

Прізвище, ім'я, по-батькові абітурієнта

--

Хімічна олімпіада КНУ

Умови і листи відповідей

Оцінки за задачі (заповнюється журі)

Номер задачі	Максимальна кількість балів	Оцінка	Прізвище, ініціали	Підпис		
1						
2						
3						
4						
5						
Сума						

Хімічна олімпіада КНУ 2018

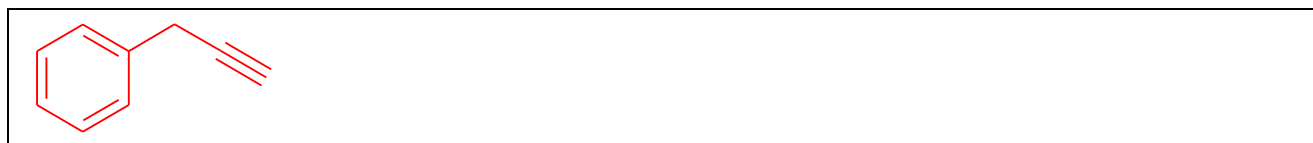
Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	Сума (Бали)
Перевірка						

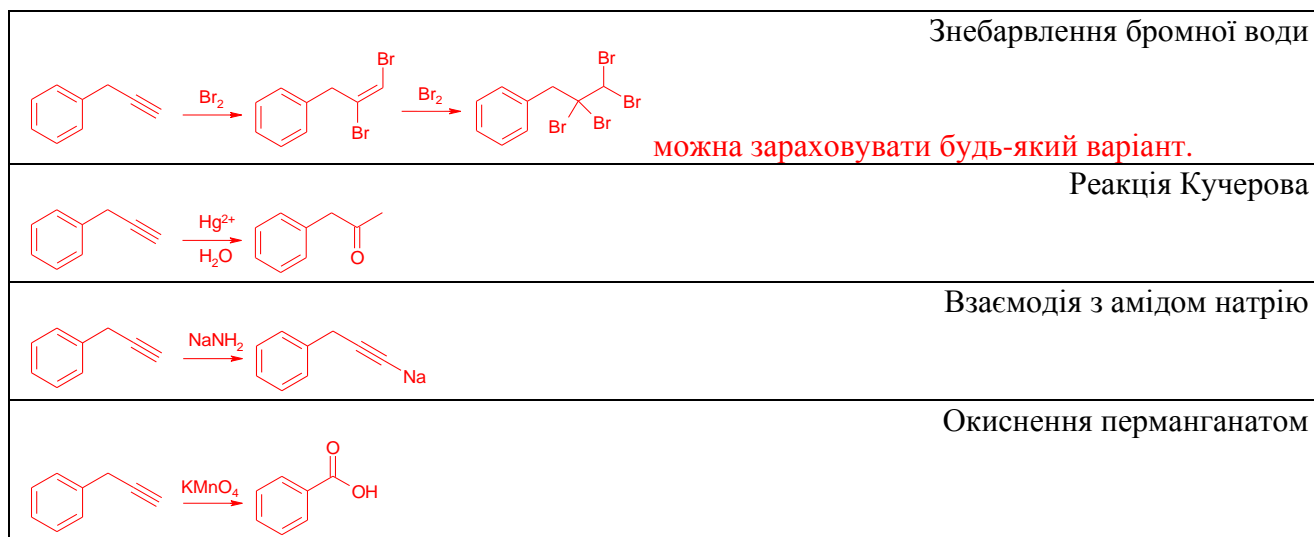
Задача 1.

Сполука бензенового ряду з брутто-формулою C_9H_8 має наступні властивості. Вона знебарвлює бромну воду, вступає в реакцію Кучерова, а також реагує з амідом натрію. При окисненні перманганатом калію дана речовина перетворюється на бензойну кислоту.

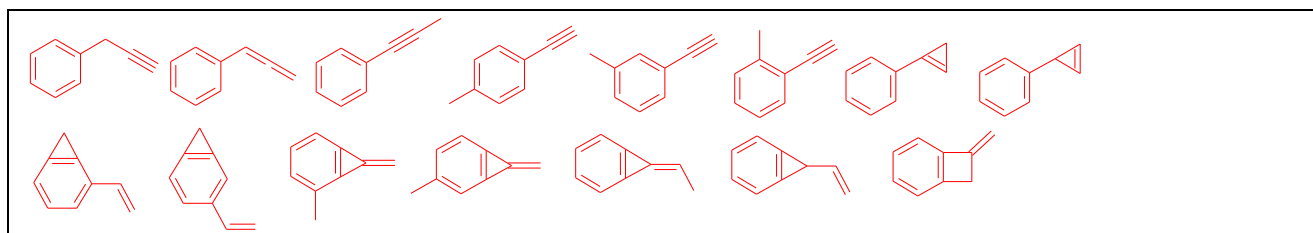
1.1 Наведіть структурну формулу вказаної сполуки.



1.2 Наведіть схеми усіх реакцій, що вказані в умові. (У разі, якщо вам не вдалося визначити сполуку C_9H_8 , використовуйте будь-який вуглеводень, що здатен вступати в вищезгадані перетворення).



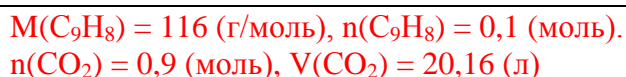
1.3 Наведіть усі можливі ізомери C_9H_8 бензенового ряду.



1.4 Наведіть рівняння реакції спалювання вихідної сполуки.



1.5 Розрахуйте скільки літрів газу за нормальних умов утвориться при спалюванні 11,6 г вихідної сполуки.



Хімічна олімпіада КНУ 2018

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	Сума (Бали)
Перевірка						

Задача 2.

Бінарна іонна сполука має відносну молярну масу 150. При цьому масова частка одного з елементів складає 32%, а молярне співвідношення елементів дорівнює 2:3.

2.1 Визначте формулу сполуки.

Загальна формула бінарної сполуки A_2B_3 . $M(A_2B_3) = 2M(A) + 3M(B) = 150$

Варіант 1: $2M(A)/150 = 0,32$, $M(A) = 24$ (Mg), $M(B) = 34$ – не існує елементу з такою атомною масою.

Варіант 2: $3M(B)/150 = 0,32$, $M(B) = 16$ (O), $M(A) = 51$ – V. Сполука V_2O_3 .

2.2 Наведіть електронні формули іонів, що входять до її складу. (У разі, якщо ви не визначили сполуку у п.2.1 використовуйте FeS).

$O^{2-} - 1s^2 2s^2 2p^6$; $V^{3+} - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$

Для FeS: $S^{2-} - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$; $Fe^{2+} - 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

2.3 Наведіть рівняння реакцій взаємодії вихідної сполуки з розчином хлоридної кислоти та розчином гідроксиду натрію. (У разі, якщо ви не визначили сполуку у п.2.1 використовуйте Y_2O_3).

$V_2O_3 + 6HCl = 2VCl_3 + 3H_2O$

$V_2O_3 + NaOH$ – не реагує (основний оксид).

Для Y_2O_3 все аналогічно.

2.4 Наведіть рівняння реакції вихідної сполуки з розчином перманганату калію у лужному середовищі. (У разі, якщо ви не визначили сполуку у п.2.1 використовуйте Cr_2O_3).

$V_2O_3 + 4KMnO_4 + 6KOH = 2KVO_3 + 4K_2MnO_4 + 3H_2O$ (приймається відповідь з MnO_2)

Для Cr_2O_3 : $Cr_2O_3 + 6KMnO_4 + 10KOH = 2K_2CrO_4 + 6K_2MnO_4 + 5H_2O$ (приймається відповідь з MnO_2)

2.5 Наведіть рівняння реакції вихідної сполуки з цинком у розчині хлоридної кислоти. (У разі, якщо ви не визначили сполуку у п.2.1 використовуйте Cr_2O_3)

$V_2O_3 + Zn + 6HCl = 2VCl_2 + ZnCl_2 + 3H_2O$

Для Cr_2O_3 : $Cr_2O_3 + Zn + 6HCl = 2CrCl_2 + ZnCl_2 + 3H_2O$

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Хімічна олімпіада КНУ 2018

Питання	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	Сума (Бали)
Перевірка						

Задача 3.

Спалили еквімолярну суміш алюмінію та цинку масою 18,4 г.

3.1 Наведіть рівняння відповідних реакцій.

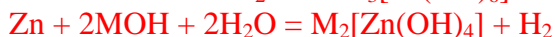
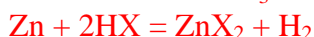
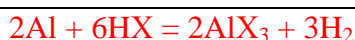


3.2 Визначте скільки теплоти виділилося при спалюванні. Стандартні теплоти утворення оксидів алюмінію та цинку становлять -1675,7 кДж/моль та -350,6 кДж/моль відповідно.

Нехай в суміші x моль Al та, відповідно, x моль Zn,
тоді $m(\text{Al}) = 27x$, $m(\text{Zn}) = 65x$. $27x + 65x = 18,4$; $x = 0,2$ (моль)
3 рівнянь з п.3.1 для 0,2 моль Al – $Q = 0,2 \cdot 1675,7/2 = 167,57$ (кДж)
для 0,2 моль Zn – $Q = 0,2 \cdot 350,6 = 70,12$ (кДж)

При розчиненні цієї ж самої суміші алюмінію та цинку масою 18,4 г у сильній одноосновній кислоті, або в розчині гідроксиду лужного металу виділяється однаковий об'єм газу.

3.3 Визначте цей газ та **наведіть** відповідні рівняння реакцій в загальному вигляді.



Газ – H_2

3.4 Розрахуйте об'єм газу з п. 3.3.

Виходячи з рівнянь з п.3.3.

З 0,2 моль Al виділяється 0,3 моль газу, а з 0,2 моль Zn виділяється 0,2 моль газу.

Тобто всього при розчиненні суміші незалежно від того, в кислоті чи в основі, виділяється 0,5 моль газу.

Тобто 11,2 л.

3.5 Визначте яка кислота та який гідроксид були використані в п. 3.3, якщо відомо, що маса витраченої кислоти в 3,2 рази більша за масу витраченої основи.

Виходячи з рівнянь з п.3.3. для розчинення суміші було використано $0,6+0,4 = 1$ моль кислоти та стільки ж (1 моль) основи. Тобто $m(\text{HX}) = 1 + M(\text{X})$, $m(\text{MOH}) = M(\text{M}) + 17$.

Оскільки $m(\text{HX})/m(\text{MOH}) = 3,2$ отримуємо $M(\text{X}) = 3,2M(\text{M}) + 53,4$.

Перебором мас лужних металів отримуємо єдиний реальний варіант – M – Na, X – I.

Тобто HX – HI, MOH – NaOH

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	Сума
---------	-----	-----	-----	-----	-----	------


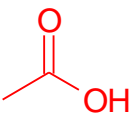
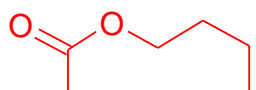

Хімічна олімпіада КНУ 2018

						(Бали)
Перевірка						

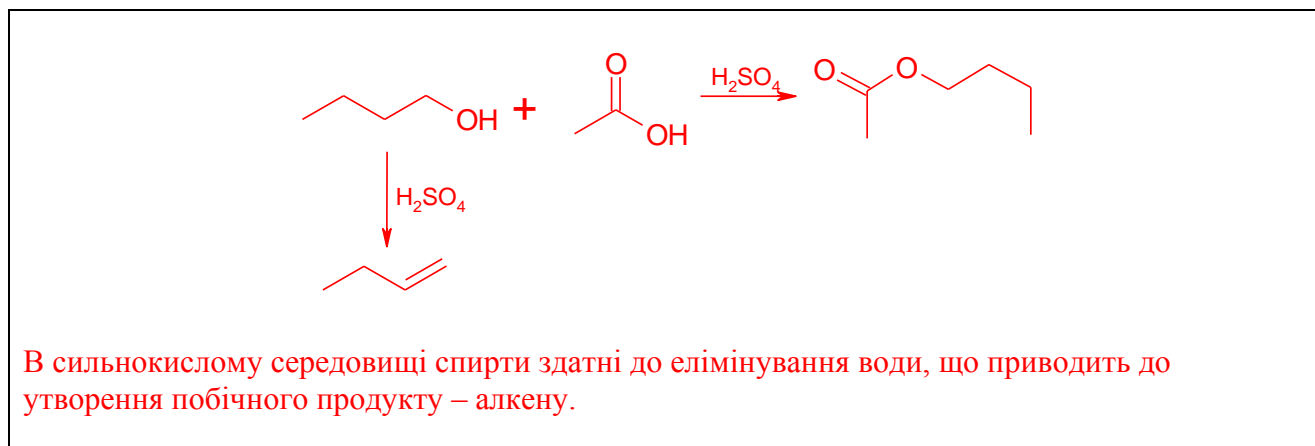
Задача 4.

При споживанні глюкози культура мікроорганізму дріжджі поряд з іншими речовинами виділяє сполуки **A** ($C_4H_{10}O$) та **B** ($C_2H_4O_2$). Ці сполуки можуть реагувати одна з одною в присутності концентрованої сірчаної кислоти утворюючи естер **B**, однак в даному випадку також утворюється і вуглеводень **Г**.

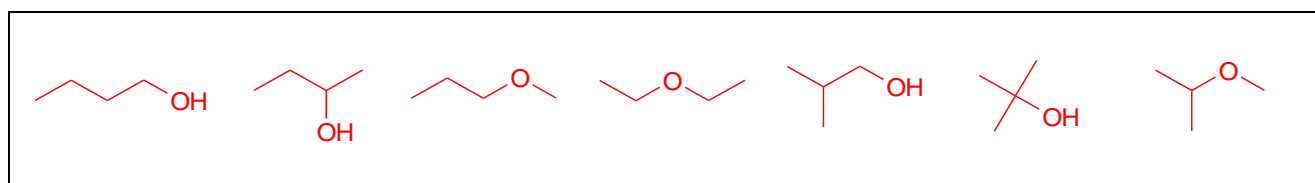
4.1 Визначте речовини **A-Г**.

А	Б	В	Г
			

4.2 Наведіть схеми відповідних перетворень, та **поясніть** причини утворення **Г**.



4.3 Наведіть усі можливі ізомери **A**.



4.4 Які ще сполуки можуть утворюватись при бродінні глюкози в наведених умовах.

C_2H_5OH та CO_2

4.5 Скільки речовини **B** можна отримати з 1 тони глюкози, якщо вихід становить 40%?

$C_6H_{12}O_6 = 3CH_3COOH$.

Тобто з 1 т глюкози при виході 40% утвориться 400 кг речовини **B** (оцтової кислоти).

Оцінка за задачу (заповнюється журі)

Питання	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	Сума (Бали)
---------	-----	-----	-----	-----	-----	----------------

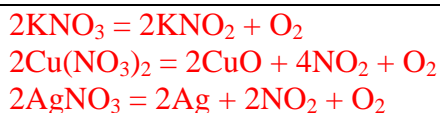
Хімічна олімпіада КНУ 2018

Перевірка						
-----------	--	--	--	--	--	--

Задача 5.

Суміш нітратів калію, міді та срібла масою 18,36 г прожарили при 600°C. Об'єм газів, що при цьому виділився, склав 4,032 л (за н.у.), а маса твердого залишку після обробки водою зменшилася на 3,4 г.

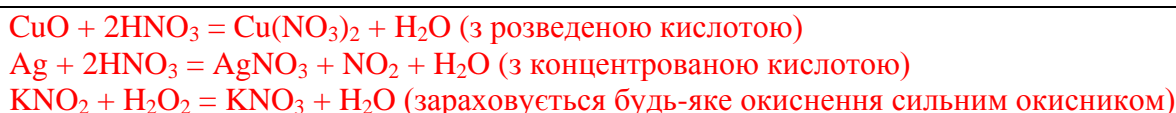
5.1 Наведіть рівняння реакцій, що відбулися.



5.2 Розрахуйте масові частки нітратів у суміші.

Із твердих продуктів розкладу у воді залишиться лише нітрит. Розрахуємо масу нітрату калію.
 $m(\text{KNO}_3) = 3,4 \cdot M(\text{KNO}_3) / M(\text{KNO}_2) = 4,04$ (г)
 Із цієї маси виділиться 0,448 л O_2
 Звідси сума мас нітратів міді та срібла дорівнює $18,36 - 4,04 = 14,32$ (г), а сума об'ємів газів, що виділилися при їх розкладі – $4,032 - 0,448 = 3,584$ (л)
 Нехай маємо а г нітрату міді, тоді нітрату срібла ($14,32 - a$) г
 Виходячи з рівнянь з п.5.1, з а г нітрату міді виділиться $0,298a$ л газів, а, відповідно, з $(14,32 - a)$ г нітрату срібла $0,198(14,32 - a)$ л газів.
 Вирішуючи систему рівнянь отримуємо $a = 7,49$
 Тобто $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 7,49$ (г), а $m(\text{AgNO}_3) = 6,83$ (г).
 Масові частки нітратів у вихідній суміші: $W(\text{KNO}_3) = 22.00\%$, $W(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 40.80\%$, $W(\text{AgNO}_3) = 37.20\%$,

5.3 Наведіть методи отримання вихідних нітратів з продуктів їх розкладу з п. 5.1.



5.4 Які іони будуть міститися у водному розчині вихідної суміші.



Оскільки це водний розчин, то в незначних кількостях будуть присутні іони H_3O^+ та OH^- , однак їх наявністю можна знехтувати.

5.5 Наведіть структурну формулу нітрат-аніону.

