

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

**Теоретичний тур**

**Завдання 1. Тести**

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

1. Укажіть прізвище відомого вченого, який запропонував сучасну модель атома, та цифрою вкажіть його будову:

- |            |  |
|------------|--|
| А Полоній  | 1 ядро ( $p^+ + e^-$ ) і нейтрони ( $n^0$ )  |
| Б Бериллий | 2 ядро ( $p^+ + n^0$ ) і електрони ( $e^-$ ) |
| В Бор      | 3 ядро ( $n^0 + e^-$ ) і протони ( $p^+$ )   |
| Г Америцій |  |

А	
Б	
В	2
Г	

2. Виберіть формулу основи, що може утворювати основні солі:

- А Fe(OH)<sub>2</sub>  
Б NaOH  
В KOH  
Г LiOH

А	+
Б	
В	
Г	

3. Укажіть оксид нітрогену, що містить 36,84% Нітрогену за масою:

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

А	
Б	
В	+
Г	

4. Укажіть пару вихідних речовин, необхідних для добування купрум(II) гідроксиду:

- А CuCO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O  
Б Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KOH  
В CuSO<sub>4</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>  
Г Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Zn(OH)<sub>2</sub>

А	
Б	+
В	
Г	

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

5. Знайдіть відповідність між фізичною величиною та її кількісною характеристикою для запису 2CO<sub>2</sub>:

- |                         |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|
| <i>Фізична величина</i> | <i>Кількісна характеристика</i> |
| А V <sub>m</sub>        | 1 12,04 · 10 <sup>23</sup>      |
| Б N                     | 2 88                            |
| В n                     | 3 2                             |
| Г m                     | 4 44                            |
|                         | 5 44,8                          |

А	5
Б	1
В	3
Г	2

6. Установіть відповідність між електронною формулою та валентністю елементів в оксиді:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| <i>Електронна формула елемента</i>    | <i>Формула найвищого оксиду елемента</i> |
| А ... 3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup> | 1 E <sub>2</sub> O <sub>3</sub>          |
| Б ...3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>  | 2 E <sub>2</sub> O <sub>5</sub>          |
| В ...3s <sup>2</sup> 3p <sup>1</sup>  | 3 EO <sub>2</sub>                        |
| Г ...3s <sup>2</sup>                  | 4 EO                                     |
|                                       | 5 E <sub>2</sub> O <sub>7</sub>          |

А	2
Б	3
В	1
Г	4

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

7. Розмістіть зазначені сполуки за зменшенням сумарної кількості частинок, з яких вони складаються (запишіть великі літери у відповідній послідовності).

- А 2 моль гелію
- Б 2,5 моль води
- В 1,5 моль натрій хлориду
- Г 1 моль сульфатної кислоти

А	4
Б	1
В	3
Г	2

### Задача 2. Малахіт (6 балів)

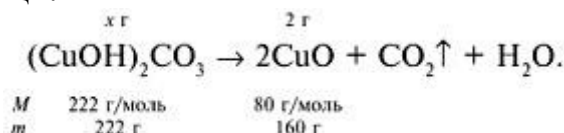
Побувавши на Уралі в діда – малахітових справ майстра, Микита привіз гарний зелено-голубий порошок (малахітовий пил). На заняттях гуртка з хімії всі вирішили спробувати отримати з нього оксид міді. У процесі нагрівання хлопчик випадково чхнув, і з випарювальної чашки вилетіла половина вмісту. Однак чорний порошок оксиду міді Микита все ж таки отримав у кількості 2 г.



- А Запишіть рівняння розкладу малахіту знаючи, що його формула  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ , а в наслідок реакції утворюється три продукти з різними агрегатними станами: тверда речовина, газоподібна та рідка.
- Б Обрахуйте масу малахіту, яку Микита взяв із самого початку, якщо відомо, що в ньому містилося 5% домішок.
- В Обрахуйте, яка масова частка Купруму міститься в малахіті, який Микита взяв для дослідів.

*Розв'язок*

А Записуємо рівняння реакції:



Б 1. Знаходимо масу малахіту за рівнянням реакції:

$$n(\text{CuO}) = \frac{2\text{г}}{80\text{г/моль}} = 0,025\text{моль} \Rightarrow n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = \frac{0,025\text{моль}}{2} = 0,0125\text{моль}$$
$$m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = n \cdot M = 0,0125\text{моль} \cdot 222\text{г/моль} = 2,8\text{г}$$

2. Знаходимо масу малахіту, у якому містилося 5% домішок:

$$m(\text{малахіту}) = \frac{2,8\text{г} \cdot 100\%}{95\%} = 2,9\text{г}$$

Оскільки Микита половину розсипав, то початкова маса малахіту становила в два рази більше, тобто  $m(\text{малахіту}) = 2,9\text{г} \cdot 2 = 5,89\text{г}$

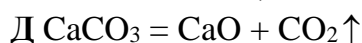
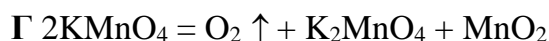
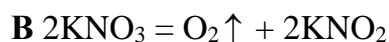
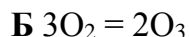
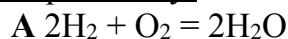
$$\text{В } w(\text{Cu}) = \frac{2 \cdot 64}{222} = 0,58 \cdot 100\% = 58\%$$

Відповідь: 5,89 г малахіту взяв Микита для досліду, Купруму в ньому 58%.

### Задача 3. (9 балів)

Напишіть рівняння реакцій, що відповідають зазначеним схемам. Укажіть умови проходження реакцій, їх типи та назви вихідних речовин і продуктів реакцій.

- А Проста речовина + проста речовина =
- Б Проста речовина = проста речовина
- В Складна речовина = проста речовина + складна речовина
- Г Складна речовина = проста речовина + складна речовина + складна речовина
- Д Складна речовина = складна речовина + складна речовина

Варіант розв'язку:**Задача 4. Тенардит (13 балів)**

Оксид одновалентного металу масою 1,55 г повністю прореагував з сульфатною кислотою, при цьому утворилось 3,55 г солі.

А Визначте невідомий елемент і встановіть молекулярну формулу солі, про яку йдеться в умові задачі.

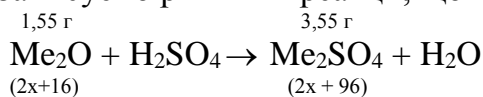
Б Запишіть структурну формулу солі.

В Запишіть чотири рівняння реакції, що характеризують різні шляхи добування зазначеної солі, укажіть типи реакцій.

Г Запишіть електронні формули всіх хімічних елементів, що входять до складу солі. Укажіть усі можливі валентності для цих елементів та поясніть їх з точки зору будови атома. Визначте кількість електронів, протонів та нейтронів в атомах кожного елемента.

## Розв'язок

А Записуємо рівняння реакції, що відбувається за умовою задачі:



Нехай  $\text{Ar}(\text{Me}) = x$ , тоді:

$$1,55(2x + 96) = 3,55(2x + 16)$$

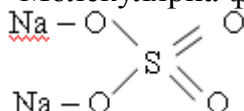
$$3,1x + 148,8 = 7,1x + 56,8$$

$$3,1x - 7,1x = 56,8 - 148,8$$

$$-4x = -92$$

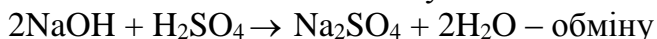
$$x = 23 - \text{хімічний елемент Натрій (Na)}$$

Молекулярна формула солі –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (натрій сульфат)



Б  $\text{Na} - \text{O} - \text{S}(\text{O})_2$

В  $\text{Na}_2\text{O} + \text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$  – сполучення



Г

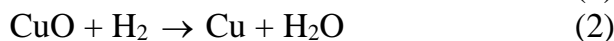
Na – $1\text{S}^22\text{S}^22\text{p}^63\text{S}^1$	S – $1\text{S}^22\text{S}^22\text{p}^63\text{S}^6$	O – $1\text{S}^22\text{S}^22\text{p}^63\text{S}^6$
$p^+ = 11, e = 11, n = 23 - 11 = 12$	$p^+ = 16, e = 16, n = 32 - 16 = 16$	$p^+ = 8, e = 8, n = 16 - 8 = 8$
Лише валентність I, оскільки 1 неспарений електрон на останньому енергетичному рівні.	Найвища валентність VI, оскільки 6 електронів перебуває на останньому енергетичному рівні. У збудженому стані електрони переходять на сусідній d-рівень і набувають валентність II і IV.	Лише валентність II, оскільки у Оксигену відсутній d-рівень і у нього не буває збудженого стану.

### Задача 5. (14 балів)

Над зразком подрібненого порошку міді масою 26,2 г протягом тривалого часу пропускали за нагрівання повітря масою 27,71 г з масовою часткою кисню 23,1%. Одержану речовину витримали за нагрівання в атмосфері водню, об'єм якого становив 2,24 л. Визначте кількісний склад порошку (у відсотках), що утворився внаслідок двох реакцій.

*Розв'язок*

1. Складаємо рівняння хімічних реакцій:



2. Обчислимо масу кисню в повітрі за формулою:

$$w(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{m(\text{пов.})} \Rightarrow m(\text{O}_2) = m(\text{пов.}) \cdot w(\text{O}_2) = 27,71\text{г} \cdot 0,231 = 6,4\text{г}$$

3. За рівнянням реакції (1),  $n(\text{Cu}) : n(\text{O}_2) : n(\text{CuO}) = 2:1:2$ .

4. Обчислюємо кількість речовини кисню:  $n(\text{O}_2) = \frac{m}{M} = \frac{6,4\text{г}}{32\text{г/моль}} = 0,2\text{моль}$ , тоді

$$n(\text{Cu}) = n(\text{CuO}) = 2 \cdot n(\text{O}_2) = 2 \cdot 0,2\text{ моль} = 0,4\text{моль}$$

5. Знаходимо масу міді:  $m(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,4\text{моль} \cdot 64\text{г/моль} = 25,6\text{г}$

6. Знаходимо масу міді, що залишилася після реакції:  $m(\text{Cu зал.}) = 26,2\text{г} - 25,6\text{г} = 0,6\text{г}$

7. Знаходимо масу міді, що відновилася у рівнянні (2):

$$\text{За рівнянням реакції (2), } n(\text{CuO}) : n(\text{H}_2) : n(\text{Cu}) = 1:1:1.$$

$$\text{Обчислюємо кількість речовини водню: } n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{2,24\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,1\text{моль, тоді}$$

$$m(\text{Cu, що відновилась}) = n \cdot M = 0,1\text{моль} \cdot 64\text{г/моль} = 6,4\text{г}$$

8. Знаходимо загальну масу міді:  $m(\text{Cu}) = 6,4\text{г} + 0,6\text{г} = 7\text{г}$

9. Знаходимо масу купрум(II) оксиду:

$$\text{За рівнянням (1): } m(\text{CuO}) = 0,4\text{моль} \cdot 80\text{г/моль} = 32\text{г}$$

За рівнянням (2) знаходимо масу купрум(II) оксиду, яка відновилась:

$$m(\text{CuO}) = 0,1\text{моль} \cdot 80\text{г/моль} = 8\text{г}$$

Знаходимо масу купрум(II) оксиду, яка залишилась:

$$m(\text{CuO зал.}) = 32\text{г} - 8\text{г} = 24\text{г}$$

10. Обчислюємо загальну масу суміші порошку, що утворився в наслідок двох реакцій:

$$m(\text{суміші}) = m(\text{Cu}) + m(\text{CuO}) = 7\text{г} + 24\text{г} = 31\text{г}$$

11. Знаходимо масову частку кожного з порошоків:

$$w(\text{Cu}) = \frac{7\text{г}}{31\text{г}} = 0,23, \text{ або } 23\%$$

$$w(\text{CuO}) = \frac{24\text{г}}{31\text{г}} = 0,77, \text{ або } 77\%$$

Відповідь: кількісний склад порошку, що утворився внаслідок двох реакцій становить:

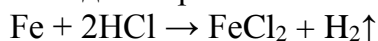
$$\text{Cu} = 7\text{г} (23\%), \text{CuO} = 24\text{г} (77\%).$$

### Задача 6. (18 балів)

На шальках терезів перебувають у рівновазі однакові посудини, у кожному з яких налито по 100 г одного й того самого розчину хлоридної кислоти. У одну посудину додали 0,7 г порошку заліза. Яку масу алюмінію потрібно додати в другу посудину, щоб після повного розчинення обох металів у кислоті терези знову були в рівновазі.

*Розв'язок*

1. Складаємо рівняння хімічної реакції взаємодії заліза з розчином HCl:



2. Обчислюємо масу водню, яка виділилася внаслідок хімічної реакції:

$$n(Fe) = \frac{0,7g}{56g/моль} = 0,0125моль$$

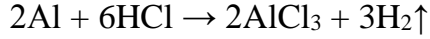
$$n(Fe) = n(H_2) \Rightarrow n(H_2) = 0,0125моль \Rightarrow m(H_2) = n(H_2) \cdot M(H_2) = 0,0125моль \cdot 2g/моль = 0,025g$$

3. Знаходимо масу речовини, що залишилася у посудині:

$$m(речовини) = 100g + 0,7g - 0,025g = 100,675g$$

отже,  $m(посудини)$  збільшилася на  $100,675g - 100g = 0,675g$ , тому  $\Delta m(посудини)$  із залізом також становитиме  $0,675g$ .

4. Складаємо рівняння хімічної реакції взаємодії заліза з розчином HCl:



Якщо в другу склянку додали 54 г алюмінію, то виділиться 6 г водню, оскільки:

$$m(Al) = n \cdot M = 2моль \cdot 27g/моль = 54g$$

$$m(H_2) = n \cdot M = 3моль \cdot 2g/моль = 6g$$

$$\Delta m = 54g - 6g = 48g$$

5. Складаємо пропорцію. Якщо додати 54 г Al, то маса другої склянки збільшується на 48 г:

$$54г Al - \Delta m 48g$$

$$x г Al - \Delta m 0,67g$$

$$x = \frac{0,67g \cdot 54g}{48g} = 0,75g - \text{таку масу алюмінію потрібно додати у другу склянку.}$$

Відповідь: 0,75 г Al