

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2023-2024 навчального року
10 клас

ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР

Завдання 1. Тести (10 балів)

1. Позначте правильне твердження щодо газу X_2H_4 з відносною густиною за воднем 14.

- А молярна маса цього газу дорівнює 14 г/моль
 Б порядковий номер елемента Х – 14
 В відносна молекулярна маса цього газу дорівнює 28
 Г об'єм 2 моль цього газу за нормальних умов дорівнює 22,4 л

А	
Б	
В	+
Г	

2. Визначте правильні твердження.

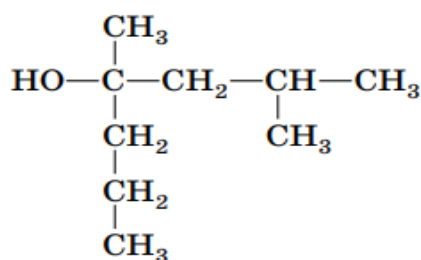
- I Процес $N^0 \rightarrow N^{-3}$ є відновленням.
 II У процесі $N^{+2} \rightarrow N^{+4}$ бере участь шість електронів.
 III Процес $Ca^0 \rightarrow Ca^{+2}$ є окисненням.

- А правильне лише I та II
 Б правильне лише I та III
 В правильне лише II та III
 Г усі твердження правильні

А	
Б	+
В	
Г	

3. Укажіть назву за номенклатурою IUPAC речовини, структурна формула якої наведена.

- А 2,4-диметилгептан-4-ол
 Б 4,6-диметилгептан-4-ол
 В 2,4-диметил-4-пропілбутан-4-ол
 Г 1,3-диметил-1-пропілбутан-1-ол



А	+
Б	
В	
Г	

4. Проаналізуйте рівняння оборотних реакцій, що відбуваються в закритих системах. Укажіть, для якої реакції підвищення тиску і підвищення температури приведе до зміщення хімічної рівноваги ПРАВОРУЧ.

- А $CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$, $\Delta H < 0$
 Б $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $\Delta H < 0$
 В $CO_2(g) + C(г) \rightleftharpoons 2CO(g)$, $\Delta H > 0$
 Г $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$, $\Delta H > 0$

А	
Б	
В	
Г	+

5. У фарфоровий тигель помістили кілька шматочків кальцій карбонату та прожарили. Унаслідок цього утворилася тверда речовина Х і виділювався газ. Речовину Х перенесли в порцелянову чашку й добавили невеликими порціями воду. У результаті цього відбулася бурхлива реакція з утворенням речовини Y. Укажіть формули речовин Х та Y.

	Х	Y
А	CaO	CaH ₂
Б	CaO	Ca(OH) ₂
В	CaC ₂	Ca(OH) ₂
Г	CaC ₂	CaH ₂

А	
Б	+
В	
Г	

6. Проаналізуйте твердження.

I Алмаз – одна з алотропних модифікацій Карбону.

II Алмаз має молекулярні кристалічні ґратки.

III Карбон(II) оксид виявляє відновні властивості.

IV Горіння карбон(II) оксиду на повітрі – ендотермічна реакція.

Правильні поміж них лише

A I, II

Б I, III

В II, IV

Г III, IV

A	
Б	+
В	
Г	

7. Укажіть молекулярну формулу газуватої речовини, яку добувають так, як показано на рисунку.

A H_2

Б Cl_2

В H_2S

Г HCl



A	
Б	
В	
Г	+

8. Сполука **X** є продуктом реакції етену з гідрогенбромідом. Доберіть поміж наведених іншу пару речовин для добування сполуки **X**.

A етан і бром

Б етан і гідрогенбромід

В етен і бром

Г етин і гідрогенбромід

A	+
Б	
В	
Г	

9. У лабораторії, досліджуючи якість харчових продуктів, на зріз сосиски нанесли краплю спиртового розчину йоду. Поява синьо-фіолетового забарвлення свідчить, що в сосисці є

A рослинні жири

Б тваринні жири

В крохмаль

Г білки

A	
Б	
В	+
Г	

10. Укажіть правильне твердження щодо етанолу

A окисненням етанолу добувають етаналь

Б відновленням етанолу добувають етанову кислоту

В етанол і етанова кислота належать до одного гомологічного ряду

Г молекули етанолу й етаналю містять однакову кількість атомів

A	+
Б	
В	
Г	

Завдання 2. (10 балів)

Калій перманганат кількістю 0,4 моль прореагував із надлишком концентрованої хлоридної кислоти.

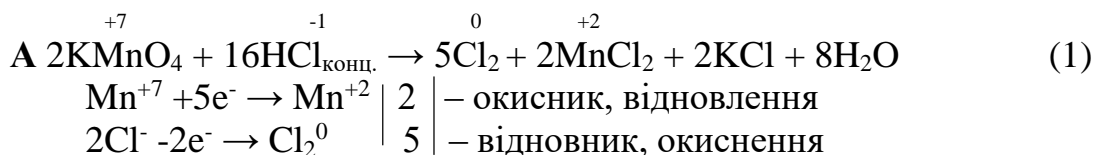
А Запишіть рівняння хімічної реакції, взявши до уваги, що речовина $X\uparrow$ є проста газувата речовина, і реакція відбувається за схемою:



Розставте коефіцієнти методом електронного балансу. Визначте окисник і відновник, реакції окиснення і відновлення.

Б Утворений газ окиснив залізо, а продукт цієї реакції розчинився у воді об'ємом 600 мл. Обчисліть його масову частку в утвореному розчині.

Розв'язання



1. За рівнянням (1) з 0,4 моль KMnO_4 утворюється 1 моль Cl_2 , тобто у 2,5 рази більше. За рівнянням (2) ця кількість речовини хлору утворює у 1,5 рази менше ферум(III) хлориду, тобто $1:1,5 = 0,67$ моль.

$$m(\text{FeCl}_3) = n(\text{FeCl}_3) \cdot M(\text{FeCl}_3) = 0,67 \text{ моль} \cdot 162,5 \text{ г/моль} = 108,88 \text{ г.}$$

2. Обчислюємо масу розчину ферум(III) хлориду:

$$m_{\text{р-ну}}(\text{FeCl}_3) = m(\text{FeCl}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 108,88 \text{ г} + 600 \text{ г} = 708,88 \text{ г.}$$

3. Обчислюємо масову частку ферум(III) хлориду в розчині:

$$w(\text{FeCl}_3) = \frac{m(\text{солі})}{m(\text{р-ну})} \cdot 100\% = \frac{108,88\text{г}}{708,88\text{г}} \cdot 100\% = 15,36\%$$

Завдання 3. (11 балів)

В одному літрі води розчинили металічний кальцій масою 10 г (густина отриманого розчину 1,0 г/мл). Отриманий газ зібрали. Обчисліть:

А молярну та масову (%) концентрацію отриманого розчину.

Б об'єм розчину хлоридної кислоти з концентрацією 0,1 моль/л, який необхідно витратити на повну нейтралізацію отриманого розчину.

В кількість теплоти, яка виділиться під час взаємодії отриманого газу з надлишком кисню, якщо стандартна ентальпія утворення рідкої води $-285,4 \text{ кДж/моль}$.

Розв'язання

А Записуємо рівняння хімічної реакції: $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow$

$$n(\text{Ca}) = \frac{10\text{г}}{40\text{г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції $n(\text{H}_2) = n(\text{Ca}) = 0,25 \text{ моль}$

$$m(\text{H}_2) = 0,25 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,5 \text{ г}$$

$$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = n(\text{Ca}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,25 \text{ моль} \cdot 74 \text{ г/моль} = 18,5 \text{ г}$$

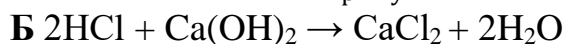
$$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot n(\text{Ca}) = 0,25 \text{ моль} \cdot 2 = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 18\text{г/моль} = 9 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ну}} = 1000 + 10 - 0,5 = 1009,5 \text{ г}, V_{\text{р-ну}} = 1009,5 \text{ мл}$$

$$C_M = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{n(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{V_{\text{р-ну}}} = \frac{0,25 \text{ моль}}{1,0095 \text{ л}} = 0,247 \text{ моль/л}$$

$$w(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m}{m_{\text{р-ну}}} = \frac{18,5 \text{ г}}{1009,5 \text{ г}} \cdot 100\% = 1,83\%$$



$$C_{\text{H}}(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = C_{\text{H}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2)$$

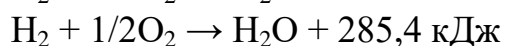
$$C_{\text{H}}(\text{HCl}) = C_{\text{M}}(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль-екв/л}$$

$$M_{\text{екв.}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74/2 = 37$$

$$C_{\text{H}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = \frac{m}{M_{\text{екв.}} \cdot V} = \frac{18,5 \text{ г}}{37 \cdot 1,0095} = 0,495 \text{ моль-екв/л}$$

$$V(\text{HCl}) = \frac{C_{\text{H}}(\text{Ca}(\text{OH})_2) \cdot V(\text{Ca}(\text{OH})_2)}{C_{\text{H}}(\text{HCl})} = \frac{0,495 \cdot 1,0095}{0,1} = 5(\text{л})$$

В Записуємо рівняння хімічної реакції взаємодії водню з киснем:



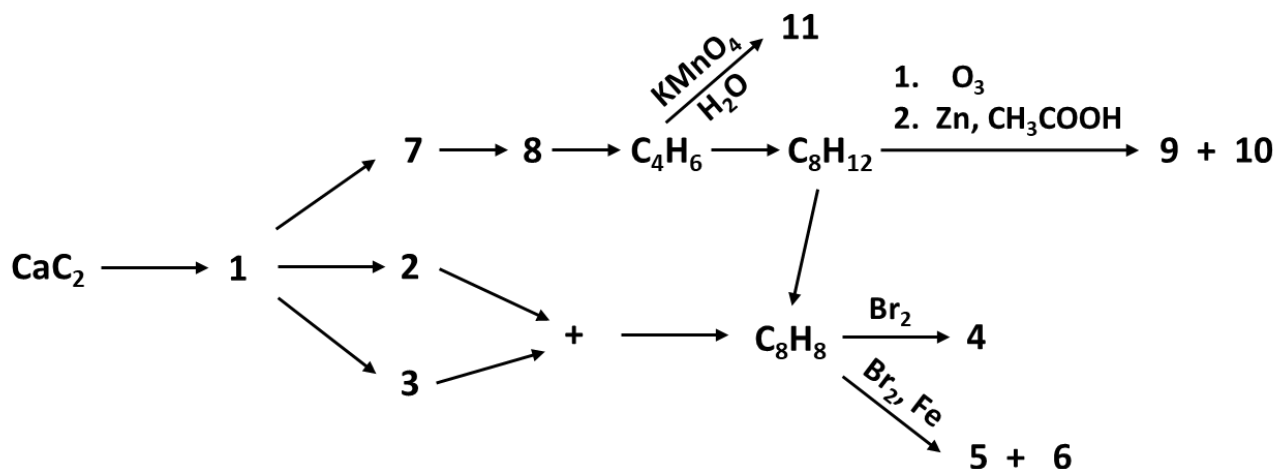
$$1 \text{ моль } \text{H}_2 - 285,4 \text{ кДж}$$

$$0,25 \text{ моль } \text{H}_2 - x \text{ кДж}$$

$$Q = \frac{0,25 \text{ моль} \cdot 285,4 \text{ кДж}}{1 \text{ моль}} = 71,35 \text{ кДж теплоти}$$

Завдання 4. (14 балів)

Проаналізуйте наведену нижче схему:



А Запишіть рівняння усіх хімічних реакцій, використовуючи структурні формули речовин. Зазначте умови їх перебігу.

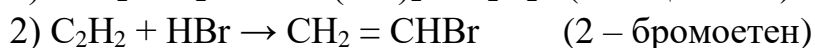
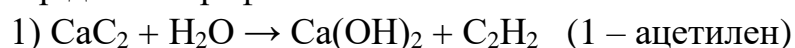
Б Дайте назви речовинам 1–11.

В Запишіть формули ізомерів, які можуть існувати для сполуки C_4H_6 , дайте їм назви.

Г Поясніть, за якими механізмами реакцій відбувається утворення речовин 4, 5, 6.

Розв'язання

Аналізуємо схему. C_8H_8 – ароматична сполука із ненасиченим замісником – стирен. За умовою отримується із 2х сполук – вочевидь це – алкілювання за Фріделем-Крафтсом.



- 3) $3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{600^\circ\text{C, С акт.}} \text{C}_6\text{H}_6$ (3 – бензен)
- 4) $\text{CH}_2 = \text{CHBr} + \text{C}_6\text{H}_6 \xrightarrow{\text{AlCl}_3} \text{C}_8\text{H}_8$ (стирен (вінілбензен))
- 5) $\text{C}_8\text{H}_8 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_8\text{Br}_2$ (4 – 1,2-дибромоетилбензен)
- 6) $2\text{C}_8\text{H}_8 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{Fe}} 2\text{HBr} + \text{C}_8\text{H}_7\text{Br} + \text{C}_8\text{H}_7\text{Br}$ (5 – 1-бromo-2-вінілбензен +
6 – 1-бromo-4-вінілбензен)
- 7) $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4$ (7 – етен)
- 8) $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (8 – етанол)
- 9) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{450^\circ\text{C, кат.}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2 + \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} = \text{CH}_2$ (бута-1,3-дієн)
- 10) $2\text{C}_4\text{H}_6 \xrightarrow{\text{кат.}} \text{C}_8\text{H}_{12}$ (4-вінілциклогексен)
- 11) $\text{C}_8\text{H}_{12} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{C}_8\text{H}_8$ стирен
- 12) $\text{C}_8\text{H}_{12} \xrightarrow[1. \text{O}_3]{2. \text{Zn, CH}_3\text{COOH}} \text{C}_7\text{H}_{10}\text{O}_3 + \text{CH}_2\text{O}$
(9 – бутан-1,2,4-трикарбальдегід + 10 – метаналь)
- 13) $\text{C}_4\text{H}_6 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{KMnO}_4} \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4$ (10 – бутан-1,2,3,4-тетраол)

Завдання 5. (15 балів)

Із 268 г технічного кальцій карбіді із масовою часткою домішок 17% при взаємодії з водою отримали газ (н.у.) із виходом 85%, який пропустили над активованим вугіллям за температури 600°C , отримавши речовину **X**. Вихід цієї реакції склав 78 %.

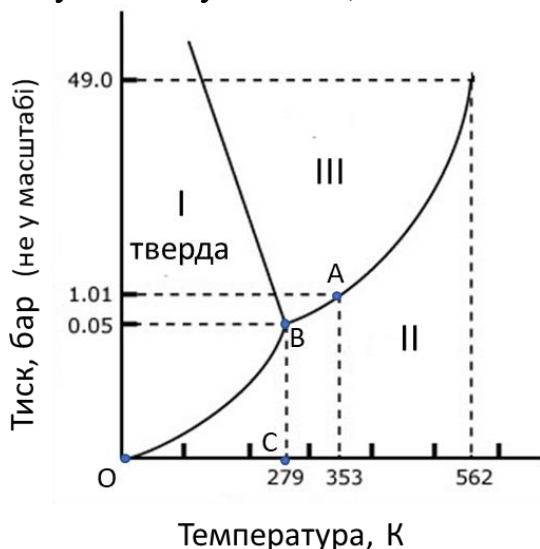
A Запишіть рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі.

Визначте речовину **X**.

B Обчисліть масу речовини **X**, що утворилася в результаті реакцій.

B Зазначте агрегатний стан речовини **X** за кімнатної температури (н.у.).

Г На рисунку наведено фазову діаграму для речовини **X**. Зони I, II і III відповідають різним агрегатним станам речовини. Визначте, що відбувається у точці A, як її називають.

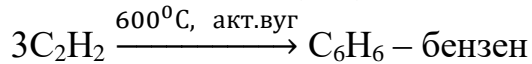


D Визначте, у яких станах речовина **X** буде знаходитись за умов: а) 0,05 бар і 279 К, б) 1,01 бар і 400 К.

Є Що відбувається з речовиною X в умовах, які відповідають області ОВС на діаграмі. Як називають цей процес?

Розв'язання

А $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ – ацетилен (етин)



Б Обчислюємо масу чистого CaC_2 : $m(\text{CaC}_2) = 268 \cdot 0,83 = 222,44 \text{ г}$

Об'єм C_2H_2 теоретичний: $222,44 \text{ г} - x \text{ л}$

$$64 \text{ г/моль} - 22,4 \text{ л/моль} \Rightarrow x = 77,854 \text{ л } \text{C}_2\text{H}_2$$

З урахуванням втрат: $V(\text{C}_2\text{H}_2) = 77,854 \text{ л} \cdot 0,85 = 66,18 \text{ л}$

Знаходимо теоретичну масу бензену: $m(\text{C}_6\text{H}_6) = 66,18 \cdot 78 / (3 \cdot 22,4) = 76,82 \text{ г}$

З урахуванням втрат $m(\text{C}_6\text{H}_6) = 76,82 \cdot 0,78 = 59,9 \text{ г}$

В Речовина, що утворилась – бензен. За кімнатної температури він є рідиною.

Г За діаграмою знаходимо, що рідкій фазі відповідає зона ІІІ. Отже, зона ІІ відповідає умовам, у яких бензен знаходиться у газоподібному агрегатному стані. У точці А відбувається перехід речовини із рідкого у газоподібний. Значення 1 атм (1,01 бар), 80°C (353К) – Т кипіння бензену.

Д За умов:

а) 0,05 бар і 279 К бензен буде знаходитись у трьох станах (р., г., тв.), це – потрійна точка;

б) 1,01 бар і 400 К – у газоподібному.

Є Область ОВС відповідає переходу із твердого стану у газоподібний, оминаючи перехід у рідкий. Цей процес називають сублімацією.

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2023-2024 навчального року
10 клас

ПРАКТИЧНИЙ ТУР

Завдання 1. (10 балів)

X, Y, Z елементи малих періодів. **X** з **Y** розміщені в одному періоді, а **Y** з **Z** у одній групі. Проста речовина, утворена **X**, є найлегшим металом. Прості речовини, утворені даними елементами, реагуючи між собою, дають бінарні сполуки складу: **X₂Y, ZY₂, X₂Z**. При нагріванні у присутності каталізатора **ZY₂** реагує з простою речовиною елемента **Y**, утворюючи бінарну сполуку **ZY₃**.

А Визначте елементи **X, Y, Z** та бінарні сполуки **X₂Y, ZY₂, X₂Z, ZY₃**.

Б Запишіть рівняння хімічних реакцій, що відображають процес утворення цих бінарних сполук.

В Наведіть по одному прикладу характерних реакцій для цих бінарних сполук. Зазначте спосіб підтвердження, що реакція пройшла.

Розв'язання

А Виходячи із співвідношень кількості атомів елементів у формулах приведених речовин, може бути таке розміщення елементів у періодичній системі:

I група – VI група - VI група або II група – IV група - IV група. Оскільки в умові згадується найлегший метал літій та сполука складу **ZY₃**, то елементи розміщені у: I група – VI група - VI група

Варіантом, який задовольняє розв'язки є **X → Li – Літій, Y → O – Оксиген, Z → S – Сульфур**

Бінарні сполуки: **X₂Y – Li₂O, ZY₂ – SO₂, X₂Z – Li₂S, ZY₃ – SO₃**

Б Утворення **X₂Y** $4\text{Li} + \text{O}_2 = 2\text{Li}_2\text{O}$

Утворення **ZY₂** $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$

Утворення **X₂Z** $2\text{Li} + \text{S} = \text{Li}_2\text{S}$

Утворення **ZY₃** $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$

В $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{LiOH}$ – визначити луг за допомогою фенолфталеїну, що стає малиновим

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ – використати універсальний індикаторний папір, що набуває червоного забарвлення у кислому середовищі

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ – використати універсальний індикаторний папір, що набуває червоного забарвлення у кислому середовищі

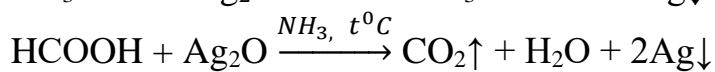
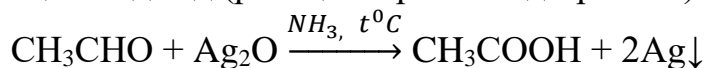
$\text{Li}_2\text{S} + \text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ – виділяється газ із характерним запахом

Завдання 2. (10 балів)

У пробірках містяться п'ять різних рідин: толуен, олеїнова кислота, мурашина кислота, ацетальдегід, метанол. Ґрунтуючись на фізичних та хімічних відмінностях речовин, визначте кожну з цих рідин. Запишіть відповідні рівняння хімічних реакцій. Дайте назви усім продуктам реакцій.

Розв'язання

1. У проби із усіх п'ятьох пробірок додаємо амоніачний розчин аргентум(I) оксиду (реактив Толленса). У такий спосіб виявляємо мурашину кислоту та ацетальдегід (реакція «срібного дзеркала»):

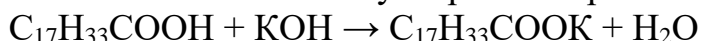


Лакмусом виявляємо мурашину кислоту – фіолетовий лакмус червоніє.

2. У проби інших трьох пробірок, що залишилися, добавляємо розчин калій гідроксиду.

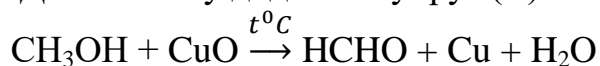
Толуен з калій гідроксидом не реагує й у воді не розчиняється, а тому залишаються два шари рідин, що не змішуються між собою.

З олеїноюю кислотою утворюється розчинний калій олеат:



Метанол розчиняється в лузі.

3. До метанолу додаємо купрум(II) оксид і нагріваємо його:



Під час цієї реакції виділяється характерний запах формальдегіду.