

Завдання
II-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2014-2015 навчальний рік

9 клас

Завдання 1. Тести (10 балів)

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

1. Одним з найнебезпечніших факторів радіоактивного забруднення місцевості є потрапляння радіоактивних нуклідів до організму та їхня затримка в кістках унаслідок заміщення іонів кальцію в гідроксиапатиті. Відмітьте радіонуклід, що також може утворювати нерозчинний гідроксиапатит і через це затримуватися у кістках.

- А) ^{15}N ;
- Б) ^{90}Sr ;
- В) ^{18}O ;
- Г) ^{130}I ;
- Д) ^{40}K .

А	
Б	+
В	
Г	
Д	

2. Для досягнення найкращих результатів при пранні тканин та виробів з них до миючих засобів додають окисники, які знебарвлюють кольорові забруднювачі. Відмітьте речовину, що використовується в миючих засобах у якості окисника (відбілювача).

- А) натрій хлорид;
- Б) гідроген пероксид;
- В) калій гідроксид;
- Г) хлоридна кислота;
- Д) калій перманганат.

А	
Б	+
В	
Г	
Д	

3. Виберіть ряд, який містить формули лише слабких електролітів:

- А) HF , HNO_3 , NH_4OH ;
- Б) H_2S , HNO_2 , NH_4OH ;
- В) HCN , HI , NaOH ;
- Г) KOH , HNO_3 , NaOH .

А	
Б	+
В	
Г	

4. Виберіть електронну формулу елемента з найбільшою електронегативністю:

- А) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$;
- Б) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$;
- В) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$;
- Г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$.

А	
Б	
В	+
Г	

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

5. Установіть відповідність між характером речовини та типом хімічного зв'язку:

Характер речовини:

- А) металічний;
- Б) солеподібний;
- В) леткий або нелеткий.

Тип хімічного зв'язку:

- 1) йонний;
- 2) ковалентний;
- 3) металічний;
- 4) водневий.

А	3
Б	1
В	2

6. Установіть відповідність між схемою хімічної реакції та зміною ступеня окиснення окисника.

Схема реакції:

- А) $\text{MnCO}_3 + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{KCl} + \text{CO}_2$;
- Б) $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HIO}_3$;
- В) $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- Г) $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{KOH}$

Зміна ступеня

окиснення окисника:

- 1) $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^-$;
- 2) $\text{Mn}^{+6} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$;
- 3) $\text{Cl}^{+5} \rightarrow \text{Cl}^-$;
- 4) $\text{Mn}^{+7} \rightarrow \text{Mn}^{+6}$;
- 5) $\text{Mn}^{+2} \rightarrow \text{Mn}^{+4}$.

А	5
Б	1
В	4
Г	2

Завдання на встановлення послідовності. Правильно встановлена послідовність оцінюється в 1 бал. Максимальна кількість балів – 4.

7. Розташуйте частинки в ряд за зменшенням їхньої масової частки в розбавленому розчині сульфатної кислоти:

- А) HSO_4^- ;
 Б) H_2O ;
 В) H_2SO_4 ;
 Г) SO_4^{2-} .

А	3
Б	1
В	4
Г	2

Задача 2. (5 балів)

При нагріванні 5,2 г гідроксиду елемента, що належить до III групи періодичної системи елементів, одержали воду кількістю речовини, достатньою для повного розчинення кальцій оксиду масою 5,6 г.

- А) Визначте невідомий елемент.
 Б) Запишіть його електронну формулу.
 В) Укажіть характер його оксиду та гідроксиду.
 Г) Запишіть два рівняння реакцій, що характеризують хімічні властивості гідроксиду цього елемента.

Розв'язок

А) 1. Записуємо рівняння реакцій, про які говориться в умові задачі:

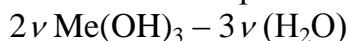


2. Знаходимо атомну масу невідомого елемента, щоб визначити про який гідроксид іде мова:

$$\nu(\text{CaO}) = \frac{5,6\text{г}}{56\text{г/моль}} = 0,1\text{моль}$$

$$\nu(\text{CaO}) = \nu(\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,1\text{моль}$$

Визначаємо кількість речовини $\text{Me}(\text{OH})_3$, що вступив у реакцію (I):



$$x \text{ моль } \text{Me}(\text{OH})_3 - 0,1 \text{ моль } (\text{H}_2\text{O}) \Rightarrow x = \frac{2 \cdot 0,1}{3} = 0,0667 \text{ моль}$$

$$M(\text{Me}(\text{OH})_3) = \frac{m}{\nu} = \frac{5,2\text{г}}{0,0667\text{моль}} = 77,961\text{г/моль}$$

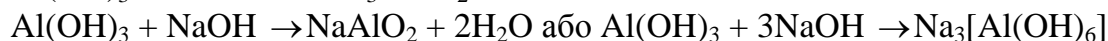
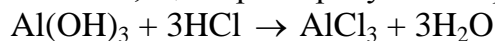
$$A_r(\text{Me}) = M(\text{Me}(\text{OH})_3) - 17 \cdot 3 = 77,961 - 51 = 26,961$$

$$A_r(\text{Me}) = 26,961 \Rightarrow \text{Me} - \text{Al} \text{ (Алюміній)}$$

Б) Електронна формула Алюмінію – $1\text{S}^2 2\text{S}^2 2\text{p}^6 3\text{S}^2 3\text{p}^1$

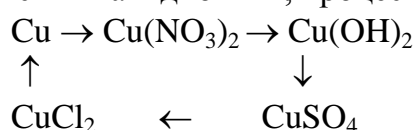
В) Оксид – Al_2O_3 , гідроксид – $\text{Al}(\text{OH})_3$ – амфотерний характер

Г) Властивості, що характеризують амфотерний характер алюміній гідроксиду:

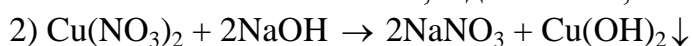
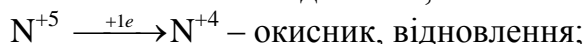
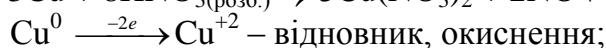
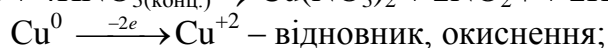
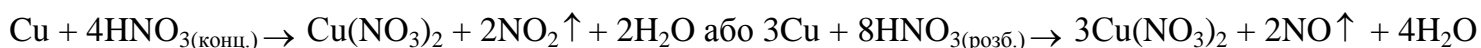


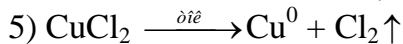
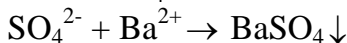
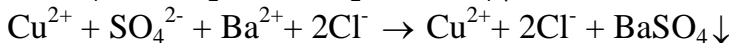
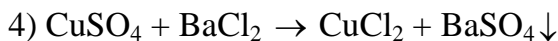
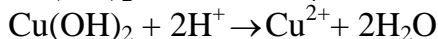
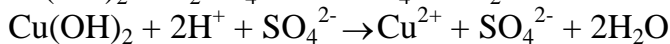
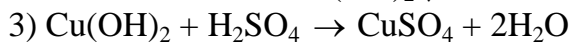
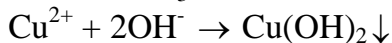
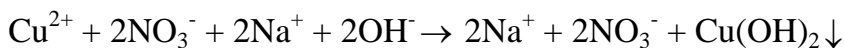
Задача 3. (10 балів)

Напишіть рівняння хімічних реакцій відповідно до схеми перетворень. Для реакцій обміну складіть йонні рівняння. Для окисно-відновних реакцій напишіть електронний баланс, визначте окисник та відновник, процеси окиснення та відновлення.



Розв'язок





Задача 4. (10 балів)

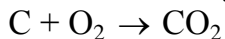
Котельня спалює 2 т вугілля за добу. Масова частка Карбону – 84%, Гідрогену – 5%, Сульфуру – 3,6%, негорючих домішок – 2,5%. Якою повинна бути площа лісу, щоб поповнити втрати кисню в повітрі, використаного для спалювання вугілля в котельні, якщо 1 га лісу дає за добу 10 кг кисню?

Розв'язок

1. Визначаємо масу горючих складових частин у 2 т вугілля?

$$m(\text{C}) = \frac{2\text{т} \cdot 84\%}{100\%} = 1,68\text{т}; \quad m(\text{H}_2) = \frac{2\text{т} \cdot 5\%}{100\%} = 0,1\text{т}; \quad m(\text{S}) = \frac{2\text{т} \cdot 3,6\%}{100\%} = 0,072\text{т}$$

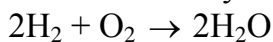
2. Визначаємо масу кисню, що витрачається для спалювання Карбону:



$$\nu(\text{C}) = \frac{1680\text{кг}}{12\text{кг/моль}} = 140\text{моль}; \quad \nu(\text{O}_2) = \nu(\text{C}) \Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 140\text{моль}$$

$$m(\text{O}_2) = \nu \cdot M = 140\text{моль} \cdot 32\text{кг/моль} = 4480\text{кг}$$

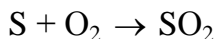
3. Визначаємо масу кисню, що витрачається для спалювання Гідрогену:



$$\nu(\text{H}_2) = \frac{100\text{кг}}{2\text{кг/моль}} = 50\text{моль}; \quad \nu(\text{O}_2) = 1/2 \nu(\text{H}_2) \Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 25\text{моль}$$

$$m(\text{O}_2) = \nu \cdot M = 25\text{моль} \cdot 32\text{кг/моль} = 800\text{кг}$$

4. Визначаємо масу кисню, що витрачається для спалювання Сульфуру:



$$\nu(\text{S}) = \frac{72\text{кг}}{32\text{кг/моль}} = 2,25\text{моль}; \quad \nu(\text{O}_2) = \nu(\text{S}) \Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 2,25\text{моль}$$

$$m(\text{O}_2) = \nu \cdot M = 2,25\text{моль} \cdot 32\text{кг/моль} = 72\text{кг}$$

5. Обчислюємо масу кисню, що витрачається для спалювання 2 т вугілля:

$$m(\text{O}_2) = 4480\text{кг} + 800\text{кг} + 72\text{кг} = 5352\text{кг}$$

6. Знаходимо площу лісу необхідну для поповнення витрат кисню:

$$1 \text{ га лісу} - 10 \text{ кг O}_2$$

$$x \text{ га лісу} - 5352 \text{ кг O}_2$$

$$S(\text{лісу}) = \frac{1\text{га} \cdot 5352\text{кг}}{10\text{кг}} = 535,2\text{га}$$

Відповідь: щоб поповнити втрати кисню в повітрі, площа лісу повинна бути 535,2га.

Задача 5. (15 балів)

У закритій посудині змішали 0,224 л хлору (н.у.) з двома газами: перший утворюється в результаті взаємодії 3,78 г алюмінію з розбавленою сульфатною кислотою, другий – у результаті повного розкладу 7,35 г бертолетової солі. Суміш підірвали.

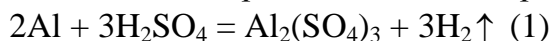
А) Визначте кислоту, яка утворилася в результаті взаємодії цієї суміші.

Б) Визначте газ, який залишився в надлишку.

- В) Обчисліть об'єм газу, що в надлишку.
Г) Обрахуйте масову частку утвореної кислоти.

Розв'язок

1. Складаємо відповідні рівняння хімічних реакцій:



2. За рівнянням (1) обчислюємо кількість водню, що утворилася:

$$\nu(Al) = \frac{3,78g}{27g / \text{моль}} = 0,14 \text{ моль} \Rightarrow 2\nu(Al) = 3\nu(H_2), \text{ тоді } \nu(H_2) = 0,21 \text{ моль}$$

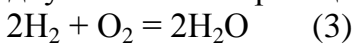
3. За рівнянням (2) обчислюємо кількість кисню, що утворився:

$$\nu(KClO_3) = \frac{7,35g}{122,5g / \text{моль}} = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow 2\nu(KClO_3) = 3\nu(O_2), \text{ тоді } \nu(O_2) = 0,09 \text{ моль}$$

4. Обчислюємо кількість речовини хлору за формулою

$$\nu = \frac{V}{V_m} \Rightarrow \nu(Cl_2) = \frac{0,224 \text{ л}}{22,4 \text{ л} / \text{моль}} = 0,01 \text{ моль}$$

5. У посудині містяться гази: Cl_2 – 0,01 моль, H_2 – 0,21 моль, O_2 – 0,09 моль. Між ними відбуваються такі реакції:



2 моль 1 моль 2 моль



1 моль 1 моль 2 моль

Проаналізувавши рівняння робимо висновок, що H_2 міститься в надлишку. Розчин гідроген хлориду у воді – хлоридна кислота.

6. Обчислюємо масову частку гідрогенхлориду в розчині.

За рівнянням реакції (3) обраховуємо кількість води та її масу:

$$\nu(O_2) : \nu(H_2O) = 1 : 2, \text{ тоді } \nu(H_2O) = 0,09 \cdot 2 = 0,18 \text{ моль}$$

$$m(H_2O) = 0,18 \text{ моль} \cdot 18g / \text{моль} = 3,24g$$

За рівнянням реакції (4) обраховуємо кількість гідрогенхлориду та його масу:

$$\nu(Cl_2) : \nu(HCl) = 1 : 2, \text{ тоді } \nu(HCl) = 0,01 \cdot 2 = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(HCl) = 0,02 \text{ моль} \cdot 36,5g / \text{моль} = 0,73g$$

$$m(p - ну) = m(H_2O) + m(HCl) = 3,24g + 0,73g = 3,97g$$

$$\omega(HCl) = \frac{m(HCl)}{m(p - ну)} \cdot 100\% = \frac{0,73g}{3,97g} \cdot 100\% = 18,4\%$$

7. Знаходимо об'єм газу, який знаходився у надлишку.

Було визначено, що у надлишку знаходиться H_2 , а тому за рівняннями (3) і (4) обраховуємо його кількість: $\nu(H_2) : \nu(O_2) = 2 : 1$, тому $\nu(H_2) = 0,18 \text{ моль}$ (3)

$$\nu(H_2) : \nu(Cl_2) = 1 : 1, \text{ тому } \nu(H_2) = 0,01 \text{ моль} \quad (4)$$

Отже, усього витратили водню: $0,18 \text{ моль} + 0,01 \text{ моль} = 0,19 \text{ моль}$, а було $0,21 \text{ моль}$, тому залишається водень кількістю речовини $0,21 \text{ моль} - 0,19 \text{ моль} = 0,02 \text{ моль}$. Обчислюємо об'єм надлишку водню: $V(H_2) = \nu \cdot V_m = 0,02 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л} / \text{моль} = 0,448 \text{ л}$

Відповідь: 18,4% HCl, 0,448 л H_2 .

Задача 6. (10 балів)

У склянках без етикеток знаходяться такі речовини: сухі (аргентум нітрат, натрій сульфід, кальцій хлорид), порошки (срібло та алюміній), а також хлоридна та концентрована нітратна кислоти. У вашому розпорядженні є вода, пальник і будь-яка кількість пробірок. Складіть рівняння реакцій і вкажіть ознаки, за якими можна визначити кожен зі вказаних сполук.

Розв'язок

	Рідина	Рідина	
	HCl	HNO ₃	
AgNO ₃	Білий осад	-	AgNO ₃ + HCl = AgCl ↓ + HNO ₃

Na ₂ S	Виділяється газ зі специфічним запахом		$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}\uparrow$
CaCl ₂	-		спочатку солі розчинити у воді $\text{CaCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}\downarrow$ білий осад
Ag	-	Виділяється бурий газ	$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
Al	Виділення безбарвного газу	Виділяється безбарвний газ з приємним запахом	$8\text{Al} + 30\text{HNO}_3 \xrightarrow{t} 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O}\uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$