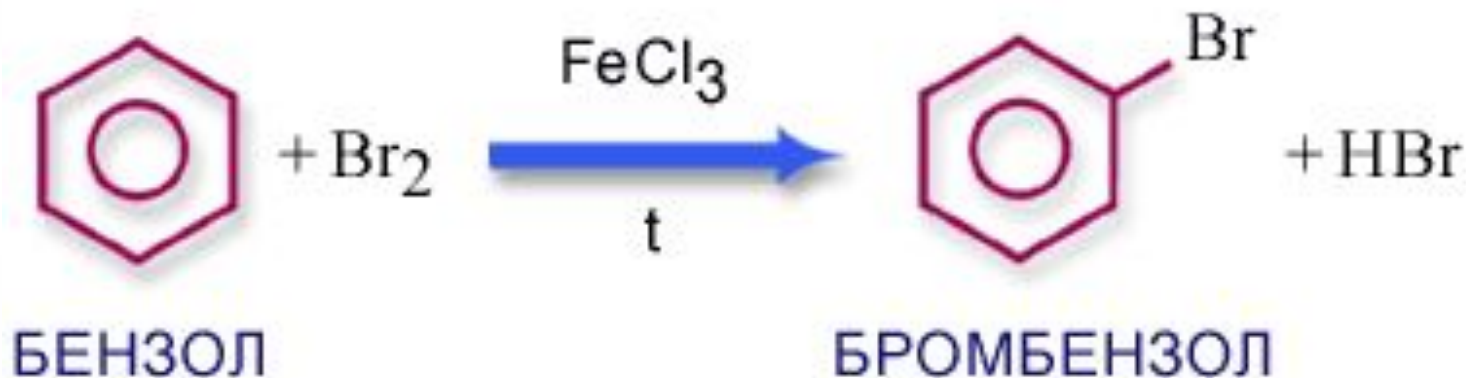


Через особливого будови молекули, бензен займає проміжне положення між *алканами* і *алкенами*, тобто може вступати в реакції приєднання і в реакції заміщення.

# Хімічні властивості бензолу

2. Реакції заміщення в бензолі протікають легше, ніж в алканах.

а) реакція галогенування

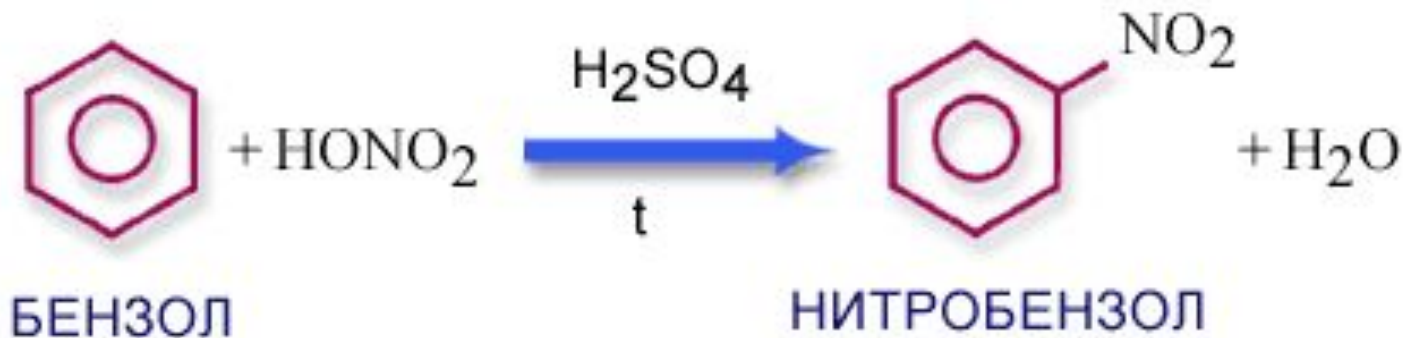


Хлорбензен – вихідна речовина для отримання фенолу.

# Хімічні властивості бензолу.

## 2. Реакції заміщення

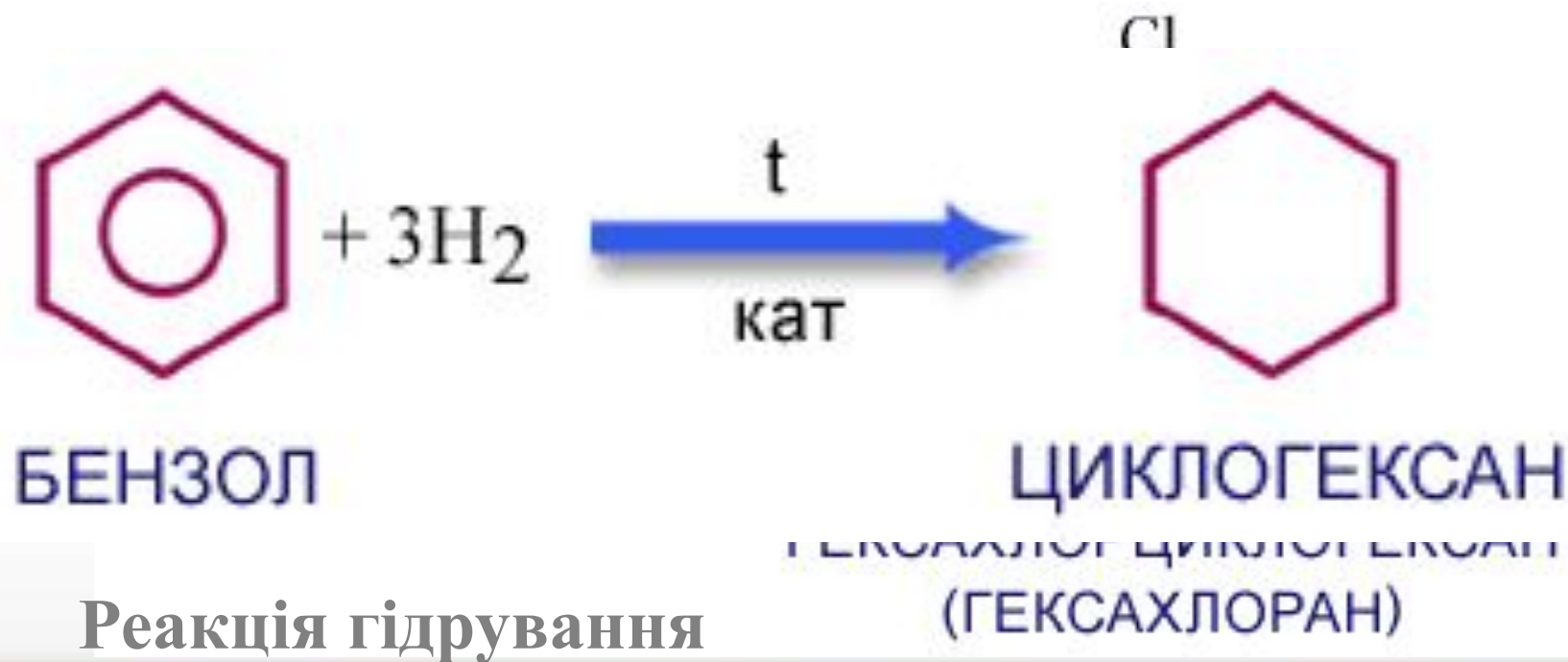
б) реакція нітрування – взаємодія з нітратною КИСЛОТОЮ.



Нітробензен – вихідна речовина для отримання аніліну.

# Хімічні властивості бензолу

3. *Реакції приєднання* в бензені протікають складніше, ніж в алкенах.



# Хімічні властивості бензолу

- Незважаючи на високу ненасиченість молекули бензолу (за складом), він не дає характерних, якісних реакцій для ненасичених вуглеводнів: не знебарвлює бромну воду і розчин перманганату калію.
- Це пов'язано з особливою будовою молекули бензолу.





# Застосування бензену



**1-добавка до бензину;  
виробництво  
2-розчинників;  
3-ацетону;  
4-аніліну;  
5-фенолу;  
6-пестицидів;  
7-ліків;**

**8-фенолформальдегідних пластмас.**

# ЗАВДАННЯ (І РІВЕНЬ)

1. Розподіліть по класам і назвіть речовини:

а)  $C_2H_2$ ; б)  $C_3H_8$ ; в)  $C_6H_{12}$ ; г)  $CH_4$ ; д)  $C_4H_6$

2. Встановіть відповідність між структурною формулою і назвою сполуки:

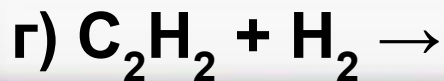
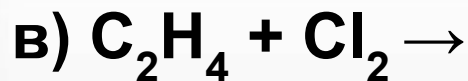
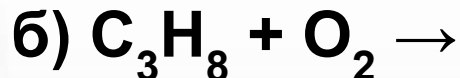
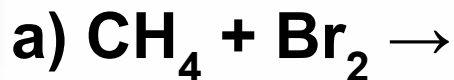
1)  $CH_3 - CH = CH_2 - CH_2 - CH_3$ ; а) пентан;

2)  $CH_2 = CH_2 - CH_2 - CH_3$ ; б) бутин;

3)  $CH \equiv C - CH_2 - CH_3$ ; в) бутан;

г) пентен

3. Допишіть рівняння реакцій:



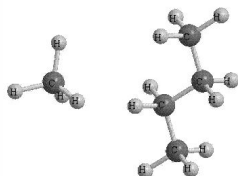
# ЗАВДАННЯ (II РІВЕНЬ)

1. Визначіть речовини, встановіть клас сполук, складіть їх структурні формули:

а)



б)



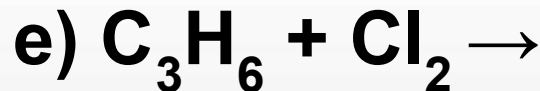
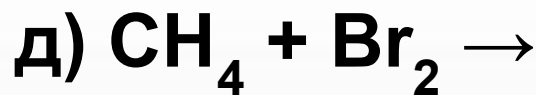
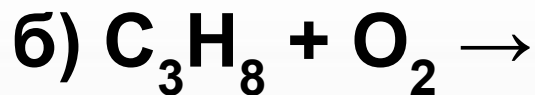
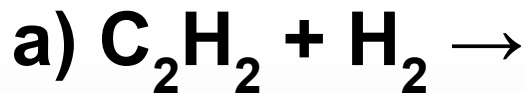
в)



2. Складіть структурні формули речовин:

а) 1-пропін;      б) 2-бутен.

3. Допишіть рівняння реакцій, встановіть тип реакцій, назвіть речовини:



# ЗАВДАННЯ (III РІВЕНЬ)

1. Розподіліть по класам і назвіть речовини:

а)  б)  $C_3H_8$ ; в)  г)  $C_3H_4$ ; д)  $C_4H_6$ ; е) 

2. Встановіть відповідність між класом вуглеводню і типом хімічної реакції:

1) заміщення з бромом;

а) пропін;

2) приєднання хлору;

б) бутан;

3) полімеризація;

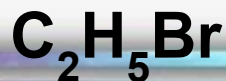
в) бензен;

г) етен

3. Здійсніть перетворення, вкажіть тип реакцій, назвіть речовини:




↓



# ЗАВДАННЯ (IV РІВЕНЬ)

1. Розподіліть по класам і назвіть речовини:

а)  $C_3H_8$ ; б)  $C_3H_4$ ; в)  г)  д)  $C_4H_6$ ; е) 

2. Встановіть відповідність між класом вуглеводню і типом хімічної реакції:

1) полімеризація;

2) заміщення з хлором;

3) приєднання бромів;

а) ацетилен;

б) пропан;

в) етилен;

г) бензен

3. Встановіть послідовність типів реакцій для здійснення перетворення *Алкан* → *галогенпохідне алкану* → *алкен* → *алкін* → *вуглекислий газ*:

а) гідрогалогенування;

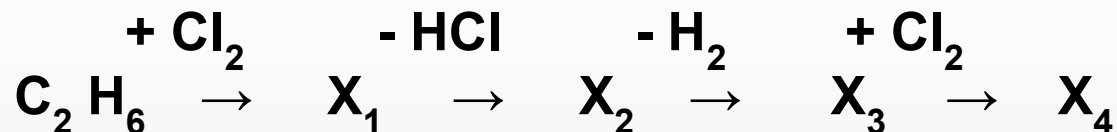
б) дегідрування;

в) горіння;

г) дегідрогалогенування;

д) галогенування.

4. Здійсніть перетворення, назвіть речовини:



Д\3