

## Завдання III етапу 50-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади

(27.01.2013 р., м. Київ)

### Теоретичний тур

11 клас

#### Задача № 1 «Про ізомерні сполуки»

В лабораторній роботі у школяра Сашка було завдання — знайти формулу сполуки, яка містить 64,82 % Карбону (за масою), 13,6 % Гідрогену, решта – Оксиген. Йому було видано чотири пробірки з рідинами (1)–(4), які були між собою ізомерами вищезгаданого складу. Виявилось, що всі ці сполуки реагують з металічним натрієм із виділенням газу. Сашко також виявив, що рідина (1) дає пробу Лукаса (обробка речовини розчином  $ZnCl_2$  у концентрованій  $HCl$ ) за звичайних умов, а сполука (3) – при нагріванні. Учитель навіть показав школярам ПМР спектри сполук (1)–(4), оскільки був упевнений, що вони їм не допоможуть. Сашко встиг запам'ятати лише те, що в спектрах сполук (2) і (3) найбільше сигналів, у сполуки (4) – трохи менше їх, а в сполуки (1) сигналів було найменше. Допоможіть Сашку знайти структурні формули цих сполук і визначити номери пробірок, у яких вони знаходяться. Відповідь обґрунтуйте.

#### Задача № 2 «Проблеми очищення речовин...»

Перекристалізація – метод очищення речовин, що полягає у розчиненні їх у гарячому розчиннику (для неорганічних солей звичайно використовують воду) та наступному охолодженні одержаного розчину. Визначте масу  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ , що містить 7% домішок, із якої при перекристалізації в інтервалі температур від 70 до 20 °С можна добути 1 кг чистого кристалогідрату. Розчинність безводного  $MgSO_4$  (у грамах на 100 г води) становить 59,0 при 70 °С та 44,5 при 20 °С.

Вважайте, що домішки при перекристалізації в осад не виділяються.

#### Задача № 3 «Трохи кольорової хімії»

Сполуки у наведеній нижче схемі перетворень яскраво забарвлені, що й не дивно, бо всі вони містять елемент **X**, назва якого переводиться з латинської мови як «кольоровий». Перетворення **A** в **B**, **C** та **F** в **D** проводяться із твердими речовинами, всі інші – у водних розчинах.

Сполуки **A** та **C** – кристали оранжевого кольору, причому **C** містить 41,26 % елементу **X**, 3,20 % гідрогену, 11,11 % нітрогену, решта – оксиген.

Реакція термічного розкладу **C** із утворенням сіро-зеленого порошку **D** – один з найкрасивіших демонстраційних дослідів.

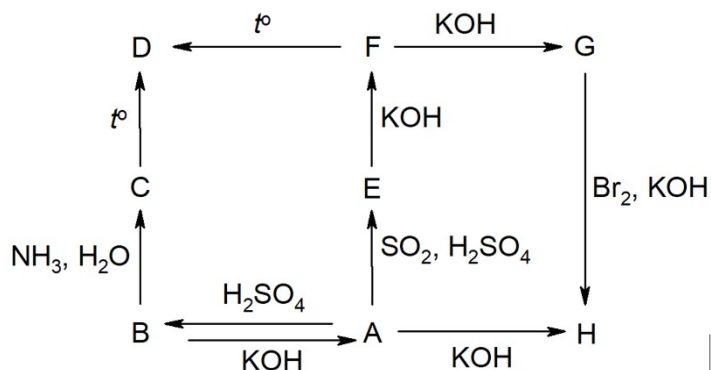
Речовина **B** – оксид елементу **X**, має темно-червоний колір.

**E** може бути виділена у вигляді великих фіолетових кристалів у формі правильних октаєдрів, ці кристали містять 10,41 % елементу **X**, 4,84 % Гідрогену, 12,84 % Сульфуру, 7,83 % Калію, решта – Оксиген.

**F** – сіро-фіолетовий осад.

**G** – розчинна сполука зеленого кольору.

**H** – жовта речовина.



Знайдіть елемент **X**. Розшифруйте сполуки **A** – **H**. Напишіть рівняння всіх згаданих хімічних реакцій.

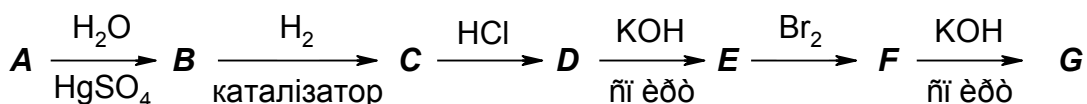
#### Задача № 4 «Отруйний газ»

Речовина **X** – отруйний газ (н. у.), що активно реагує з водою і має дуже вузький температурний інтервал рідкого стану (за нормального тиску температура кипіння лише на  $4^{\circ}\text{C}$  вища за температуру плавлення). Для добування газу **X** у промисловості оксид **A** ( $w(\text{O}) = 53,33\%$ ) розчиняють у фторидній кислоті, а отриманий розчин **B** обробляють розчином  $\text{BaCl}_2$ . Осад **C**, що утворюється, відфільтровують, висушують і нагрівають до  $300^{\circ}\text{C}$ ; при цьому утворюються газ **X** і твердий залишок **D**.

- 1) Визначте сполуки **A** – **D** та газ **X**. Відповідь обґрунтуйте розрахунками.
- 2) Наведіть хімічні рівняння для всіх згаданих перетворень.
- 3) Яку просторову будову мають молекули газу **X** та аніон солі **C**?
- 4) Напишіть рівняння реакцій, що можуть відбуватися при взаємодії **X** з водою. Які з цих реакцій є зворотними?

#### Задача № 5 «Органічний ланцюг»

Розшифруйте ланцюг таких перетворень:



Відомо, що **A** та **G** — вуглеводні, що мають однакову формулу  $\text{C}_4\text{H}_6$ . **A** дає осад з амоніачним розчином аргентум оксиду, а **G** – ні.

Напишіть рівняння реакцій та назвіть органічні сполуки **A** — **G**.

#### Задача № 6 «Трохи про ціаніди...»

У шкільному курсі хімії вивчають реакції нейтралізації – взаємодію основ з кислотами з утворенням солей і води. Проте нерідко реакція може проходити і в зворотному напрямі; відбувається гідроліз відповідної солі. У 100 мл води за стандартних умов розчинили 6,5 г KCN. (Змінами об'єму при розчиненні знехтуйте.)

1. Обчисліть масову частку та молярну концентрацію KCN в утвореному розчині.
2. Напишіть молекулярне та скорочене йонне рівняння гідролізу калій ціаніду.
3. Обчисліть константу гідролізу, врахувавши, що константа дисоціації HCN  $K_a = 1.3 \cdot 10^{-9}$  моль/л, а йонний добуток води  $K_w = 10^{-14}$  моль<sup>2</sup>/л<sup>2</sup>.
4. Обчисліть ступінь гідролізу калій ціаніду в утвореному розчині.
5. Обчисліть pH розчину KCN.
6. Чому KCN гідролізує, а KCl – ні?
7. Яким стане pH розчину, якщо до нього додати ще 0,01 моль HCN?

### Задача № 7 «І в хімічних реакціях буває порядок...»

У реакції  $n \text{ A} \rightarrow \text{B}$ , яка має цілий порядок, концентрація вихідної речовини  $1,5 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$  була досягнута за 3 хв при її початковій концентрації  $3,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$  та за 4,5 хв при початковій концентрації  $6,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ .

1. Знайдіть порядок указаної реакції.

У певний момент часу швидкість витрачання **A** становила  $0,8 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$ .

2. Знайдіть швидкість утворення **B** у цей момент.

3. За який час буде досягнуто концентрацію вихідної речовини  $2,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$  при її початковій концентрації  $3,0 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ ?

4. Знайдіть відношення часу напівперетворення ( $\tau_{1/2}$ ) до часу перетворення речовини на третину ( $\tau_{1/3}$ ) для цієї реакції. Чи залежить це відношення від початкової концентрації вихідної речовини?

5. Чи залежить величина  $\frac{\tau_{1/2}}{\tau_{1/3}}$  від порядку реакції? Для відповіді на це питання знайдіть  $\frac{\tau_{1/2}}{\tau_{1/3}}$  для реакції, яка має порядок, що дорівнює іншому цілому числу.