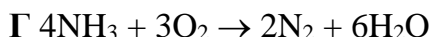
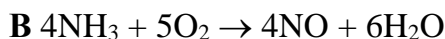
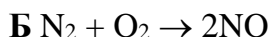
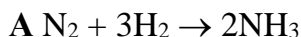


**III-го етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії  
2015-2016 навчальний рік  
Теоретичний тур**

**Завдання 1. Тести. Максимальна кількість балів – 10.**

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

1. Схемі перетворення  $N^{-3} \rightarrow N^0$  відповідає рівняння реакції:



А	
Б	
В	
Г	+

2. У який бік зміститься рівновага реакції  $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 + 92 \text{ кДж}$  при підвищенні тиску:

А управо

Б уліво

В не зміниться

А	+
Б	
В	

3. При розчиненні 2 г кухонної солі у 298 г  $H_2O$  утворюється розчин з масовою часткою солі:

А 1,5%

Б 3%

В 0,75%

Г 0,66%

А	
Б	
В	
Г	+

4. Між якими із наведених пар речовин реакція іонного обміну в розчинах йде до кінця:

А  $Na_2SO_4$  і  $HCl$

Б  $Na_2CO_3$  і  $HCl$

В  $Na_2CO_3$  і  $KOH$

Г  $NaNO_3$  і  $KOH$

А	
Б	+
В	
Г	

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

5. Установіть відповідність між назвами кристалогідратів та їх формулами:

*Назва*

*Формула*

А Глауберова сіль

1  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$

Б Сода кристалічна

2  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$

В Гіпс

3  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$

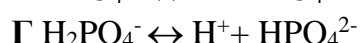
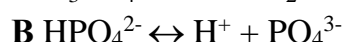
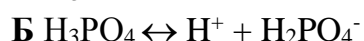
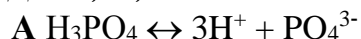
Г Залізний купорос

4  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

А	2
Б	3
В	4
Г	1

6. Визначте відповідність послідовної ступінчастої дисоціації  $H_3PO_4$ :

*Дисоціація*



1	Б
2	Г
3	В
4	А

**Завдання на встановлення послідовності. Кожна правильна відповідь оцінюється в 1 бал.  
Максимальна кількість балів – 4**

7. Виберіть речовини А, В, С, D для здійснення перетворень згідно зі схемою:

*сіль (А) → бінарна сполука (В) → основа (С) → сіль (D):*

а  $Na_2SO_3$

д  $CaO$

б  $SO_2$

е  $H_2SO_4$

в  $CaCO_3$

є  $Ca(OH)_2$

г  $CaSO_4$

ж  $CuSO_4$

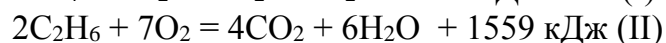
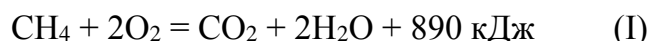
в	д	є	г
---	---	---	---

## Задача 2. (6 балів)

У якому випадку виділиться більше теплоти: при згорянні 1 кг суміші метану з киснем чи 1 кг суміші етану з киснем?

Суміші мають речовини в стехіометричних відношеннях. Теплоти згорання метану і етану відповідно дорівнюють 890 і 1559 кДж/моль.

*Розв'язок*



За (I) рівнянням при згорянні 1 моль  $\text{CH}_4$  виділяється 890 кДж теплоти.

$$m(\text{суміші, що згоряє}) = M(\text{CH}_4) \cdot 1 \text{ моль} + M(\text{O}_2) \cdot 2 \text{ моль} = 16 + 32 \cdot 2 = 80 \text{ (г)}$$

Отже, при згорянні 80 г суміші виділяється 890 кДж теплоти,

при згорянні 1000 г суміші виділяється  $x$  кДж теплоти,

тоді  $x = 11125$  кДж теплоти.

За (II) рівнянням при згорянні 1 моль  $\text{C}_2\text{H}_6$  виділяється 1559 кДж теплоти.

$$m(\text{суміші, що згоряє}) = M(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot 1 \text{ моль} + M(\text{O}_2) \cdot 3,5 \text{ моль} = 30 + 32 \cdot 3,5 = 142 \text{ (г)}$$

Отже, при згорянні 142 г суміші виділяється 1559 кДж теплоти,

а при згорянні 1000 г суміші виділяється  $x$  кДж теплоти,

тоді  $x = 10978$  кДж теплоти.

Відповідь: при згорянні 1 кг суміші метану з киснем теплоти виділиться більше (11125 кДж більше ніж 10978 кДж).

## Задача 3. (8 балів)

Чотиривалентний метал масою 1 г приєднує 0,27 г кисню.

**А** Визначте метал та напишіть його електронну формулу.

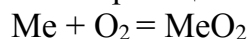
**Б** На основі останньої поясніть чому йому притаманна валентність, що дорівнює (IV).

**В** Які ще ступені окиснення характерні для цього елемента? Складіть рівняння реакцій, в яких даний металічний елемент проявляє різні ступені окиснення.

**Г** Властивості окисника чи відновника він проявляє?

*Розв'язок*

**А** 1. Запишемо реакцію взаємодії невідомого чотиривалентного металу з киснем:



2. Обчислимо, яка кількість речовини кисню приєднується до металу

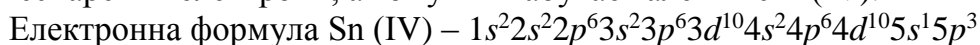
$$n(\text{O}_2) = 0,27\text{г} : 32\text{г/моль} = 0,008438 \text{ моль.}$$

3. За рівнянням реакції  $n(\text{O}_2) = n(\text{Me}) = 0,008438$  моль.

4. Обчислимо молекулярну масу металу:  $M_r(\text{Me}) = \frac{1\text{г}}{0,008438\text{г/моль}} = 118,5\text{г/моль}$

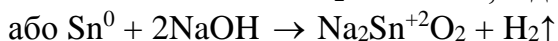
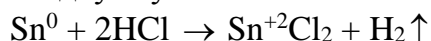
Отже метал Sn (Станум, порядковий номер 50).

**Б** У більшості сполук Sn перебуває у збудженому стані, відтак у нього з'являється чотири неспарених електрони, а тому він набуває валентність (IV).

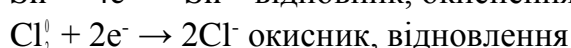
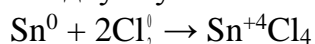


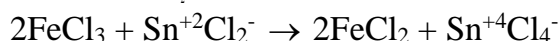
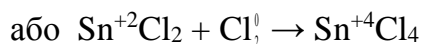
**В-Г** Для цього елемента характерними є ступені окиснення +2, +4 і 0.

У випадку ступеня окиснення +2:



У випадку ступеня окиснення +4:

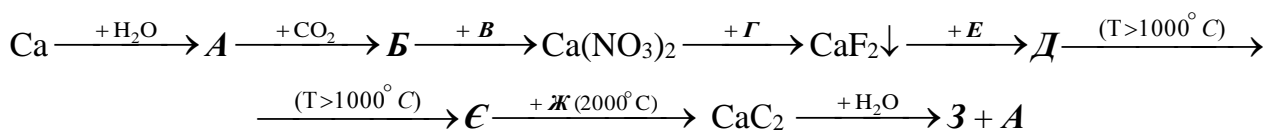




Можливі й інші варіанти рівнянь реакцій.

#### Задача 4. (16 балів)

Розгляньте схему перетворення речовин:



1. Визначте речовини **A**, **B**, **B**, **Г**, **Д**, **Е**, **Е**, **Ж** та **З**, якщо суміш речовин **Ж** та **З** застосовують як гербіцид та мінеральне добриво.
2. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити відповідні перетворення.
3. Для реакцій обміну складіть повні та скорочені йонні рівняння реакцій, а для окисно-відновних реакцій – електронний баланс.

*Розв'язок*

**A** – Ca(OH)<sub>2</sub>; **B** – CaCO<sub>3</sub>; **B** – HNO<sub>3</sub>; **Г** – KF; **Д** – CaSO<sub>4</sub>; **Е** – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (концентрована); **Е** – CaO; **Ж** – C; **З** – C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>.

Рівняння реакцій:

- 1)  $\text{Ca} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\uparrow$ ;  
 $\text{Ca}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}^{+2}$  відновник, окиснення  
 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2^0$  окисник, відновлення
- 2)  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ;
- 3)  $\text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = \text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $\text{Ca(NO}_3)_2 + 2\text{KF} = \text{CaF}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$ ;  
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{NO}_3^- + 2\text{K}^+ + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2\downarrow + 2\text{K}^+ + 2\text{NO}_3^-$   
 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{F}^- = \text{CaF}_2\downarrow$
- 5)  $\text{CaF}_2(\text{тв.}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CaSO}_4\downarrow + 2\text{HF}\uparrow$ ;
- 6)  $\text{CaSO}_4 \xrightarrow{>1000^\circ\text{C}} \text{CaO} + \text{SO}_3\uparrow$ ;
- 7)  $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{2000^\circ\text{C}} \text{CaC}_2 + \text{CO}\uparrow$ ;  
 $\text{C}^0 + 1\text{e}^- \rightarrow \text{C}^{-1}$  окисник, відновлення  
 $\text{C}^0 - 2\text{e}^- \rightarrow \text{C}^{+2}$  відновник, окиснення
- 8)  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$

#### Задача 5. (14 балів)

Для акумуляторної батареї автомобіля «Жигулі» потрібна 37%-ва сульфатна кислота. У розпорядженні водія є сульфатна кислота з густиною 1,498 г/мл. Масова частка кислоти у розчині невідома. Який об'єм наявної кислоти потрібно взяти водію для приготування 1 л акумуляторної сульфатної кислоти, якщо густина 94%-вої кислоти складає 1,831 г/мл, а залежність між густиною і її концентрацією приблизно описується рівнянням  $d = a + bC$ , де  $C$  – масова частка кислоти;  $a$  і  $b$  – коефіцієнти.

*Розв'язок*

1. Визначимо коефіцієнти  $a$  і  $b$ . За умовою задачі маємо:  
 $C = 0\%$  (вода),  $d = 1$ . Рівняння:  $1 = a + b \cdot 0 \Rightarrow a = 1$ .  
 При  $C = 94\%$  (кислота) і  $d = 1,831$ , рівняння буде наступне:

$1,831 = a + b \cdot 94$ . Знаючи що  $a = 1$ , знаходимо  $b$ :

$$1,831 = 1 + 94b$$

$$0,831 = 94b$$

$$b = \frac{0,831}{94} = 0,00884$$

Отже,  $a = 1$ ,  $b = 0,00884$ .

2. Визначимо масову частку кислоти з густиною  $1,498 \text{ г/мл}$ :

$$1,498 = 1 + 0,00884C$$

$$0,498 = 0,00884C$$

$$C = \frac{0,498}{0,00884} = 56,3\%$$

отже, масова частка кислоти з густиною  $1,498 \text{ г/мл}$  становить  $56,3\%$ .

3. Визначимо густину  $37\%$ -вої сульфатної кислоти:  $d = 1 + 0,00884 \cdot 37$ , звідси  
 $d = 1,327$ .

4. Так як маса сульфатної кислоти в  $1 \text{ л}$  акумуляторної сульфатної кислоти дорівнює:

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1000 \text{ мл} \cdot 1,327 \text{ г/мл} \cdot 0,37 = 491 \text{ г}$ , то необхідний об'єм кислоти з густиною

$$1,498 \text{ г/мл} \text{ складає: } V(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{491 \text{ г}}{0,563 \cdot 1,498 \text{ г/мл}} = \frac{491}{0,843374} = 582 \text{ мл}$$

Об'єм води, який необхідно додати становить:  $V(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ мл} - 582 \text{ мл} = 418 \text{ мл}$ .

Відповідь: водю необхідно взяти  $582 \text{ мл}$  наявної у нього сульфатної кислоти і додати до неї  $418 \text{ мл}$  води.

### Задача 6. (16 балів)

На шальках терезів зрівноважені дві однакові відкриті склянки з однаковими розчинами хлоридної кислоти. До однієї склянки додали поташу ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ). У який бік зміститься рівновага терезів після закінчення реакції, якщо кислота є у надлишку? Після додавання до другої склянки деякої кількості заліза терези знову зрівноважились. Напишіть рівняння відповідних реакцій. Розрахуйте співвідношення між доданими у різні склянки масами поташу та заліза, за якого рівновага на шальках терезів зберігатиметься.

*Розв'язок*

Поташ – тривіальна назва калій карбонату.

1. При додаванні поташу до розчину хлоридної кислоти відбудеться реакція:



2. Позначимо масу склянки до реакції  $m^0$ , а масу поташу, який додали –  $m_{\text{пот}}$ . За рівнянням реакції (1) знайдемо масу  $\text{CO}_2$ , який виділиться:

$$\frac{m_{\text{пот}}}{M_{\text{пот}}} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \Rightarrow m_{\text{CO}_2} = \frac{44 \cdot m_{\text{пот}}}{138} = 0,319m_{\text{пот}}$$

Тоді маса першої склянки після реакції:

$$m_1 = m^0 + m_{\text{пот}} - m_{\text{CO}_2} = m^0 + m_{\text{пот}} - 0,319 m_{\text{пот}} = m^0 + 0,681m_{\text{пот}} - \text{маса першої склянки зросте.}$$

3. При додаванні заліза до розчину хлоридної кислоти відбудеться реакція:



4. За рівнянням реакції знайдемо масу  $\text{H}_2$ , який виділиться:

$$\frac{m_{\text{Fe}}}{M_{\text{Fe}}} = \frac{m_{\text{H}_2}}{M_{\text{H}_2}} \Rightarrow m_{\text{H}_2} = \frac{2 \cdot m_{\text{Fe}}}{56} = 0,036m_{\text{Fe}}$$

Тоді маса другої склянки після реакції:

$$m_2 = m^0 + m_{\text{Fe}} - m_{\text{H}_2} = m^0 + m_{\text{Fe}} - 0,036m_{\text{Fe}} = m^0 + 0,964m_{\text{Fe}}$$

5. Щоб терези знову зрівноважились треба

$$m^0 + 0,681m_{\text{пот}} = m^0 + 0,964m_{\text{Fe}};$$

$$0,681m_{\text{пот}} = 0,964m_{\text{Fe}}$$
$$m_{\text{Fe}} = \frac{0,681}{0,964} m_{\text{пот}} = 0,706m_{\text{пот}} \quad \text{або} \quad \frac{m_{\text{пот}}}{m_{\text{Fe}}} = 1,416$$

Відповідь: 1) терези будуть спрямовані в бік першої склянки;

2) співвідношення між масами поташу і заліза дорівнює 1,416.