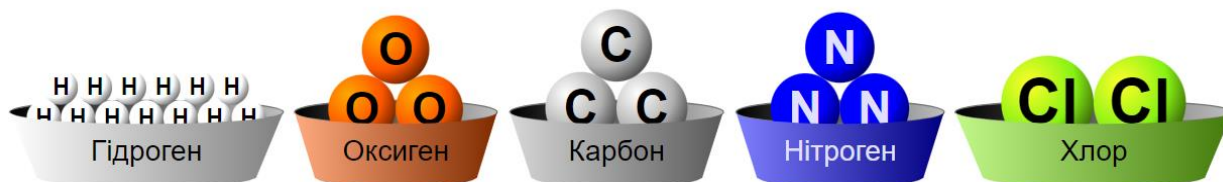


Розв'язки завдань
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2022-2023 навчального року
11 клас

Задача 1. (8 балів)

Із даної колекції атомів складіть молекулярні формули речовин та дайте їм назви за систематичною номенклатурою:



А три формули молекул простих речовин і три формули складних неорганічних речовин

Наприклад, прості речовини: O_2 – кисень, N_2 – азот, Cl_2 – хлор

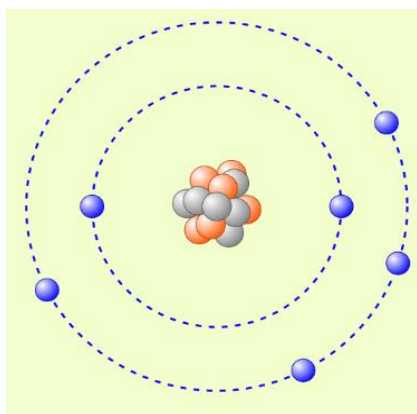
Наприклад, складні неорганічні речовини: HCl – гідроген хлорид, CO_2 – карбон(IV) оксид, NO_2 – нітроген(IV) оксид.

Б органічні сполуки, зазначених класів, використовуючи у кожній формулі всі атоми Карбону.

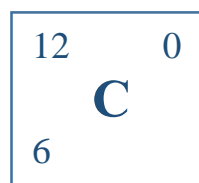
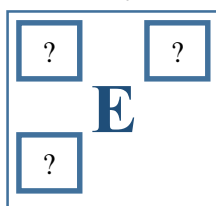
- алкану $CH_3 - CH_2 - CH_3$ – пропан
- алкену $CH_2 = CH - CH_3$ – пропен
- алкіну $CH \equiv C - CH_3$ – пропін
- спирту $CH_3 - CH_2 - CH_2OH$ – пропанол
- альдегіду $CH_3 - CH_2 - CHO$ – пропаналь
- аміду $CH_3 - CH_2 - CONH_2$ – пропіламід
- аміну $CH_3 - N - CH_3$ – триметиламін
- |
- CH_3
- карбонової кислоти $CH_3 - CH_2 - COOH$ – пропанова кислота
- галогенопохідну алкіну $CH \equiv C - CH_2Cl$ – 3-хлорпропін
- естер $CH_3 - COO - CH_3$ – метилетаноат

Задача 2. (8 балів)

Розгляньте малюнок, де зображено будову атома.



А Визначте символ невідомого хімічного елемента, його протонне і нуклонне числа та заряд.



Б Запишіть електронну та графічну формули хімічного елемента та можливі валентності.

Графічна формула



$2s^2$



$2p^2$

Можливі валентності II і IV



$1s^2$

Електронна формула – $1s^2 2s^2 2p^2$

В Зазначте можливі валентності та ступені окиснення елемента. Поясніть, чому в неорганічній і органічній хімії кількість валентних можливостей у нього різна.

Можливі валентності в неорганічних сполуках – II і IV, ступені окиснення – +2, +4, -2 (у карбідах). В органічних сполуках атом Карбону завжди має валентність IV і ступень окиснення +4, оскільки постійно перебуває у збудженому стані.

Г Поясніть з точки зору будови атома, хімічні властивості простої речовини, що утворюється цим хімічним елементом:

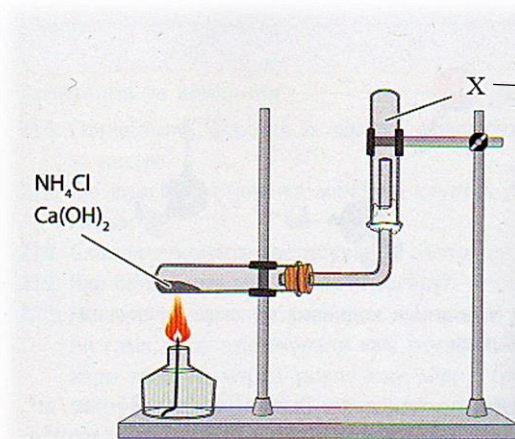
- 1) металічні, неметалічні чи амфотерні властивості;
- 2) окисник, відновник, окисник і відновник.

1) У атома Карбону на останньому енергетичному рівні міститься чотири електрони, що властиво для неметалічних елементів.

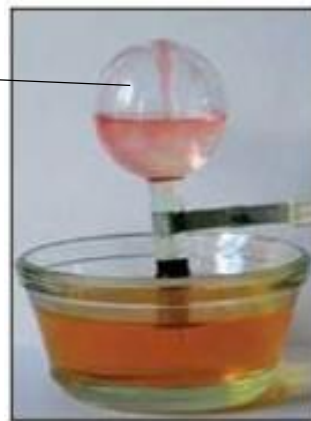
2) У хімічних реакціях вуглець може проявляти відновні й окисні властивості, оскільки атом Карбону може як приєднувати так і віддавати чотири електрони, утворюючи завершений енергетичний рівень.

Задача 3. (12 балів)

В Україні однією з провідних підгалузей хімічної промисловості є виробництво мінеральних добрив. Сировиною для багатьох з них є речовина **X**, яку в лабораторіях у невеликих об'ємах добувають способом зображеним на малюнку 1. Розгляньте запропоновані мал. 1 і 2.



Мал. 1



Мал. 2

А Поміркуйте та поясніть:

- 1) яку речовину **X** можна добути способом, зазначеним на мал.1?
- 2) чому на мал. 1 під час збирання речовини **X**, пробірку тримають догори дном та навіщо її закривають ватою?
- 3) чи можна збирати речовину **X** витісненням води? Відповідь аргументуйте?
- 4) чи можна за допомогою індикатора визначити наявність речовини **X** у пробірці (мал.1)? Якщо так, то зазначте індикатор та опишіть як це зробити. Якщо ні, то запропонуйте спосіб визначення речовини **X**.

- 5) чому на мал.2 колба, що попередньо заповнена речовиною X, наповнюється водою «фонтаном» і при цьому набуває малинового забарвлення?
- 6) яких правил безпеки потрібно дотримуватися під час добування речовини X у лабораторії? Чому?

1) Речовина X – амоніак.

2) Пробірку тримають догори дном, оскільки амоніак легший за повітря і при його одержанні буде підніматися вгору. Ваткою закривають пробірку, оскільки вдихання амоніаку є шкідливим (токсичний, сильно подразнює шкіру та слизові оболонки очей і носоглотки).

3) Неможна, оскільки амоніак дуже добре розчиняється у воді.

4) Можна визначити за допомогою універсального індикаторного папірця. Його потрібно змочити водою і піднести до нижнього отвору пробірки. Якщо амоніак є, то вологий індикаторний папір змінить забарвлення на синій колір.

5) Якщо у воду додати декілька крапель фенолфталеїну, що є індикатором на лужне середовище, і запустити цю воду у колбу з амоніаком, то розчин набуде малинового забарвлення. Колба з амоніаком заповнюється «фонтаном» оскільки амоніак добре розчиняється у воді.

6) Добувають амоніак під витяжною шафою, оскільки він токсичний і сильно подразнює шкіру та слизові оболонки очей і носоглотки.

Б Запишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається між речовинами, зображеними на мал.1. Укажіть речовину X, її назву та молекулярну формулу.



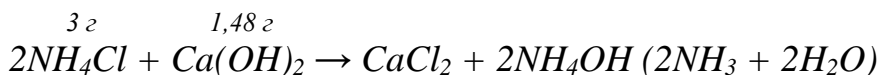
Речовина X – амоніак, NH_3

В Зазначте характеристики речовини X.

Характеристики	X
Колір	безбарвний
Запах	характерний різкий запах
Вага по відношенню до повітря	легший за повітря
Розчинність у воді	дуже добре розчиняється
Тип хімічного зв'язку в молекулі	ковалентний полярний
Тип кристалічної ґратки	молекулярна

Г Обчисліть об'єм (мл) речовини X (н.у.), що утвориться в результаті взаємодії кальцій гідроксиду масою 1,48 г і амоній сульфату масою 3 г, під час нагрівання.

Розв'язок



$$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 3\text{г} / 53,5\text{г/моль} = 0,06\text{моль}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,48\text{г} / 74\text{г/моль} = 0,02\text{моль}$$

$n(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ в недостаті, отже обчислення проводимо за ним.

$$n(\text{NH}_3) = 2 \cdot n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 0,02 = 0,04\text{моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = 0,04\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 0,896\text{л} = 896\text{мл}$$

Відповідь: об'єм амоніаку становить 896 мл

Д Обчисліть об'єм речовини X (н.у.), що потрібний для приготування його розчину масою 50 г із масовою часткою речовини X 25%.

$$w(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{m(\text{р-ну NH}_3)} = m(\text{NH}_3) = 0,25 \cdot 50\text{г} = 12,5\text{г}$$

$$n(\text{NH}_3) = 12,5\text{г} / 17\text{г/моль} = 0,74\text{моль}$$

$$V(\text{NH}_3) = 0,74\text{моль} \cdot 22,4\text{л/моль} = 16,6\text{л}$$

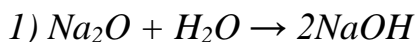
Задача 4. (9 балів)

Напишіть по три рівняння хімічних реакцій, за допомогою яких можна добути:
а) розчинні, б) практично не розчинні основи. Напиши їх назви.

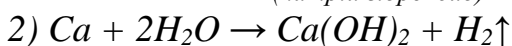
Для реакцій йонного обміну запишіть повні та скорочені йонно-молекулярні рівняння реакцій. Для окисно-відновних реакцій складіть електронний баланс та визначте окисник і відновник.

Розв'язок

а) Розчинні основи:



(натрій гідроксид)

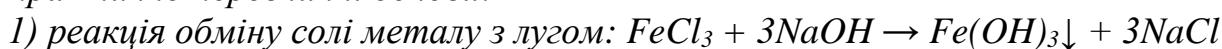


(кальцій гідроксид)

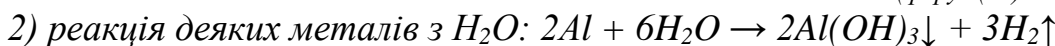


(калій гідроксид)

б) практично нерозчинні основи:



(ферум(III) гідроксид)



(алюміній гідроксид)



(алюміній гідроксид)

Задача 5. (13 балів)

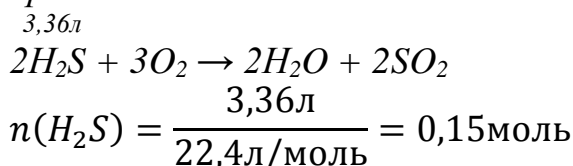
Продукти повного згоряння гідроген сульфіді об'ємом 3,36 л (н.у.) у надлишку кисню поглинаються 50,4 мл 23%-го розчину калій гідроксиду (густина 1,21 г/мл).

А Обчисліть масові частки речовин в отриманому розчині.

Б Обчисліть масу осаду, що виділиться при обробці цього розчину надлишком кальцій гідроксиду.

Розв'язок

А 1. Записуємо рівняння хімічної реакції, що відбувається за умовою задачі і проводимо за ним обчислення:



$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,15\text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 0,15\text{моль} \cdot 18\text{г/моль} = 2,7\text{г}$$

$$n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,15\text{ моль} \Rightarrow m(\text{SO}_2) = 0,15\text{моль} \cdot 64\text{г/моль} = 9,6\text{г}$$

$$m(\text{р-ну KOH}) = 50,4\text{ мл} \cdot 1,21\text{г/мл} = 61\text{г}$$

$$m(\text{KOH}) = 61\text{г} \cdot 0,23 = 14,03\text{г}$$

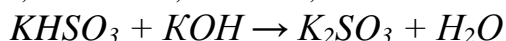
$$n(\text{KOH}) = \frac{14,03\text{г}}{56\text{г/моль}} = 0,25\text{моль}$$

2. Записуємо рівняння хімічних реакцій взаємодії з калій гідроксидом і визначаємо кількісний склад речовин у розчині.

$0,15\text{ моль}$ $0,15\text{ моль}$ $0,15\text{ моль}$

$\text{KOH} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{KHSO}_3$, оскільки за умовою задачі KOH 0,25 моль, а за рівнянням реакції вступило 0,15 моль, то $0,25\text{ моль} - 0,15\text{ моль} = 0,1\text{ моль}$ KOH залишилось непрореагованим. Тому реакція продовжується далі за схемою

$0,1\text{ моль}$ $0,1\text{ моль}$ $0,1\text{ моль}$



Таким чином, у кінцевому розчині знаходиться 0,1 моль K_2SO_3 і
 $0,15 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,05 \text{ моль } KHSO_3$

3. Обчислюємо маси і масові частки солей у розчині:

$$m(K_2SO_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 158 \text{ г/моль} = 15,8 \text{ г}$$

$$m(KHSO_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 6 \text{ г}$$

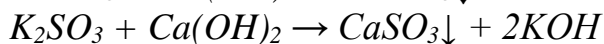
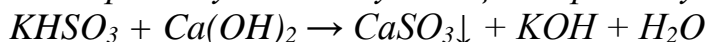
$$m(p\text{-ну}) = m(p\text{-ну } KOH) + m(H_2O) + m(SO_2) = 61 \text{ г} + 2,7 \text{ г} + 9,6 \text{ г} = 73,3 \text{ г}$$

$$w(K_2SO_3) = \frac{15,8 \text{ г}}{73,3 \text{ г}} = 0,216 = 21,6\%$$

$$w(KHSO_3) = \frac{6 \text{ г}}{73,3 \text{ г}} = 0,082 = 8,2\%$$

Б Обчислюємо масу осаду, що виділиться при обробці цього розчину надлишком кальцій гідроксиду.

Складаємо рівняння хімічної реакції, що відбуваються під час додавання до утвореного розчину надлишку кальцій гідроксиду:



$$n(KHSO_3) = n(CaSO_3) \Rightarrow n(CaSO_3) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(K_2SO_3) = n(CaSO_3) \Rightarrow n(CaSO_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(CaSO_3) = 0,1 \text{ моль} + 0,05 \text{ моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(CaSO_3) = 0,15 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 18 \text{ г}$$

Відповідь: 8,2% $KHSO_3$, 21,6% K_2SO_3 , 18 г $CaSO_3$.