

**Завдання**  
**III-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**  
**2016-2017 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. Укажіть речовину, яка проводить електричний струм:

- А розплав натрій гідроксиду  
 Б безводна сульфатна кислота  
 В водний розчин етанолу  
 Г водний розчин глюкози

|   |   |
|---|---|
| А | + |
| Б |   |
| В |   |
| Г |   |

2. Укажіть оксид, який реагує з натрій гідроксидом і не реагує з хлоридною кислотою:

- А силіцій(IV) оксид  
 Б нітроген(I) оксид  
 В магній оксид  
 Г цинк оксид

|   |   |
|---|---|
| А | + |
| Б |   |
| В |   |
| Г |   |

3. У розчин солі X занурили залізну пластинку. Згодом пластинку вийняли, висушили й зважили. Маса пластинки змінилася. Укажіть формулу солі X.

- А  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$   
 Б  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   
 В  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$   
 Г  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

|   |   |
|---|---|
| А |   |
| Б |   |
| В |   |
| Г | + |

4. Взаємодія літій оксиду з водою – це реакція

- А сполучення, без зміни ступенів окиснення  
 Б заміщення, окисно-відновна  
 В заміщення, без зміни ступенів окиснення  
 Г сполучення, окисно-відновна

|   |   |
|---|---|
| А | + |
| Б |   |
| В |   |
| Г |   |

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

5. Установіть відповідність між формулою та природою речовини:

*Формула речовини*

*Природа речовини*

А  $\text{N}_2\text{O}$

1 середня сіль

Б  $\text{HClO}_4$

2 кислотний оксид

В  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

3 несолетворний оксид

Г  $\text{SiO}_2$

4 кислота

5 кисла сіль

|   |   |
|---|---|
| А | 3 |
| Б | 4 |
| В | 1 |
| Г | 2 |

6. Установіть відповідність між частинкою та її електронною формулою:

*Формула частинки*

*Електронна формула*

А йон  $\text{F}^-$

1  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

Б йон  $\text{Ca}^{2+}$

2  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

В атом Na

3  $1s^2 2s^2 2p^6$

Г атом N

4  $1s^2 2s^2 2p^5$

5  $1s^2 2s^2 2p^3$

|   |   |
|---|---|
| А | 3 |
| Б | 1 |
| В | 2 |
| Г | 5 |

**Завдання на встановлення послідовності. Максимальна кількість балів – 4.**

7. Розташуйте формули речовин за збільшенням ступеня окиснення Карбону:

- А CO  
 Б CH<sub>4</sub>  
 В CO<sub>2</sub>  
 Г C

|   |   |
|---|---|
| А | 3 |
| Б | 1 |
| В | 4 |
| Г | 2 |

8. Установіть послідовність хімічних формул речовин у ланцюжку перетворень гідроксиду на сіль:

- А FeCl<sub>2</sub>  
 Б Fe(OH)<sub>3</sub>  
 В Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 Г Fe

|   |   |
|---|---|
| А | 4 |
| Б | 1 |
| В | 2 |
| Г | 3 |

**Задача 2. (10 балів)**

Калій сульфат масою 20 г розчинили у 150 мл води. Потім провели електроліз розчину. Після електролізу масова частка калій сульфату склала 15%.

А Знайдіть масову частку калій сульфату в утвореному розчині.

Б Обчисліть об'єм водню і кисню, які були отримані під час електролізу при температурі 20 °С і тиску 101325 Па.

*Розв'язок*

А  $w(\text{K}_2\text{SO}_4) = m(\text{р-ни})/m(\text{р-ну}) = 20\text{г} / (150 + 20) \text{г} = 0,118$  або 11,8%

Б При електролізі розкладається тільки вода і відбувається реакція  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ .

Кількість калій сульфату в розчині не змінюється. Сіль є електролітом.

Маса води у розчині:

а) до електролізу  $m(\text{H}_2\text{O}) = 150\text{г}$ ;

б) після електролізу  $m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ну}) - m(\text{K}_2\text{SO}_4) = (20\text{г} / 0,15) - 20 = 113,3 \text{г}$ .

Маса води, що розкладається під час електролізу:

$m(\text{H}_2\text{O}) = 150\text{г} - 113,3\text{г} = 36,7 \text{г}$ , отже:  $n(\text{H}_2\text{O}) = 36,7\text{г} / 18\text{г/моль} = 2,04 \text{ моль}$ ,  
 $n(\text{H}_2) = 2,04 \text{ моль}$ ,  $n(\text{O}_2) = 1,02 \text{ моль}$ .

$$V(\text{H}_2) = \frac{\nu(\text{H}_2) RT}{P} = \frac{2,04 \cdot 8,314 \cdot 293,15}{101325} = 0,049 \text{ (м}^3\text{)} = 49 \text{ (л)},$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2) = 0,0245 \text{ (м}^3\text{)} = 24,5 \text{ (л)}$$

Відповідь:  $w(\text{K}_2\text{SO}_4) = 11,8\%$ ,  $V(\text{H}_2) = 49\text{л}$ ,  $V(\text{O}_2) = 24,5\text{л}$

**Задача 3. (11 балів)**

Дешевий метод добування речовини X із каштанів був розроблений професором хімії Манчестерського університету Х.Вейцманом у 1915 році. X – прозора, безбарвна органічна рідина з різким запахом, що легко запалюється.

Для дослідження термодинаміки й кінетики розкладу речовини X у замкнену посудину ввели 100 г X та нагріли її до 510 °С. При цій температурі речовина X розкладається за реакцією першого порядку:  $\text{X} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{CO} + \text{H}_2$ . За 12,5 хвилин поглинулося 83,6 кДж теплоти.

А Визначте молекулярну формулу речовини X.

Б Обчисліть тепловий ефект реакції розкладання речовини X (у кДж/моль).

В Визначте ступінь розкладу речовини X за 12,5 хв.

Довідка. Ентальпії утворення речовин (при температурі реакції): X (-235,6 кДж/моль), C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (40,7 кДж/моль) і CO (-110,8 кДж/моль).

*Розв'язок*

**А** За рівнянням реакції з'ясовуємо, що X містить Карбон, Гідроген та Оксиген. Речовина X – C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O.

**Б** Водень – проста речовина, тому ентальпія його утворення дорівнює нулю.

$$\Delta H_{\text{реакції}} = \Delta H_{\text{утв.}}(\text{C}_2\text{H}_4) + \Delta H_{\text{утв.}}(\text{CO}) - \Delta H_{\text{утв.}}(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})$$

$$\Delta H_{\text{реакції}} = 40,7 - 110,8 + 235,6 = 165,5 \text{ (кДж/моль)}$$

**В** За 12,5 хв розкладається:

$$\frac{83,6}{165,5} = 0,505 \text{ (моль)}, \text{ або } 0,505 \cdot 58 = 29,3 \text{ (г)}$$

Тобто ступінь розкладу становить 29,3%

#### Задача 4. (11 балів)

При взаємодії суміші газів карбон(II) оксиду і карбон(IV) оксиду, з відносною густиною за воднем 20,4, та калій гідроксиду в розчині одержано 10 г калій гідрогенкарбонату. Практичний вихід солі дорівнював 100%. Обчисліть масу калій гідроксиду і об'єм суміші газів, виміряний за н.у., які використано для одержання солі.

*Розв'язок*

1. Записуємо рівняння реакції:  $\text{KOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{KHCO}_3$ , бо з калій гідроксидом реагує лише CO<sub>2</sub>.

2. Обчислюємо масу калій гідроксиду:

$$n(\text{KHCO}_3) = m/M = 10\text{г} / 100\text{г/моль} = 0,1\text{моль}$$

$$n(\text{KHCO}_3) = n(\text{KOH}) = 0,1\text{моль}$$

$$m(\text{KOH}) = n \cdot M = 0,1\text{моль} \cdot 56\text{г/моль} = 5,6\text{г}$$

3. Обчислюємо об'єм CO<sub>2</sub>, оскільки лише він бере участь у реакції з KOH:

$$n(\text{KHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,1\text{моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 0,1\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 2,24\text{л}$$

4. Знаходимо середню молярну масу суміші газів:

$$M_{\text{сер.}} = 2 \cdot D(\text{H}_2) = 2 \cdot 20,4 = 40,8\text{г/моль}$$

5. Знаходимо об'ємну частку вуглекислого газу в суміші:

$$M_{\text{сер.}} = M(\text{CO}_2) \cdot \varphi(\text{CO}_2) + M(\text{CO}) \cdot \varphi(\text{CO})$$

$$\text{Нехай } \varphi(\text{CO}_2) = x, \text{ а } \varphi(\text{CO}) = (1-x), \text{ тоді}$$

$$40,8 = 44x + 28(1 - x)$$

$$40,8 = 44x + 28 - 28x$$

$$12,8 = 16x$$

$$x = 0,8, \text{ отже } \varphi(\text{CO}_2) = 80\%$$

6. Знаходимо об'єм суміші газів

$$\varphi(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) / V_{\text{сум.}}, \text{ отже } V_{\text{сум.}} = V(\text{CO}_2) / \varphi(\text{CO}_2)$$

$$V_{\text{сум.}} = 2,24\text{л} / 0,8 = 2,8\text{л}$$

Відповідь: для одержання солі використано 5,6 г KOH та 2,8 л суміші CO<sub>2</sub> і CO.

#### Задача 5. (12 балів)

Осад **А** синього кольору нейтралізували безкольоровою речовиною **Б** з утворенням блакитного розчину **В**. При випаровуванні розчину **В** і прожарюванні

осаду утворюються: газ бурого кольору Г, безкольоровий газ Д, який утворюється під час фотосинтезу, і тверда речовина Е чорного кольору, яка може вступати в реакцію з речовиною Б, з утворенням речовини В.

**А** Визначте речовини А, Б, В, Г і Е.

**Б** Складіть рівняння відповідних реакцій.

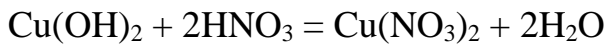
**В** Для реакції, яка відображає процес прожарювання осаду, складіть електронний баланс, укажіть окисник та суму коефіцієнтів після реакції.

*Розв'язок*

Осад А –  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Безкольорова речовина Б –  $\text{HNO}_3$

Речовина В  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  розчин має блакитний колір.

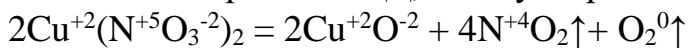


При прожарюванні кристалів цієї солі утворюється три речовини:

$\text{CuO}$  – речовина Е чорного кольору

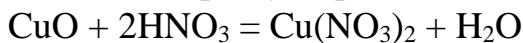
$\text{NO}_2$  – газ Г бурого кольору

$\text{O}_2$  – безкольоровий газ Д, який утворюється під час фотосинтезу.



Окисник Нітроген, сума коефіцієнтів після реакції – 7.

Речовина Е реагує з речовиною Б з утворенням речовини В, отже рівняння:

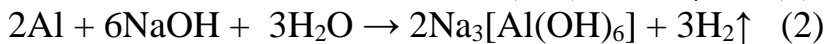


### Задача 6. (16 балів)

Суміш цинку, алюмінію та міді помістили в надлишок концентрованого розчину луку. Виділився газ об'ємом 28,448 л (н.у.). Метал, що не розчинився у лузі, помістили у надлишок концентрованої сульфатної кислоти й одержаний розчин піддали електролізу до повного розкладу солі. На катоді одержали метал масою 6,4 г. Кількості речовин цинку та алюмінію у вихідній суміші відносилися як 1:2. Визначте масові частки металів у вихідній суміші.

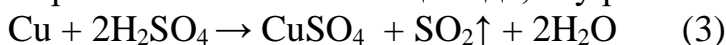
*Розв'язок*

З лугом реагують цинк та алюміній:



$$n(\text{H}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{V_m} = \frac{28,448}{22,4} = 1,27 \text{ (моль)}$$

Нерозчинний залишок – це мідь, яку розчинили у концентрованій  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .



$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})} = \frac{6,4}{64} = 0,1 \text{ (моль)}$$

З рівнянь (3) і (4) маса міді, яка виділилася на катоді, дорівнює масі міді у вихідній суміші.

Припустимо, що за реакцією (1) виділилося  $x$  моль  $\text{H}_2$ , тоді  $n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = x$  (моль).

Згідно умови задачі  $n(\text{Al}) = 2n(\text{Zn}) = 2x$  (моль).

З рівняння (2):  $n(\text{H}_2) = 1,5n(\text{Al}) = 3x$  (моль).

Складемо рівняння:  $x + 3x = 1,27$ ; звідки  $x = 0,3175$  (моль).

$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot M(\text{Zn}) = 0,3175 \cdot 65 = 20,64$  (г)

$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 2 \cdot 0,3175 \cdot 27 = 17,15$  (г)

$m(\text{сум.}) = 6,4 + 20,64 + 17,15 = 44,19$  (г)

$$w(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{m(\text{сум.})} = \frac{20,64}{44,19} = 0,467 \text{ або } 46,7\%$$

$$w(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{m(\text{сум.})} = \frac{17,15}{44,19} = 0,388 \text{ або } 38,8\%$$

$$w(\text{Cu}) = 100\% - 46,7\% - 38,8\% = 14,5\%$$

Відповідь:  $w(\text{Zn}) = 46,7\%$ ;  $w(\text{Al}) = 38,8\%$ ;  $w(\text{Cu}) = 14,5\%$ .