

*LVI Обласна олімпіада юних хіміків (м. Львів, 13-14 лютого 2016 р.) 11 клас*

*Задача 1 (9 балів)*

Наважку аргентум карбонату нагріли до повного розкладу. Утворився чорний твердий залишок речовини **A** та двокомпонентна газова суміш речовин **B** і **B**. При нагріванні 20,00 г натрійвмісної бінарної сполуки **Г** в присутності еквівалентної кількості газу **B**, утворюється тверда речовина **Д** та виділяється газ – проста речовина **В**, яка повністю взаємодіє з 8,72 г чистої сірки з утворенням сульфур(IV) оксиду. Якщо **Д** кількісно перенести у розчин аргентум нітрату, то в осад випаде 50,16 г аргентум карбонату. Вкажіть номенклатурні назви речовини **A**, **B**, **B**, **Г** та **Д**, підтвердивши свої висновки кількісними розрахунками, та напишіть рівняння згаданих реакцій.

*Задача 2 (10 балів)*

Лаборант отримав завдання визначити вміст гідроген пероксиду у зразку концентрованого розчину відповідної сполуки. Для цього він приготував розчин калій перманганату відомої концентрації, підкислив його сульфатною кислотою та визначив об'єм кисню, який виділився відповідно до записаного ним рівняння:  $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ . При взаємодії наважки масою 1,00 г виділилось 0,330 л кисню (н.у.). Після швидких обчислень лаборант записав вміст пероксиду на листочку і передав на виробництво. За короткий час пролунав дзвінок від майстра з цеху, який попросив переробити аналіз і не надсилати більше неправдивих відомостей. Який результат повідомив лаборант до майстра цеху? Обчисліть справжній вміст гідроген пероксиду у зразку та поясніть причину помилки лаборанта. Наведіть (записавши відповідні рівняння реакцій) по одному лабораторному та промислового методу добування гідроген пероксиду.

*Задача 3 (15 балів)*

Білу кристалічну речовину **A** (містить лише неметалічні елементи) нагріли в присутності натрій гіпохлориту в лужному середовищі. Серед продуктів реакції можна виділити безколірну рідину **B** з неприємним запахом. Спалювання **A** призводить до утворення простої речовини **B**. Остання, при нагріванні з киснем в присутності каталізатора, перетворюється в газ **Г**. Газ **Г** при взаємодії з воднем в присутності концентрованої хлоридної кислоти перетворюється в білу кристалічну речовину **Д**. При обережному нагріванні суміші **Д** з натрій етилатом серед продуктів переважає біла легкоплавка речовина **Е**, взаємодія якої з купрум гідроксидом супроводжується появою оранжевого осаду та газу **В**. При обережному

нагріванні **Е** з натрій нітритом в лужному розчині утворюється сіль **Ж** (атомні частки усіх елементів в якій однакові). При взаємодії **Ж** з калій перманганатом в водному середовищі утворюється натрій нітрат. Розшифруйте речовини, напишіть рівняння згаданих реакцій та опишіть структуру сполуки **Ж**.

#### *Задача 4 (8 балів)*

Суміш двох ізомерних ароматичних вуглеводнів, які містять 90,57 мас. % карбону і мають (в газовій фазі) відносну густину за повітрям 3,66, окиснили водним розчином калій перманганату в присутності сульфатної кислоти. Відділивши тверді органічні речовини, які утворилися в результаті такої реакції, одержали суміш, що містить 59,51 мас.% бензойної кислоти і 40,49 мас.% о-фталевої (1,2-бензендикарбонової) кислоти.

- Встановіть структурні формули вихідних вуглеводнів і їх молярне співвідношення в суміші, якщо вихід реакції за кожним вуглеводнем становив 100%.
- Розрахуйте скільки молів калій перманганату потрібно для окиснення 318 г ідентичної суміші цих вуглеводнів.

#### *Задача 5 (10 балів)*

Запропонуйте схеми реакцій, за допомогою яких можна отримати  $\beta$ -аланін (3-амінопропанову кислоту). При цьому всі необхідні для перетворень органічні реагенти повинні бути отримані, виходячи з метану. Зазначте умови протікання реакцій.

#### *Задача 6 (16 балів)*

Безбарвна рідина **А** не містить нітрогену, сульфуру і галогенів, розчиняється у воді і діетиловому етері, не взаємодіє з натрієм, ацетилхлоридом, фенілгідразином і розведеним розчином перманганату, не знебарвлює бром у тетрахлорометані і не змінюється при кип'ятінні з лугами. При нагріванні сполуки **А** з надлишком бромідної кислоти виділяється олієподібна речовина **Б**, яка містить бром і легко дає осад зі спиртовим розчином аргентум нітрату. Ця олія не розчиняється у воді, кислотах і лугах. Після висушування і очищення сполуку **Б** обробляють магнієм у чистому діетиловому етері. Реакція супроводжується виділенням газу **В**, а утворення реагенту Гриньяра при цьому не виявлено. При обробці сполуки **Б** спиртовим розчином калій гідроксиду виділяється газ **Г**, який дає осад при пропусканні його через амоніачний розчин аргентум нітрату. Сполука **В** не утворює осаду з амоніачним розчином купрум(І) хлориду. Обидві сполуки (**В** і **Г**)

знебарвлюють бромну воду і відновлюють розчини перманганату. Детальне дослідження взаємодії сполуки А з бромідною кислотою засвідчило, що речовина Б – єдина органічна сполука, яка при цьому утворюється, і жодний газ у цій реакції не виділяється. У мас-спектрі сполуки А є піки з такими значеннями  $m/e$  (в дужках наведено відносну інтенсивність):  $m/e=88$  (650),  $m/e=89$  (32),  $m/e=90$  (3); піків з більшими масовими числами не виявлено. У ПМР-спектрі сполуки А (в  $CDCl_3$ ) є лише один синглет при  $\delta = 3,69$  м. ч. Встановіть будову сполук А–Г, напишіть відповідні рівняння реакцій, поясніть усі згадані в задачі факти та спектральні дані.

### *Задача 7 (12 балів)*

Одним з методів синтезу кумолу (ізопропілбензену) є реакція Фріделя-Крафтса, яку здійснюють газозафазовим методом в присутності каталізатора. Запишіть вираз для константи рівноваги цієї реакції. Розрахуйте теоретичний вміст кумолу (мол. %) у рівноважній газовій суміші, якщо реакцію проводили при 600 К та тиску 5 атм, а мольне співвідношення реагентів у вихідній реакційній суміші (бензен : пропен) становить 3 : 1. За таких умов константа рівноваги реакції  $K_p$  (виражена через рівноважні парціальні тиски реагентів) дорівнює 10. До якого типу реакцій за участю органічних речовин відносять реакцію Фріделя-Крафтса? Які речовини є каталізаторами такого процесу загалом та для описаного процесу зокрема? Чому для проведення реакції не використовують стехіометричну суміш реагентів? Як вплине на вихід продукту: 1) використання реакційної суміші зі співвідношенням реагентів (бензен : пропен) 10 : 1; 2) збільшення тиску реакційної суміші? Обґрунтуйте свої відповіді.