

LIV Обласна олімпіада юних хіміків (м. Львів, 8–9 лютого 2014 р.)

11 клас

Задача 1 (7 балів)

Еквімолярна суміш магнію та магній оксиду прореагувала з стехіометричною кількістю хлоридної кислоти. В наслідок реакції утворився розчин солі з масовим вмістом розчиненої речовини 12,8 %. Розрахуйте масову частку гідроген хлориду у соляній кислоті, якщо кінцевий розчин не містить помітних кількостей інших речовин окрім солі.

Задача 2 (10 балів)

Суміш калій перманганату та купрум(II) нітрату масою 10 г прожарили. Охолоджені газоподібні продукти пропустили через 200 г холодного 5 % розчину нітратної кислоти, після чого залишилось 200 см³ (н.у.) газоподібної речовини. До утвореного розчину додали надлишок HI в присутності крохмалю. Ніяких помітних змін не відбулося. Визначте склад (у мас. %) вихідної суміші солей та масову частку кислоти в кінцевому розчині.

Задача 3 (18 балів)

Розчинення простої речовини **A** в розведеній хлоридній кислоті призводить до утворення розчину, з якого при упарюванні в вакуумі можна виділити темно-сині кристали речовини **B**, яка містить чотири елементи. Суспензію меркурій(II) оксиду у водному розчині **B** використовують в газовому аналізі для кількісного поглинання кисню. При цьому утворюється сіро-зелений осад **C**, що при дії концентрованого розчину гідроген пероксиду в присутності луку перетворюється у сіль **D** жовтого кольору. При дії на розчин **D** практично безводного розчину сульфатної кислоти випадає темно-червоний осад **E**. Залежно від концентрації розчину амоніаку, при дії ним на осад **E** утворюються дві речовини – **F** або **G**, а також вода. У продуктах термічного розкладу як **F**, так і **G** можна знайти темно-зелену речовину **H**. Останню можна добути також внаслідок прожарювання осаду **C**. Окрім того, нагрівання **C** в присутності алюмінієвого порошку дає змогу отримати речовину **A**. Розшифруйте речовини та напишіть рівняння відповідних реакцій.

Задача 4 (8 балів)

При взаємодії 0,01 моля органічної сполуки **A** з аміачним розчином аргентум оксиду виділилося 4,32 г срібла та органічний продукт **B**. При бромованні усієї одержаної в цій реакції сполуки **B** еквівалентною кількістю бром у присутності каталітичної кількості фосфору утворюється продукт **B**, в якому вміст бром становить 40,61 мас. %. Взаємодія утвореного бромпохідного зі спиртовим розчином калій гідроксиду може привести до утворення суміші двох ізомерних сполук **G**₁ і **G**₂. Один із цих ізомерів, а саме **G**₁, здатний утворювати продукт внутрішньомолекулярної дегідратації **D**, що нехарактерно для ізомеру **G**₂. Окрім

того відомо, що ізомер G_2 перетворюється в ізомер G_1 при освітленні або нагріванні. Встановіть будову сполук A – D . Наведіть схеми відповідних перетворень і свої міркування щодо шляхів встановлення і підтвердження будови вихідного продукту A .

Задача 5 (11 балів)

Циклічні спряжені полієни відомі під загальною назвою анулени. Щоб ідентифікувати певний анулен, вказують кількість атомів карбону в циклі: $[n]$ -анулен.

1) У спектрі ПМР $[18]$ -анулену є два сигнали, які відповідають двом типам протонів. Одні дають сигнал у сильному полі з хімічним зміщенням 1,9 м.ч. (відносно тетраметилсилану), інші – сигнал удвічі більшої інтенсивності, але дуже зміщений у слабке поле (8,8 м.ч.). Наведіть його формулу та поясніть спектр $[18]$ -анулену.

2) Сформулюйте правило Хюккеля для ануленів. Чи є циклодекапентаєн ($n = 10$) ідеальною ароматичною системою? Наведіть його формулу та обґрунтуйте Вашу відповідь.

Задача 6 (15 балів)

Наведіть два магнійорганічні синтези, що дозволяють отримати 4-гептанол з пропілового спирту і формальдегіду. Якщо проводити один з цих синтезів при низькій температурі ($-50\text{ }^\circ\text{C}$), то можна одержати альдегід A . Наведіть структурну формулу альдегіду та схему його утворення.

Спроби ввести атом бром у α -положення альдегіду A за допомогою PBr_5 або PBr_3 призводять до заміщення на Бром Оксигену функціональної групи. Наведіть схему одержання такого α -бромальдегіду, виходячи з етилату натрію і хлороформу і наступного перетворення, яке включає використання магнійорганічного синтезу.

Задача 7 (11 балів)

Сполука A загальної формули $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{O}$ має запах трояндової олії, може бути окиснена до альдегіду або кислоти з десятьма атомами карбону, а також може приєднати дві молекули бром, утворюючи сполуку $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{Br}_4\text{O}$. При окисненні в жорстких умовах з сполуки A утворюються ацетон, щавлева кислота та левулінова (4-оксопентанова) кислота. Зауважте, що для сполуки A існує ізомер – сполука B , яка має запах бергамоту. Вона виявляє такі ж властивості, як і сполука A . При дії концентрованої сульфатної кислоти обидві сполуки (A і B) утворюють ізомерну до них сполуку B , яка здатна приєднувати лише одну молекулу бром, утворюючи при цьому сполуку $\text{C}_{10}\text{H}_{18}\text{Br}_2\text{O}$.

Запропонуйте ймовірні формули сполук A , B та B , врахувавши, що сполука B перетворюється у B значно швидше за сполуку A . Наведіть відповідні рівняння реакцій та пояснення ходу реакцій.