

**Завдання III етапу 46-ї Всеукраїнської олімпіади юних хіміків  
м. Київ, 2009 р.**

**11 клас                      Теоретичний тур**

**Задача 1. ДСС.** Речовина А ( $C_6H_{10}O$ ) є багатотоннажним продуктом промисловості і використовується, наприклад, для отримання капролактаму. При дії на А амоній форміату отримують речовину В (містить 14.12% N). Якщо на надлишок В діяти реакційноздатною газуватою за звичайних умов сполукою С (містить 12.13% С; 16.18% O та ще один елемент) в присутності триетиламіну отримується D. Дегідратація D з високим виходом дає речовину X. Речовина X широко застосовується в органічному синтезі.

1. Напишіть формули **A-D, X** та зобразіть схему перетворень.
2. Як отримують з **A** капролактаму?
3. Що буде утворюватись, якщо при реакції **B** з **C** реагенти брати у співвідношенні 1:1?
4. Де використовують **X**?

**Задача 2. Ізмери.** Речовина А має емпіричну формулу  $C_3H_4F_2$ . Наведіть реально існуючі ізмери цієї сполуки. Назвіть їх.

**Задача 3. Прості речовини.** В таблиці наведені значення енергії дисоціації зв'язків у молекулах простих речовин:

<b>X</b>	<b>O</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>P</b>
$\Delta H (X-O)$ кДж/моль	146	266	159	200
$\Delta H (X=X)$ кДж/моль	498	425	-	-
$\Delta H (X\equiv X)$ кДж/моль	-	-	945	490

За допомогою цих даних покажіть, яка структура більш енергетично вигідна:

1.  $X_6$  (циклічна) чи  $X_2$  (лінійна) для а)  $X = O$ ; б)  $X = S$ ?
2.  $X_4$  (тетраедрична) чи  $X_2$  (лінійна) для а)  $X = N$ ; б)  $X = P$ ?
3. У вигляді, яких молекул зустрічаються прості речовини, що складаються з атомів вказаних елементів?
4. Наведіть просторову структуру будь-яких п'яти оксидів, що складаються з атомів вказаних елементів (S, N, P).

**Задача 4. Від жовтого до чорного.** При обережному додаванні розведеної сірчаної кислоти до розчину жовтої сполуки **A** утворюється розчин помаранчевої солі **B**. Якщо ж сполуку **A** обробити концентрованою сірчаною кислотою, то утворюється червона сполука **C**. При дії на сполуку **C** хлороводню можна одержати криваво-червону речовину **D**. При витримуванні сполуки **D** за температури вище 400°C під тиском у кисні утворюється чорна сполука **E**.

Сполуки **A-E** містять Оксиген. В таблиці наведені дані щодо процентного вмісту Оксигену у сполуках.

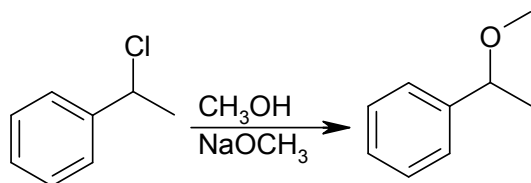
Сполука	A	B	C	D	E
Вміст Оксигену (%)	33.0	38.1	48.0	20.6	38.1

1. Розшифруйте сполуки **A-E**, якщо відомо, що **C** та **E** – оксиди елементу **X**.
2. Напишіть всі згадані в умові рівняння реакцій.
3. Зобразіть просторову будову сполук **A-D**, та вкажіть тип гібридизації центрального атому.
4. Запропонуйте будову речовини **E**, якщо відомо, що елемент **X** присутній в ній у двох характерних для нього ступенях окислення.
5. В слабо кислих розчинах між сполуками **A** та **B** утворюється хімічна рівновага. Встановіть константу рівноваги перетворення **A** у **B**. Відомо, що якщо з 1 молем сполуки **A**, додаючи розведену сірчану кислоту, створити 1 л розчину з  $pH = 2.0$ , то кількість молекул **B** у 1000 разів більше ніж **A**.

**Задача 5. Кумол.** При дії на деякий алкен **X** бромоводню переважно утворюється продукт **Y<sub>1</sub>**. Якщо ж реакція відбувається в присутності молекулярного кисню на світлі, можна отримати продукт **Y<sub>2</sub>**. **Y<sub>1</sub>** та **Y<sub>2</sub>** легко реагують з бензолом (в присутності алюміній хлориду), утворюючи єдиний вуглеводень **Z** (т.кип 158°C). **Z** – Важливий промисловий продукт. Нагрітий до кипіння **Z** вступає у каталітичну реакцію з киснем, а при обробці утвореного продукту розведеною кислотою отримують дві важливі рідини **A** та **B**, які легко розділюються. Рідина **B** може бути отримана з **Y<sub>1</sub>** послідовною дією водного розчину лугу та суміші  $CrO_3$ /піридин.

1. Встановіть структури невідомих речовин, якщо  $M_{Y_1}/M_X = 2.93$ .
2. Поясніть результати реакції алкену з бромоводнем в залежності від умов проведення реакції. Чи відрізняються при цьому механізми ?
3. Чому при реакції **Y<sub>1</sub>** та **Y<sub>2</sub>** з бензолом утворюється єдиний продукт ?

**Задача 6. Кінетика.** Реакції нуклеофільного заміщення є одними з найпоширеніших в органічному синтезі. Знайдено, що метаноліз 1-фенілетилхлориду прискорюється за наявності метилата натрію:



Але порядок реакції не можна було виразити цілим числом. Хьюз та Інгольд запропонували, що данну реакцію можна розглядати як конкурентні  $S_N1$  та  $S_N2$  реакції (тобто в певній мірі вона іде по обом механізмам).

1. Виходячи з припущення Хьюза та Інгольда знайдіть вираз для швидкості метанолізу 1-фенілетилхлориду (Для  $S_N1$  реакції  $V=k_1[\text{PhCHClCH}_3]$ , а для  $S_N2$   $V=k_2[\text{PhCHClCH}_3] \times [\text{NaOCH}_3]$ ).
2. Знайдіть значення констант швидкостей реакцій  $S_N1$  та  $S_N2$  виходячи з даних наступної таблиці:

$[\text{PhCHClCH}_3], \text{M}$	$[\text{NaOCH}_3], \text{M}$	$V \cdot 10^6, \text{M/c}$
0.1	0.35	6.5
0.1	0.25	4.9

3. Який продукт утвориться із R-ізомера, якщо реакція іде на 100% по механізму  $S_N1$  або  $S_N2$ ?

**Задача 7. Рівняння.** Доповніть та урівняйте наступні схеми реакцій:

1.  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 = \text{NO} +$
2.  $\text{Fe}(\text{OH})_2 + \dots + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3$
3.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 =$
4.  $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
5.  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{KOH}(\text{надл.}) =$
6.  $\text{NO}_2 + \text{NaOH} =$
7.  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 =$
8.  $\text{Ca}_3\text{P}_2 + \dots = \text{PH}_3 +$
9.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} =$
10.  $\text{AgCl} + \text{NH}_3(\text{водний розчин}) =$