**Розв`язки завдань**

**ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії**

**2021-2022 навчальний рік**

**8 клас**

**Завдання 1** ***(14 балів)***

В атомі деякого хімічного елемента **Х** кількість елементарних частинок становить 28. Усіх частинок, що мають електричний заряд, в атомі на 8 більше, ніж електронейтральних.

**А** Визначте елемент **Х**. Відповідь підтвердіть необхідними розрахунками

**Б** Напишіть електронні формули атома та йона цього елемента.

**В** Зобразіть електронну формулу (Льюїса) та графічну формулу простої речовини, утвореної елементом **Х**, зазначте тип хімічного зв`язку

**Г** Наведіть приклади двох бінарних сполук елемента **Х** із різними типами хімічного зв’язку (запишіть формулу, назву кожної сполуки та вкажіть відповідний тип хімічного зв’язку).

**Розв`язання**

**А** Позначимо кількість нейтронів через х.

Тоді сумарна кількість протонів та електронів дорівнює (х + 8).

Усього частинок: х + х + 8 = 28.

Звідси 2х = 20, х = 10.

Кількість протонів (як і електронів) в атомі дорівнює: (28 – 10) : 2 = 9.

Отже, порядковий номер хімічного елемента **Х** ― 9.

Цей елемент ― Флуор F. **(7б)**

**Б** Електронні формули атома **F** − 1s 22s 22p 5 , йона **F –** − 1s 22s 22p 6 . **(2б)**

**В** Проста речовина фтор **F2 ,  : F:F: F-F** ковалентний неполярний зв`зок **(3б)**

**Г** Приклади сполук: **HF**, гідроген флуорид (фтороводень), ковалентний полярний зв’язок; **NaF** (або будь-яка інша сіль фторидної кислоти), натрій флуорид, йонний зв’язок **(2б)**

**Завдання 2** ***(15 балів)***

В медицині широко застосовується 3 %-й розчин гідроген пероксиду. Із часом концентрація сполуки в розчині зменшується через її повільний розклад. Щоб підвищити масову частку гідроген пероксиду в розчині до 3 %, необхідно додати до нього певну порцію 30 %-го розчину цієї сполуки. **А** Запишіть молекулярну та структурну формули гідроген пероксиду.

**Б** Напишіть рівняння реакції розкладу гідроген пероксиду. **В** Обчисліть маси 1,5 %-го та 30 %-го розчинів гідроген пероксиду, які потрібно змішати, щоб приготувати 200 г 3 %-го розчину.

**Г** Зазначте чотири способи, за допомогою яких аптекар може відрізнити розчин гідроген пероксиду від звичайної води.

Розв’язання:

**А** H2O2 – молекулярна формула − структурна формула (**2б**)

**Б** 2H2O2 → 2H2O + O2↑ (каталізатор MnO2) **(1б)**

**В** ***1 спосіб.*** Приймаємо масу 30 %-го розчину Н2О2 за **х** г. Тоді m(1,5 %-го розчину H2O2) = 200 – **x** г.

Знаходимо маси розчиненої речовини в розчинах: m1(H2O2) = x∙30/100 = **0,3x** г m2(H2O2) = (200 – x) ∙ 1,5/100 =**3– 0,015x** (г)

m(H2O2) = 0,3x + (3– 0,015x) = 0,285x + 3(г)

Обчислюємо маси 1,5 %-го і 30 %-го розчинів Н2О2.

У 200 г 3 %-го розчину Н2О2 має міститися 6 г гідроген пероксиду:

0,285x + 3= 6; х = 10,53(г)

Отже, для приготування 200 г 3 %-го розчину Н2О2 необхідно змішати

**10,53г 30 %-го** розчину та **189,47г 1,5 %-го** розчину.

***2 спосіб.*** За «правилом хреста» (**8б**)

**Г** 1. Аптекар може додати в рідину невеличку кількість марганцівки (калій перманганату KMnO4). У воді ця сполука розчиняється, а з розчином Н2О2 одразу взаємодіє з виділенням кисню: 3H2O2 + 2KMnO4 = 2KOH + 2MnO2↓ + 3O2↑ + 2H2O.

2. Аптекарю можна використати реакцію взаємодії калій йодиду KI з Н2О2 (при зливанні безбарвних розчинів сполук утворюється йод, який надає рідині бурого кольору).

3. Можна також використати речовини, що є каталізаторами розкладу гідроген пероксиду, наприклад: MnO2, CuSO4, FeCl3, гемоглобін (міститься в крові) та ін. (рівняння реакції відповідно до п. 2).

4. Розкладання гідроген пероксиду можна спостерігати і при нагріванні (t° >> 75°C). Щоб відрізнити виділення кисню від парів води під час її кипіння, слід зібрати виділений газ і піднести до нього тліючу скіпку. У кисні скіпка яскраво спалахує. Наведені методи розрізнення води та гідроген пероксиду не є вичерпними **(4б)**

**Завдання 3** ***(20 балів)***

Невідома бінарна сполука утворена двома видами хімічних частинок (з однаковою електронною конфігурацією 1s22s22p63s23p6) у молярному співвідношенні 1:1. Її наважка масою 14,9 г повністю прореагувала в еквімолярному співвідношенні з 20,0 г розчину 98%-ої (за масою) сульфатної кислоти.

**А** Розгляньте формули можливих бінарних сполук. **Б** Установіть формулу та природу невідомої речовини та запишіть рівняння відповідної реакції її взаємодії з сульфатною кислотою. **В** Визначте масу солі, утвореної в результаті зазначеної взаємодії. **Г** Чи реагуватиме водний розчин утвореної солі з металічним магнієм? Якщо так, то запишіть рівняння відповідної реакції.

Розв’язання

1. Електронній будові 1s22s22p63s23p6 відповідають катіони К+ , Са2+ , Sc3+, аніони Cl- , S 2- , P 3- . При поєднанні цих катіонів та аніонів утворюються сполуки KCl, CaS, ScP. (**3б+1б** за міркування)

2. Знаходимо масу Н2SО4 у розчині 98%-ої сульфатної кислоти:

m(H2SO4) = w(H2SO4) ∙ m(р-ну) = 0,98 ∙ 20 г = **19,6 г** **(2б)**

3. Знаходимо кількість речовини H2SO4, яка прореагувала з невідомою речовиною: n=m/M M(H2SO4)=98г/моль n=19,6г:98г/моль=**0,2моль (2б)**

4. Оскільки невідома речовина прореагувала повністю з H2SO4 у еквімолярному співвідношені, то кількість невідомої речовини становить 0,2 моль. **(1б)**

Отже, обчислимо молярну масу бінарної сполуки M=m/n

M=14,9г/0,2моль = 74,5г/моль **(2б)**

М(KCl) = 74,5 г/моль; М(СaS) = 72 г/моль; М(ScP) = 76 г/моль (**2б**)

Отже, невідома речовина – KCl (калій хлорид) **(1б)**

5. Рівняння відповідної реакції: KClтв. + H2SO4 (конц.)→ НCl↑ + KHSO4  (**2б**)

6. Сіль, яка утворюється в результаті реакції – калій гідрогенсульфат (KHSO4) Знаходимо її масу за рівнянням реакції:

m(KHSO4) = n (KHSO4) ∙ M(KHSO4) = 0,2 ∙ 136 = 27,2 (г) **(2б)**

7. Складаємо рівняння реакції взаємодії водного розчину утвореної солі KHSO4 з Mg: 2KHSO4 + Mg = K2SO4 + MgSO4 + H2↑ (**2б)**

**Завдання 4** ***(14 балів)***

При повному згорянні суміші двох двовалентних металів масою 2,58 г утворилася суміш оксидів масою 3,22 г, а при обробці суміші металів такої самої маси надлишком хлоридної кислоти виділився водень об’ємом 0,448 л (н.у.) і залишився нерозчинний залишок масою

1,28 г. **А** Визначте метали, що були у вихідній суміші. **Б** Обчисліть масові частки (у%) металів у вихідній суміші

Розв’язання

**А** Записуємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі:

2Мet1 + O2 = 2Мet1O (1) **(0,5б)**

2Мet(2) + O2 = 2Мet(2)O (2) **(0,5б)**

Мet1 + 2HCl = Мet1Cl2 + H2↑ (3) **(0,5б)**

Мet2 + HCl = нерозчинний залишок масою 1,28 г (4) **(0,5б)**

Отже, m(Мet1) = 2,58 г – 1,28 г = **1,3 г** **(1б)**

(𝐻2 ) = 𝑉 /𝑉𝑚 = 0,448л /22,4л/моль = **0,02моль** **(1б)**

За рівнянням реакції (3) n(H2) = n(Met1) = **0,02 моль** **(1б)**

М(𝑀𝑒𝑡1 ) = 1,3г /0,02моль = 65 г/моль, отже Мet1 – Zn (Цинк), метал – **цинк.** (**1б)**

Тоді, рівняння (1) можна записати як 2Zn + O2 = 2ZnO

(𝑍𝑛) = 1,3 г /65г/моль = 0,02 моль ⇒ 𝑛(𝑍𝑛) = 𝑛(𝑍𝑛𝑂) = **0,02 моль** **(1б)**

m(ZnO) = n·M = 0,02 моль · 81 г/моль = **1,62 г** **(1б)**

Отже, при повному згорянні суміші двох металів утворюється 1,62 г ZnO та

m(Мet(2)O) = 3,22 г – 1,62 г = **1,6 г** **(1б)**

Визначаємо за рівнянням (2) відносну атомну масу Met(2), яку приймемо за **х**

**1,28г 1,6г**

2Мet(2 )+ O2 = 2Мet(2)O

**2х 2(х+16)**

х = 64 ⇒ Мet(2) – Сu (Купрум), метал – **мідь.** **(3б)**

Відповідь: метали, що утворювали суміш – мідь та цинк

**Б** W(Zn)= 1,3/2,58=0,5039 (50,39%)

W(Cu)= 0,4961 (49,61%) **(2б)**

**Завдання 5** ***(17 балів)***

Використовуючи залізо, сірку та воду запропонуйте способи добування 15 нових речовин, з яких три прості речовини, п’ять оксидів, три кислоти, одна основа та три солі. Одержані речовини можна використовувати у подальшому синтезі. Укажіть умови проходження реакцій, їх типи та дайте назву продуктам реакції (простим речовинам, оксидам, кислотам, основам, солям).

Розв’язання

Прості речовини:

2Н2О → 2Н2↑ + О2↑ (електричний струм) – розкладу (водень, кисень)

3О2 → 2О3↑ (електричний струм)

Оксиди: 3Fe + 4H2O t → Fe3O4 + 4H2↑ – заміщення (ферум(ІІ,ІІІ) оксид, водень) або 3Fe + 2O2 ⎯t → Fe3O4 – сполучення (ферум(ІІ,ІІІ) оксид)

Fe3O4 + H2 ⎯t → 3FeO + H2O – заміщення або відновлення (ферум(ІІ) оксид, вода) 4FeO + O2 ⎯t → 2Fe2O3 – сполучення (ферум(ІІІ) оксид)

S + O2 ⎯t → SO2↑ – сполучення (сульфур(ІV) оксид)

2SO2 + O2 ⎯t,V2O5⎯→ 2SO3 – сполучення (сульфур(VІ) оксид)

Кислоти: Н2 + S → H2S↑ (+ розчинення у воді) – сполучення (сульфідна кислота)

SO2 + H2O → H2SO3 – сполучення (сульфітна кислота)

SO3 + H2O → H2SO4 – сполучення (сульфатна кислота)

Основи: 4Fe + 6H2O + 3O2 → 4Fe(OH)3 – сполучення (ферум(ІІІ) гідроксид) або Fe2O3 ∙ nH2O (на повітрі)

Солі: Fe + S ⎯t → FeS – сполучення (ферум(ІІ) сульфід)

FeO + SO3 ⎯t → FeSO4 – сполучення (ферум(ІІ) сульфат)

Fe2O3 + 3SO3 ⎯t → Fe2(SO4)3 – сполучення (ферум(ІІІ) сульфат)