

**Завдання**  
**III-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2015-2016 навчальний рік**  
**Теоретичний тур**

**Завдання 1. Тести (10 балів)**

Завдання з однією правильною відповіддю. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 2.

1. Виберіть елемент, електронна формула атома якого подібна до електронної будови йону кальцію:

А Ar  
 Б Ne  
 В Ti  
 Г К

А	+
Б	
В	
Г	

2. Укажіть продукт, який утворюється під час стоплення піску з содою:

А силіцид  
 Б силан  
 В карборунд  
 Г силікат

А	
Б	
В	
Г	+

3. Із якою речовиною реагує амоніак:

А Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Б NaOH  
 В Н<sub>2</sub>  
 Г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

А	
Б	
В	
Г	+

4. Укажіть формули сполук, які утворюються при розкладанні нітратної кислоти під дією сонячного світла:

А NH<sub>3</sub> та O<sub>2</sub>  
 Б NO та NO<sub>2</sub>  
 В NO<sub>2</sub> та O<sub>2</sub>  
 Г NO<sub>2</sub> та N<sub>2</sub>O

А	
Б	
В	+
Г	

**Завдання на відповідність. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 4.**

5. Установіть відповідність між назвами речовин і продуктами їхнього термічного розкладання:

*Назва речовин*

*Назва одного з продуктів її термічного розкладання*

А метан  
 Б кальцій карбонат  
 В калій перманганат  
 Г ферум(III) гідроксид

1 кальцій  
 2 кисень  
 3 вуглець  
 4 вода  
 5 карбон(IV) оксид

А	3
Б	5
В	2
Г	4

6. Установіть відповідність між хімічними елементами, що в незначній кількості містяться у мінеральній воді «Лужанська», і будовою зовнішніх енергетичних рівнів їхніх атомів:

*Хімічний елемент*

*Будова зовнішнього енергетичного рівня*

А Сульфур  
 Б Хлор  
 В Калій  
 Г Кальцій

1 ...4s<sup>2</sup>  
 2 ...3s<sup>2</sup>3p<sup>5</sup>  
 3 ...3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>  
 4 ...4s<sup>1</sup>  
 5 ...3s<sup>2</sup>3p<sup>3</sup>

А	3
Б	2
В	4
Г	1

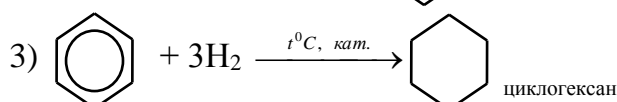
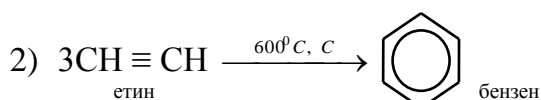
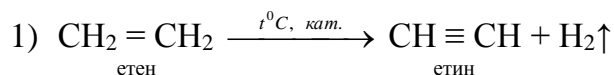
**Завдання на встановлення послідовності. Кожна правильна відповідь оцінюється в 0,5 балів. Максимальна кількість балів – 4.**

7. Установіть послідовність хімічних формул речовин у ланцюжку перетворень алкену на циклоалкан та запишіть відповідні рівняння реакцій:

- А  $C_2H_4$   
 Б  $C_6H_6$   
 В  $C_6H_{12}$   
 Г  $C_2H_2$

1	2	3	4
А	Г	Б	В

**Розв'язок:**



### Задача 2. (9 балів)

Технічний ферум(II) сульфід масою 16 г, який містить 7% металічного заліза, взаємодіє із хлоридною кислотою з виділенням газоподібних продуктів.

А Обчисліть об'єм газоподібних продуктів, що утворилися в результаті описаних реакцій.

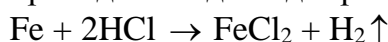
Б Обрахуйте склад газової суміші в об'ємних частках.

*Розв'язок*

А 1. Знаходимо масу та кількість заліза, що міститься в суміші:

$$m(Fe) = 0,07 \cdot 16g = 1,12g \Rightarrow n(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{1,12g}{56g/\text{моль}} = 0,02\text{моль}$$

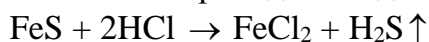
2. Записуємо рівняння реакції, що ілюструє взаємодію заліза з хлоридною кислотою і проводимо відповідні розрахунки:



$$n(Fe) = n(H_2) = 0,02\text{моль}$$

$$V(H_2) = n \cdot V_m = 0,02\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 0,448\text{л}$$

3. Записуємо рівняння реакції, що ілюструє взаємодію ферум(II) сульфідом з хлоридною кислотою і проводимо відповідні розрахунки:



$$m(FeS) = 16g - 1,12g = 14,88g \Rightarrow n(FeS) = \frac{m(FeS)}{M(FeS)} = \frac{14,88g}{88g/\text{моль}} = 0,169\text{моль}$$

$$n(FeS) = n(H_2S) = 0,169\text{моль}$$

$$V(H_2S) = n \cdot V_m = 0,169\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 3,79\text{л}$$

Б Обрахуємо склад газової суміші в об'ємних частках:

$$V(\text{суміші газів}) = V(H_2S) + V(H_2) = 3,79\text{л} + 0,448\text{л} = 4,238\text{л}$$

$$\varphi(H_2S) = \frac{3,79\text{л}}{4,238\text{л}} = 0,8943 \cdot 100\% = 89,43\%; \varphi(H_2) = \frac{0,448\text{л}}{4,238\text{л}} = 0,1057 \cdot 100\% = 10,57\%$$

### Задача 3. (10 балів)

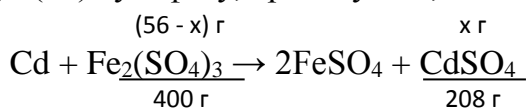
Кадмієву пластинку масою 60 г занурили в розчин ферум(III) сульфату масою 400 г з масовою часткою солі 14%. Через певний час пластинку вийняли з розчину і з'ясували, що масова частка ферум(III) сульфату зрівнялася з масовою часткою солі Кадмію в розчині. Визначте масу пластинки, після того як її вийняли з розчину.

*Електрохімічний ряд напруг металів*

Li-Rb-K-Ba-Sr-Ca-Na-Mg-Al-Mn-Zn-Cr-Fe-Cd-Co-Ni-Sn-Pb-**H**-Sb-Bi-Cu-Hg-Ag-Pd-Pt-Au

*Розв'язок*

1. Записуємо рівняння реакції, що відображає взаємодію кадмієвої пластинки з розчином ферум(III) сульфату, враховуючи, що в наслідок реакції утвориться два сульфати:



2. Знайдемо масу ферум(III) сульфату в розчині до реакції:

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = W(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) \cdot m(\text{розчину}) = 0,14 \cdot 400 \text{ г} = 56 \text{ г}$$

3. Знайдемо масу кадмій сульфату.

Після того як з розчину вийняли пластинку, маси сульфатів феруму(III) і кадмію в розчині зрівнялися:  $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = m(\text{CdSO}_4)$ , бо їх масові частки стали рівними за умовою задачі.

Позначимо  $m(\text{CdSO}_4) = x \text{ г}$ , тоді  $m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = (56 - x) \text{ г}$ . За рівнянням реакції:

$$\frac{(56-x) \text{ г}}{400 \text{ г}} = \frac{x \text{ г}}{208 \text{ г}}, \text{ звідси } x = 60,7 \text{ г}$$

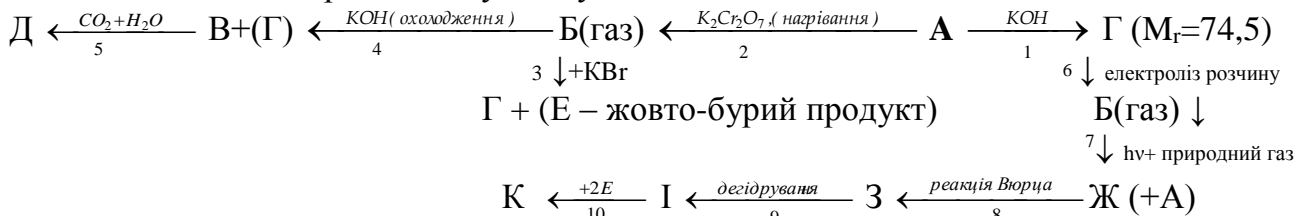
$$n(\text{CdSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{60,7 \text{ г}}{208 \text{ г/моль}} = 0,29 \text{ моль}; n(\text{Cd}) = n(\text{CdSO}_4)$$

Обчислимо масу кадмію, що розчинився:  $m(\text{Cd}) = n(\text{Cd}) \cdot M(\text{Cd}) = 0,29 \cdot 112 = 32,48 \text{ г}$

Оскільки залізо на пластинку не відклалося, то маса пластинки після реакції становитиме:  $m(\text{пластинки}) = 60 \text{ г} - 32,48 \text{ г} = 27,52 \text{ г}$

**Завдання 4. (13 балів)**

Розгляньте запропоновану схему:



**А** Напишіть рівняння, що відповідають вказаним перетворенням.

**Б** Визначте та назвіть речовини А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, І, К.

**В** Для другого рівняння реакції складіть електронний баланс, визначивши процеси окиснення та відновлення.

**Г** Для реакції обміну складіть повне та скорочене йонне рівняння.

*Розв'язок*

1.  $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

**А** – HCl (хлоридна кислота)



$M_{\text{Г}} = 74,5$ , отже  $74,5 - 39(\text{K}) = 35,5 \Rightarrow$  сполука **Г** – KCl калій хлорид

2.  $14\text{HCl} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 2\text{KCl} + 3\text{Cl}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$     **Б** – Cl<sub>2</sub> (хлор)



3.  $\text{Cl}_2 + 2\text{KBr} \rightarrow 2\text{KCl} + \text{Br}_2$

**Е** – Br<sub>2</sub> (бром)

жовто-бурий продукт з KBr – це бром, який витісняється із солей хлором

4.  $\text{Cl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{KClO} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$

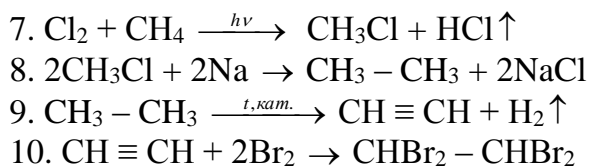
**В** – KClO калій хлорат(I)

5.  $\text{KClO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{KHCO}_3$

**Д** – HClO (хлоратна(I) кислота, чи гіпохлоритна кислота)

6.  $2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{електроліз}} 2\text{KOH} + \text{H}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow$

**Б** – Cl<sub>2</sub> (хлор)



**Ж** –  $\text{CH}_3\text{Cl}$  (хлорметан)  
**З** –  $\text{C}_2\text{H}_6$  (етан)  
**І** –  $\text{C}_2\text{H}_2$  (ацетилен або етін)  
**К** –  $\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_4$  (тетраброметан)

### Задача 5. (13 балів)

Чотири ненасичені вуглеводні мають однаковий відсотковий склад: 85,7% С і 14,3% Н.

- А** Установіть формули цих сполук, якщо густини їхніх парів за повітрям становлять 0,97, 1,45, 1,93 і 2,42 відповідно.  
**Б** Напишіть рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна одержати ці вуглеводні в лабораторних умовах (обов'язково укажіть умови проходження реакцій).  
**В** Наведіть структурні формули цих сполук та їх ізомерів. Укажіть їх назви.

*Розв'язок*

**А** З відсоткового складу даних вуглеводнів виводимо їхню формулу  $\text{C}_x\text{H}_y$ :

$$x : y = 85,7/12 : 14,3/1 = 1 : 2.$$

Звідси найпростіша формула речовини  $\text{CH}_2$  (не існує), а молекулярні формули  $(\text{CH}_2)_n$ . Молекулярна маса фрагмента  $\text{CH}_2$  дорівнює 14.

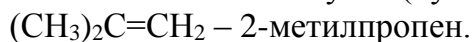
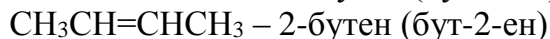
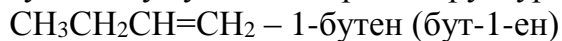
Визначаємо молекулярні маси вуглеводнів за відносною густиною їхніх парів:

$$M = 29 \cdot D = 29 \cdot 0,98 = 28$$

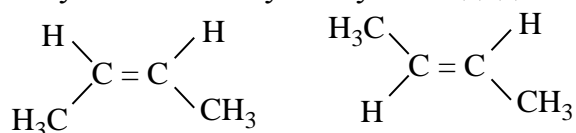
отже  $n$  в молекулярній формулі дорівнює 2 і вуглеводень ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) – етен (етилен,  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ ), який не має ізомерів.

Аналогічно можна встановити і формули трьох інших вуглеводнів:  $\text{C}_3\text{H}_6$  – пропен або пропілен (не має ізомерів),  $\text{C}_4\text{H}_8$  – бутен або бутилен і  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  – пентен.

**В** Бутен існує у вигляді трьох структурних ізомерів:

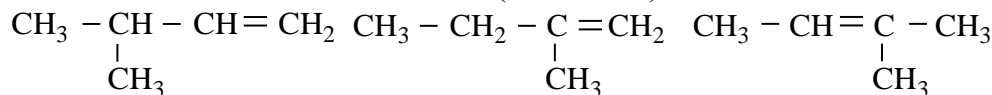
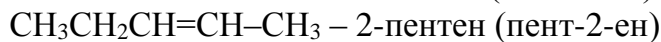
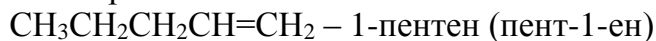


2-Бутен може існувати у вигляді двох структурних (цис- або Z- і транс- або E-) ізомерів:



цис-2-бутен (цис-бут-2-ен)      транс-2-бутен (транс-бут-2-ен)

Серед алкенів  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  існують п'ять структурних ізомери, а для пент-2-ена і два геометричних:



3-метилбут-1-ен

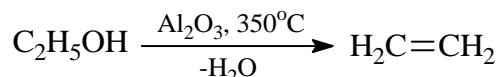
2-метилбут-1-ен

2-метилбут-2-ен

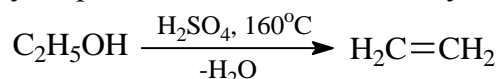
Для сполук пент-2-ен і 2-метилбут-2-ен існують просторові ізомери: цис- і транс-.

**Б** У лабораторних умовах ці вуглеводні можна отримати (можна й іншими шляхами):

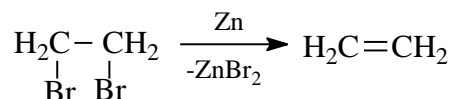
- 1) Пропусканням парів відповідного спирту над нагрітим алюміній оксидом:



- 2) Нагріванням спиртів з концентрованою сульфатною кислотою через стадію утворення алкіл- або діалкілсульфатів:



- 3) Відщеплювання двох атомів галогену з 1,2-дигалогеналканів під дією цинку або магнію:

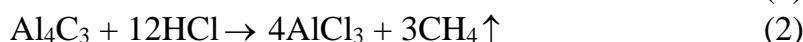
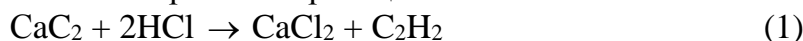


### Задача 6. (15 балів)

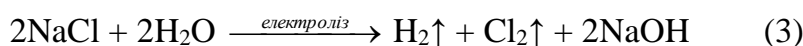
Із карбідів кальцію та алюмінію отримали бензен, на хлорування якого в присутності ферум(III) хлориду достатньо хлору, який був отриманий при електролізі 200 г 11,7% розчину натрій хлориду. Знайдіть масу кожного карбіду, якщо при розчиненні такої ж кількості суміші карбідів у хлоридній кислоті виділилось 20,16 л газів.

*Розв'язок*

1. Запишемо рівняння реакцій:



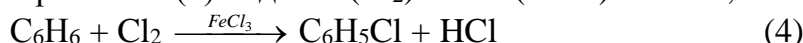
$$n(\text{газів}) = \frac{20,16 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,9 \text{ моль}$$



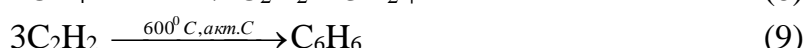
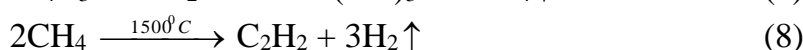
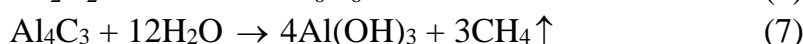
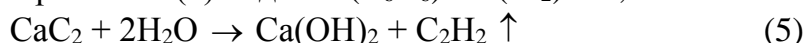
$$m(\text{NaCl}) = 200 \text{ г} \cdot 0,117 = 23,4 \text{ г}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{23,4 \text{ г}}{58,5 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

2. З рівняння (3) видно:  $n(\text{Cl}_2) = 1/2 n(\text{NaCl}) = 1/2 \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,2 \text{ моль}$



З рівняння (4) видно:  $n(\text{C}_6\text{H}_6) = n(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$



3. Нехай в суміші було  $x$  моль  $\text{CaC}_2$  та  $y$  моль  $\text{Al}_4\text{C}_3$ , тоді:

з рівняння (1):  $n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CaC}_2) = x \text{ моль}$

з рівняння (2):  $n(\text{CH}_4) = 3n(\text{Al}_4\text{C}_3) = 3y \text{ моль}$

Запишемо перше рівняння системи:  $x + 3y = 0,9$

з рівняння (5):  $n(\text{C}_2\text{H}_2) = n(\text{CaC}_2) = x \text{ моль}$

з рівняння (6):  $n(\text{C}_6\text{H}_6) = 1/3 n(\text{C}_2\text{H}_2) = x/3 \text{ моль}$

з рівняння (7):  $n(\text{CH}_4) = 3n(\text{Al}_4\text{C}_3) = 3y \text{ моль}$

з рівняння (8):  $n(\text{C}_2\text{H}_2) = 1/2 n(\text{CH}_4) = 3/2 y \text{ моль}$

з рівняння (9):  $n(\text{C}_6\text{H}_6) = 1/3 n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2} y = 0,5 y \text{ моль}$

Запишемо друге рівняння системи:  $\frac{x}{3} + 0,5y = 0,2$

4. Складаємо систему і розв'язуємо її:

$$\begin{cases} x + 3y = 0,9 \\ \frac{x}{3} + 0,5y = 0,2 \\ 10x + 30y = 9 \\ x + 1,5y = 0,6 \\ 10x + 30y = 9 \\ 10x + 15y = 6 \end{cases}$$

$$15y = 3$$

$$y = \frac{3}{15} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow x = 0,6 - 1,5 \cdot 0,2 = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ моль}$$

5. Знаходимо масу кожного карбіду:

$$m(\text{CaC}_2) = n(\text{CaC}_2) \cdot M(\text{CaC}_2) = 64 \text{ г / моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 19,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = n(\text{Al}_4\text{C}_3) \cdot M(\text{Al}_4\text{C}_3) = 144 \text{ г / моль} \cdot 0,2 \text{ моль} = 28,8 \text{ г}$$