

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2021-2022 н.р.
8 клас

Теоретичний тур

Задача 1. (12 балів)

Вам запропоновано ряд сполук, серед яких нітратна кислота, барій йодид, кальцій оксид, натрій гідроксид, сульфур(IV) оксид та хлор.

А Складіть молекулярні та структурні формули наведених сполук; визначте тип хімічного зв'язку та тип кристалічної ґратки в них.

Б Розподіліть зазначені формули за фізико-хімічними властивостями їх речовин: а) тугоплавкі; б) водорозчинні; в) леткі; г) кислотні; д) основні.

В Складіть п'ять рівнянь хімічних реакцій між речовинами, що здатні взаємодіяти між собою. Визначте класи сполук до яких належать продукти реакцій.

Розв'язок

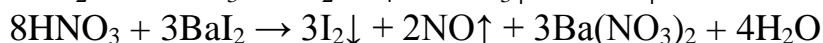
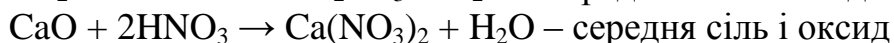
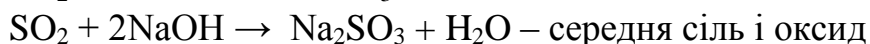
А Записуємо молекулярні та структурні формули сполук, а також типи їх хімічного зв'язку.

| Молекулярні формули | Структурні формули | Типи хімічного зв'язку | Тип кристалічної ґратки |
|---------------------|---|--------------------------------|-------------------------|
| HNO ₃ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{N} - \text{O} - \text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ | ковалентний полярний | молекулярна |
| BaI ₂ | I – Ba – I | йонний | йонна |
| CaO | Ca = O | йонний | йонна |
| NaOH | Na – O – H | ковалентний полярний йонний | йонна |
| SO ₂ | O = S = O | ковалентний полярний | молекулярна |
| Cl ₂ | Cl – Cl | ковалентний неполярний | молекулярна |

Б

| | | | | |
|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| тугоплавкі | водорозчинні | леткі | кислотні | основні |
| BaI ₂ | HNO ₃ | Cl ₂ | HNO ₃ | NaOH |
| CaO | BaI ₂ | SO ₂ | SO ₂ | CaO |
| NaOH | NaOH | HNO ₃ | | |

В Можливі наступні хімічні реакції:



Задача 2. (10 балів)

Користуючись Періодичною системою хімічних елементів, визначте:

А Який неметал утворює водневу сполуку з найменшою молекулярною масою? Обчисліть його масову частку в сполуці.

Б Скільки електронів і протонів уміщують такі частинки: S^{2-} , Al^{3+} , NH_3 .

В Метал прореагував з киснем масою 1,6 г. При цьому утворився оксид масою 5,6 г зі ступенем окиснення металічного елемента +2. Визначте елемент та вкажіть його нуклонне число. Запишіть електронну формулу металу та його йону.

Розв'язок

А CH_4 – метан

$$Mr(CH_4) = 12 + 4 = 16$$

$$w(C) = \frac{n \cdot Ar}{Mr} = \frac{1 \cdot 12}{16} = 0,75 = 75\%$$

Б $S^{2-} - p^+ = 16, \bar{e} = 18$

$$Al^{3+} - p^+ = 13, \bar{e} = 10$$

$$NH_3 - p^+ = 7 + 3 = 10, \bar{e} = 7 + 3 = 10$$

В Записуємо рівняння хімічної реакції: $2Me + O_2 = 2MeO$

Керуючись Законом збереження маси обчислюємо масу невідомого металу:

$$m(Me) = 5,6 \text{ г} - 1,6 \text{ г} = 4 \text{ г}$$

$$\text{Складаємо пропорцію: } \frac{4}{x} = \frac{5,6}{x+16}$$

$$4(x+16) = 5,6x$$

$$4x + 64 = 5,6x$$

$$64 = 5,6x - 4x$$

$$x = 40 - \text{Ca (Кальцій)}. \text{ Нуклонне число Кальцію } p^+ + n^0 = 20 + 20 = 40$$

Електронна формула металу Ca – $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 s^2$

Електронна формула йону металу $Ca^{2+} - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 s^0$

Задача 3. (10 балів)

Вуглекислий газ складав основу атмосфери молодій Землі на ряду з азотом та водяною парою. Його відсоток поступово зменшувався з часів появи океанів та зародження життя. Проте, починаючи із середини XIX століття відмічається стійке зростання кількості цього газу в атмосфері. Однією із причин цього є використання людством корисних копалин, що застосовують для виробництва енергії.

А Обчисліть об'єм (m^3) вуглекислого газу (н.у.), що виділиться в результаті спалювання 40 кг вугілля з масовою часткою домішок 5%.

Б Обчисліть об'єм (н.у.), що займе суміш вуглекислого газу і азоту масою 40 г, якщо масова частка вуглекислого газу в ній становить 40%.

Розв'язок

А $C + O_2 \rightarrow CO_2$

$$w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}$$

$$m(C) = 40000 \text{ г} \cdot 0,95 = 38000 \text{ г}$$

$$n(C) = \frac{38000 \text{ г}}{12 \text{ г/моль}} = 3167 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) \Rightarrow n(\text{CO}_2) = 3167 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_m = 3167 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 70933 \text{ л} = 70,9 \text{ м}^3$$

$$\text{Б } w = \frac{m(\text{речов.})}{m(\text{сум.})}$$

$$m(\text{CO}_2) = 40 \text{ г} \cdot 0,4 = 16 \text{ г, тоді } m(\text{N}_2) = 40 \text{ г} - 16 \text{ г} = 24 \text{ г}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{16 \text{ г}}{44 \text{ г/моль}} = 0,3636 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,3636 \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 8,145 \text{ л}$$

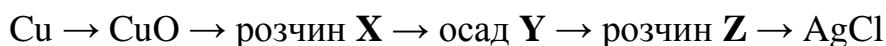
$$n(\text{N}_2) = \frac{24 \text{ г}}{28 \text{ г/моль}} = 0,8571 \text{ моль}$$

$$V(\text{CO}_2) = 0,8571 \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 19,2 \text{ л}$$

$$V(\text{сум.}) = 8,145 \text{ л} + 19,2 \text{ л} = 27,345 \text{ л} = 27,3 \text{ л}$$

Задача 4. (10 балів)

Проаналізуйте запропоновану схему:

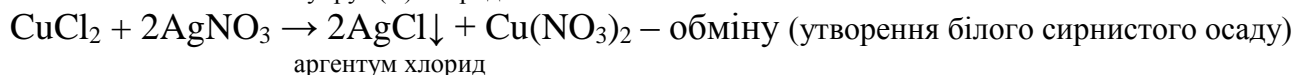
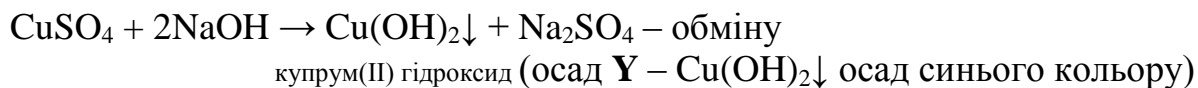
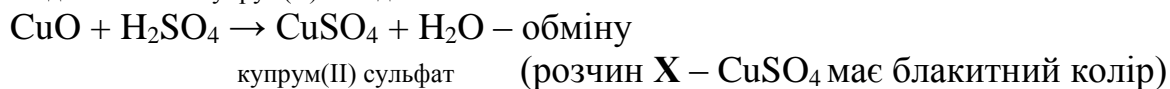
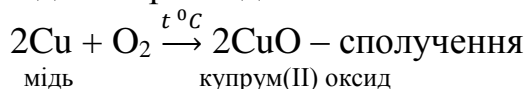


А Запишіть молекулярні формули речовин **X**, **Y**, **Z**, що відповідають наведеним агрегатним станам, відповідно до запропонованої схеми. Дайте усім сполукам схеми назви.

Б Запишіть рівняння всіх хімічних реакцій, зазначте їх ознаки та типи.

Розв'язок

Один з прикладів:



Задача 5. (14 балів)

Елементи **А**, **Б**, **В** розташовані в II періоді періодичної системи хімічних елементів Д.І. Менделєєва. Охолоджений водний розчин сполуки A_xB_y змінює колір універсального індикаторного папірця на червоний, а водний розчин сполуки B_nB_m – на синій. Сполуки A_xB_y та B_nB_m взаємодіють одна з одною, утворюючи малорозчинну у воді сіль.

А Назвіть елементи **А**, **Б**, **В**.

Б Запишіть молекулярні формули сполук A_xB_y та B_nB_m . Відповідь аргументуйте. Запишіть рівняння хімічної реакції, що ілюструє процес одержання цих сполук.

В Запишіть рівняння хімічних реакцій, що відповідають умові задачі.

Розв'язок

А Елемент **А** – Карбон (С), елемент **Б** – Оксиген (О), елемент **В** – Літій (Li).

Б Сполука A_xB_y – карбон(IV) оксид (CO_2). Він утворюється у результаті взаємодії вуглецю з киснем: $C + O_2 \xrightarrow{t^0C} CO_2$. Це кислотний оксид, а тому його водний розчин – це кислота, яка й буде змінювати забарвлення індикатора на червоний колір (оскільки у результаті дисоціації карбонатної кислоти утворюється катіон H^+).

Сполука B_nB_m – літій оксид (Li_2O). Він утворюється у результаті взаємодії літію з киснем: $4Li + O_2 \rightarrow 2Li_2O$. Це оксид основний, утворений лужним металом, а тому він розчиняється у воді з утворенням луку, який і буде змінювати забарвлення індикатора на синій колір (оскільки у результаті дисоціації літій гідроксиду утворюються аніони OH^-).

В Утворення водного розчину карбон(IV) оксиду: $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$

Утворення водного розчину літій оксиду: $Li_2O + H_2O = 2LiOH$

У результаті взаємодії карбон(IV) оксиду й літій оксиду утворюється малорозчинна у воді сіль літій карбонат: $CO_2 + Li_2O = Li_2CO_3$.

Задача 6. (14 балів)

Суміш кальцій карбонату, кальцій ортофосфату та кальцій хлориду помістили у воду. Маса нерозчинного залишку, який залишився у посудині після розчинення речовин, становить 51 г. У посудину долили хлоридну кислоту, що містила стехіометричну кількість речовини хлороводню. При цьому виділився газ об'ємом 4,48 л (н.у.). До одержаного розчину долили розчин аргентум нітрату, повністю осадивши хлорид-йони. Випав осад масою 129,15 г. Обчисліть масові частки солей у вихідній суміші.

Розв'язок

1. Розчиняється у воді лише кальцій хлорид. Нерозчинний залишок містить кальцій карбонат та кальцій ортофосфат.
2. Аналізуючи умову задачі робимо висновок, що після того, як долили у суміш хлоридну кислоту, що містила стехіометричну кількість речовини хлороводню, то одразу в реакцію вступив кальцій карбонат, у результаті чого виділяється газ (ця реакція відбувається найшвидше, а тому обчислення ведемо саме за нею):



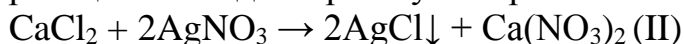
За рівнянням (I) обчислюємо кількість та масу кальцій карбонату, що вступила в реакцію:

$$n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} = \frac{4,48\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(CO_2) = n(CaCO_3) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(CaCO_3) = n(CaCO_3) \cdot M(CaCO_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 20 \text{ г}$$

3. Оскільки в розчині у нас міститься лише $CaCl_2$, то складаємо рівняння хімічної реакції взаємодії з аргентум нітратом:



$$n(AgCl) = \frac{m(AgCl)}{M(AgCl)} = \frac{129,15\text{г}}{143,5\text{г/моль}} = 0,9 \text{ моль}$$

З рівняння (II) робимо висновок, що $n(CaCl_2) = 1/2n(AgCl) = 0,45 \text{ моль}$

Оскільки за рівнянням (I) утворилося 0,2 моль $CaCl_2$, так як $n(CaCl_2) = n(CO_2)$, то у вихідній суміші було $0,45 \text{ моль} - 0,2 \text{ моль} = 0,25 \text{ моль } CaCl_2$.

4. Обчислюємо масу $CaCl_2$:

$$m(CaCl_2) = n(CaCl_2) \cdot M(CaCl_2) = 0,25 \text{ моль} \cdot 111\text{г/моль} = 27,75 \text{ г}$$

5. Обчислюємо масу суміші та масові частки компонентів суміші:

$$m(\text{сум.}) = 51 \text{ г} + 27,75 \text{ г} = 78,75 \text{ г}$$

$$w(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{сум.})} = \frac{20\text{г}}{78,75\text{г}} = 0,254 \text{ або } 25,4\%$$

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{m(\text{сум.})} = \frac{27,75\text{г}}{78,75\text{г}} = 0,3524 \text{ або } 35,2\%$$

$$w(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 100\% - 35,2\% - 25,4\% = 39,4\%$$

Практичний тур

Завдання 1. Ліки від печії (6 балів)

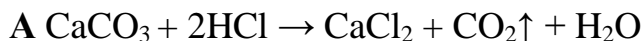


У складі антрацидних (проти печії) лікарських пігулок «Печаївські» містяться карбонати Кальцію та Магнію.

А Складіть рівняння реакцій цих сполук із хлоридною кислотою, що є компонентом шлункового соку.

Б Поясніть значення слова «антацидний», якщо вважати, що в основі лежить хімізм перебігу реакції.

Розв'язок



Б «Антрациди» – це лікарські засоби, що знижують кислотність шлункового соку, нейтралізуючи хлоридну кислоту шлунку.

Завдання 2. Розпізнавання речовин (10 балів)

Вам видано п'ять пронумерованих пробірок, у яких знаходяться сухі солі: магній хлорид, барій хлорид, плумбум(II) хлорид, цинк хлорид та натрій хлорид.

А Складіть план(таблицю) віртуального експерименту по розпізнаванню цих речовин, якщо із *додаткових реактивів* у вас є розчини сульфатної кислоти та натрій гідроксиду, а також дистильована вода.

Б Опишіть поетапно хід виконання експерименту та запишіть рівняння хімічних реакцій, що супроводжують процес розпізнавання речовин, у молекулярній формі там, де це потрібно.

В Запишіть рівняння хімічних реакцій, що підтверджують проходження проміжних процесів, або ж кінцевий їх перебіг там, де це потрібно.

Розв'язок

А 1. План віртуального експерименту розпізнавання речовин.

| спостереження | Солі, відповідно до умови задачі | | | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| додаткові реагенти | MgCl ₂ | BaCl ₂ | PbCl ₂ | ZnCl ₂ | NaCl |
| H ₂ O | р | р | помутніння | р | р |
| H ₂ SO ₄ | — | ↓б. | ↓ | — | — |
| NaOH | ↓білий | — | ↓бурий | ↓р-ся в надл.* | — |

* осад розчиняється в надлишку луку.

Б, В Рівняння хімічних реакцій:

1) У чисті пробірки відбираємо по декілька кристалів солей і додаємо до них дистильовану воду. У чотирьох пробірках солі розчиняються, а в одній спостерігаємо помутніння. Це – малорозчинна сіль PbCl₂.

- 2) До чотирьох розчинів додаємо краплями сульфатну кислоту. Осад випаде лише в одній пробірці – це BaCl_2 :
$$\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$$

В інших чотирьох пробірках утворюються сульфати, розчинні у воді.
- 3) До трьох розчинів, що залишилися, додаємо по краплях розчин натрій гідроксиду (луг), при цьому спостерігаємо наступні зовнішні ефекти:
 - у пробірці, що містить розчин MgCl_2 , випадає осад, який не буде розчинятися в надлишку NaOH :
$$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$$
 - у пробірці, що містить розчин ZnCl_2 , випадає драглистий осад, який буде розчинятися в надлишку NaOH :
$$\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}.$$

$$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$$
- 4) У пробірці, що містить розчин NaCl , ніяких зовнішніх ефектів не відбулося.