

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

Завдання 1. Тести (10 балів)

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

1. При нагріванні мідного купоросу утворюється леткий продукт, який при конденсації утворює безбарвну рідину. Ще алхіміки дали йому назву купоросне масло, але й у наш час ця речовина також є популярною. Відмітьте сучасну назву купоросного масла.

- А) оцет;
- Б) бензин;
- В) петролейний ефір;
- Г) ацетон;
- Д) сульфатна кислота.

А	
Б	
В	
Г	
Д	+

2. Кальцій гідроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ – головна неорганічна сполука, що надає твердість кісткам. Якщо кістку помістити у розчин хлоридної кислоти, гідроксиапатит переходить у водорозчинну форму, а кістка стає пластичною. Відмітьте рівняння рівноваги, що призводить до вимивання кальцій гідроксиапатиту з кісток у розчині кислоти.

- А) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2$;
- Б) $\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{PO}_4^-$;
- В) $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}^+$;
- Г) $\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{CaCl}_2$;
- Д) $2\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ca}^{2+} = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

А	
Б	+
В	
Г	
Д	

3. Виберіть твердження щодо будови молекул нормальних вуглеводнів:

- А) містять розгалужений карбоновий ланцюг;
- Б) містять нерозгалужений карбоновий ланцюг;
- В) містять четвертинний атом Карбону;
- Г) містять третинний атом Карбону.

А	
Б	+
В	
Г	

4. Виберіть формулу нітрату металу, який при термічному розкладі утворює нітрит:

- А) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$;
- Б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$;
- В) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$;
- Г) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

А	+
Б	
В	
Г	

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

5. Установіть відповідність між тривіальною назвою і назвами сполук за ІЮПАК-номенклатурою.

Тривіальна назва:

- А) дивініл;
- Б) ацетилен;
- В) оцтова кислота.

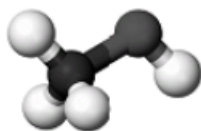
*Назва за ІЮПАК –
номенклатурою*

- 1) етанова кислота;
- 2) гексанова кислота;
- 3) бута-1,3-дієн;
- 4) етін.

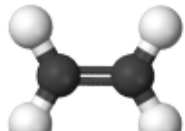
А	3
Б	4
В	1

6. Установіть відповідність між моделями молекул і назвами речовин.

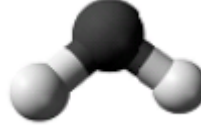
Моделі молекул:



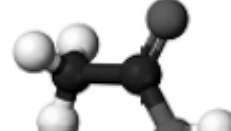
А



Б



В



Г

Назва речовин:

- 1) чадний газ;
- 2) вода;
- 3) етилен;
- 4) оцтова кислота;
- 5) метиловий спирт.

А	5
Б	3
В	2
Г	4

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

7. Розташуйте сполуки в ряд за схемою виробництва калійної селітри.

- А) HNO_3 ;
- Б) NH_3 ;
- В) NO ;
- Г) NO_2 ;
- Д) KNO_3 .

А	4
Б	1
В	2
Г	3
Д	5

Розв'язок

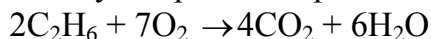
1. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}} 4\text{NO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2 \uparrow$
3. $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$
4. $\text{HNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Задача 2. (5 балів)

Яка сіль і з якою масою утвориться, якщо карбон(IV) оксид, одержаний при спалюванні 11,2 л етану (н.у.), пропустити через 22,4 мл розчину натрій гідроксиду з масовою часткою речовини 12% і густиною $1,14 \text{ г/см}^3$.

Розв'язок

1) Записуємо рівняння реакції:



2) Визначаємо кількість CO_2 , що утворився в результаті спалювання 11,2 л етану:

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$2\nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 4\nu(\text{CO}_2) \Rightarrow 1 : 2 \Rightarrow \nu(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$$

3) Знаходимо кількість натрій гідроксиду, що прореагував з вуглекислим газом за схемою реакції: $\text{CO}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \dots$

$$m_{\text{р-іо}}(\text{NaOH}) = V\rho = 22,4 \text{ л} \cdot 1,14 \text{ г/см}^3 = 25,536 \text{ г}$$

$$m(\text{NaOH}) = w \cdot m(\text{р-іо}) = 0,12 \cdot 25,536 = 3,06432 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{3,06 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,0765 \text{ моль}$$

Оскільки, у надлишку знаходиться кислотний оксид (CO_2), то продуктом взаємодії його з натрій гідроксидом буде кисла сіль, а тому реакція відбувається так:



4) Знаходимо масу солі:

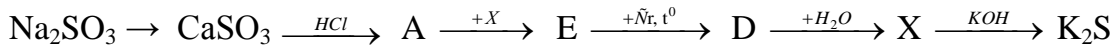
$$\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaHCO}_3) \Rightarrow \nu(\text{NaHCO}_3) = 0,0765 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = \nu M = 0,0765 \text{ моль} \cdot 84 \text{ г/моль} = 6,435 \text{ г}$$

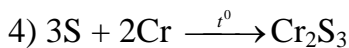
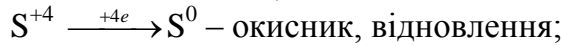
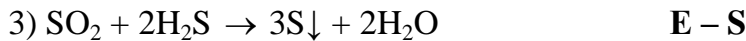
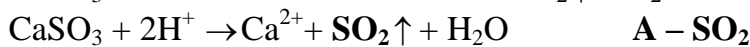
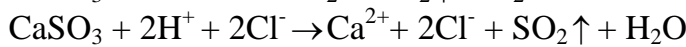
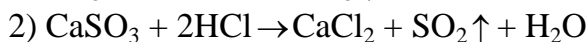
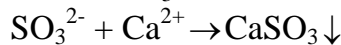
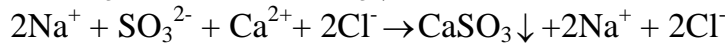
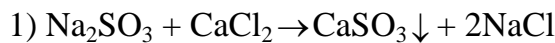
Відповідь: у результаті реакції утворюється кисла сіль натрій гідрогенкарбонат (NaHCO_3) масою 6,435 г.

Задача 3. (12 балів)

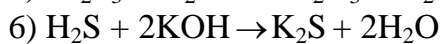
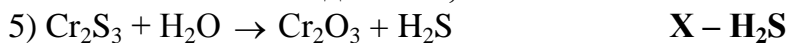
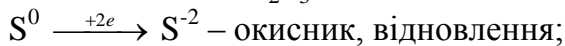
Визначте невідомі речовини і напишіть рівняння хімічних реакцій, за якими можливі такі перетворення. Назвіть продукти реакцій. Для реакцій обміну складіть йонні рівняння, а для окисно-відновних – електронний баланс.



Розв'язок



D – Cr₂S₃ (сполука, що розкладається водою)

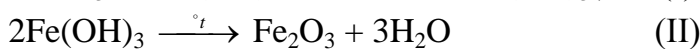


Задача 4. (10 балів)

При змішуванні 400 г розчину феруму(III) хлориду та 400 г розчину барію гідроксиду одержали осад, який відфільтрували, прожарили та зважили. Його маса склала 25 г. До фільтрату долили надлишок сульфатної кислоти. Утворився осад масою 120 г. Визначте масові частки речовин у вихідних розчинах.

Розв'язок

1. Записуємо рівняння реакції за умовою задачі:



2. Знаходимо масу ферум(III) гідроксиду через масу Fe₂O₃:

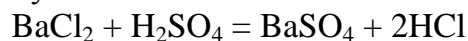
$$\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{25\text{г}}{160\text{г/моль}} = 0,156\text{моль}$$

$$\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2\nu(\text{Fe}(\text{OH})_3) \Rightarrow \nu(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 2 \cdot 0,156 = 0,3125\text{моль}$$

$$\nu(\text{Fe}(\text{OH})_3) = \nu(\text{FeCl}_3) \Rightarrow \nu(\text{FeCl}_3) = 0,3125\text{моль}$$

$$m(\text{FeCl}_3) = \nu M = 0,3125\text{моль} \cdot 162,5\text{г/моль} = 50,78\text{г}$$

3. Розрахуємо масу барій гідроксиду (враховуючи надлишок кислоти можна стверджувати, що прореагував навіть залишок барій гідроксиду), тому $\nu(\text{BaSO}_4) = \nu(\text{BaCl}_2) + \nu(\text{Ba}(\text{OH})_2)$ що не прореагував.



$$\nu(\text{BaSO}_4) = \frac{120\text{г}}{233\text{г/моль}} = 0,515\text{моль}$$

$$\nu(\text{BaSO}_4) = \nu(\text{Ba}(\text{OH})_2) \Rightarrow \nu(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 0,515\text{моль}$$

$$m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \nu M = 0,515\text{моль} \cdot 171\text{г/моль} = 88\text{г}$$

4. Розраховуємо масові частки солей у розчинах:

$$w(\text{Ba}(\text{OH})_2) = \frac{m_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100\% = \frac{88\text{г}}{400\text{г}} \cdot 100\% = 22\%$$

$$w(\text{FeCl}_3) = \frac{m_{\text{р-ни}}}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100\% = \frac{50,78\text{г}}{400\text{г}} \cdot 100\% = 12,7\%$$

Відповідь: масові частки речовин у вихідних розчинах становлять: $w(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 22\%$ і $w(\text{FeCl}_3) = 12,7\%$.

Задача 5. (15 балів)

Визначте, скільки теплоти виділиться (чи поглинеться) у результаті відновлення металів чадним газом із суміші цинк оксиду та купрум(II) оксиду масою 144,6 г, у якій кількості речовин цинк оксиду та купрум(II) оксиду відносяться як 1:2. Стандартні теплоти утворення купрум(II) оксиду, цинк оксиду, карбон монооксиду та карбон діоксиду становлять відповідно: -165,3 кДж/моль, -350,6 кДж/моль, -110,5 кДж/моль та -393,3 кДж/моль.

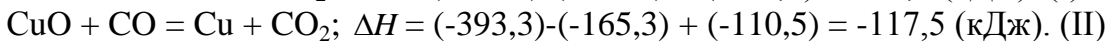
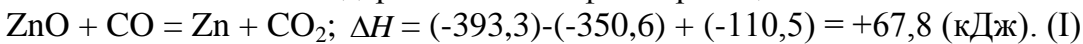
Розв'язок

Припустимо, що вихідна суміш містила x моль ZnO. Тоді кількість речовини CuO в суміші становить $2x$ (моль).

$$m(\text{ZnO}) = M(\text{ZnO}) \cdot \nu(\text{ZnO}) = 81x \text{ (г)}, \quad m(\text{CuO}) = M(\text{CuO}) \cdot \nu(\text{CuO}) = 80x \text{ (г)}.$$

Складаємо рівняння: $81x + 160x = 144,6$, звідки $x = 0,6$. Отже, суміш містила 0,6 моль ZnO та 1,2 моль CuO.

Обчислимо стандартні теплові ефекти реакцій:



Проведемо обчислення за термохімічними рівняннями: під час реакції (I) поглинається $0,6 \cdot 67,8 = 40,68$ (кДж) теплоти, а під час реакції (II) виділиться $1,2 \cdot 117,5 = 141$ (кДж) теплоти.

Отже, у результаті відновлення цинк оксиду та купрум(II) оксиду виділиться $141 - 40,7 = 100,3$ (кДж) теплоти.

Задача 6. (10 балів)

У склянках без етикеток знаходяться такі речовини: сухі аргентум нітрат, натрій сульфід, кальцій хлорид; порошки срібла та алюмінію, 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		$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$	1 бал
Na ₂ S	Виділяється газ зі специфічним запахом		$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$	1 бал
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	1 бал
Ag	-	Виділяється бурий газ	$\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 = \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	1 бал
Al	Виділення безбарвного газу	Виділяється безбарвний газ з приємним запахом	$8\text{Al} + 30\text{HNO}_3 \xrightarrow{t} 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O} \uparrow + 15\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Al} + 6\text{HCl} = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2$	2 бала