

Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2023-2024 навчального року
11 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 X – 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. Позначте йони з електронною конфігурацією $1s^22s^22p^6$.

- А Be^{2+} і Cl^-
Б Ca^{2+} і F^-
В Na^+ і O^{2-}
Г Na^+ і Cl^-

А	
Б	
В	+
Г	

3. Позначте молекулярну формулу речовини з найбільшою полярністю ковалентного зв'язку

- А HBr
Б HCl
В HF
Г HI

А	
Б	
В	+
Г	

4. Визначте правильність тверджень.

- I Сірка в хімічних реакціях може бути і окисником, і відновником.
II Для утворення частинки Fe^{2+} атом Феруму втрачає два електрони.
III У хімічних реакціях атом Фосфору приймає електрони на третій енергетичний рівень.
IV Для утворення частинки O^{2-} атом Оксигену втрачає два електрони.

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

А	
Б	
В	+
Г	

5. Позначте речовини, під час взаємодії яких виділяється газ.

- А купрум(II) гідроксид і натрій гідроксид
Б аргентум(I) нітрат і натрій хлорид
В кальцій карбонат та етанова кислота
Г натрій хлорид і калій нітрат

А	
Б	
В	+
Г	

6. Визначте, за яким йоном відбувається гідроліз у розчині калій нітриту та встановіть кислотність цього розчину.

- А K^+ , $pH > 7$
Б NO_2^- , $pH > 7$
В K^+ , $pH < 7$
Г NO_2^- , $pH < 7$

А	
Б	+
В	
Г	

7. У спосіб, схематично зображений на рисунку, добули та дослідили властивості деякого газу. У посудині **1** містився розчин натрій силікату, а в посудині **2** – аргентум(I) нітрату. Зазначте, що спостерігали в посудинах **1** і **2**.

Умовні позначення:

«↓» – утворення осаду

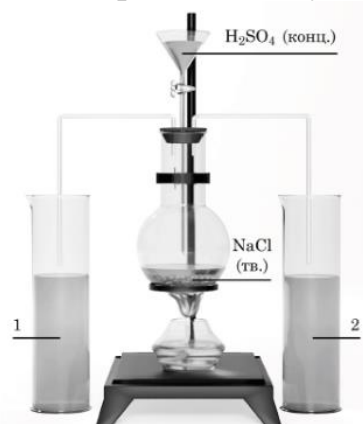
«↑» – виділення газу

А 1 – ↑; 2 – ↑

Б 1 – ↑; 2 – ↓

В 1 – ↓; 2 – ↓

Г 1 – ↓; 2 – ↑



А	
Б	
В	+
Г	

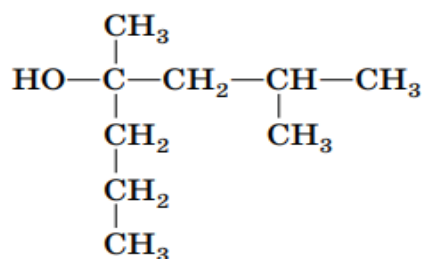
8. Укажіть назву за номенклатурою ІУРАС речовини, структурна формула якої наведена.

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	

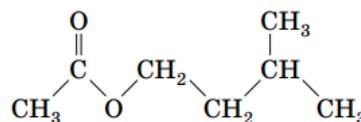
9. За наведеною структурною формулою речовини визначте реагенти, у результаті взаємодії яких утворюється ця сполука.

А пентанова кислота й етанол

Б етанова кислота й пентан-1-ол

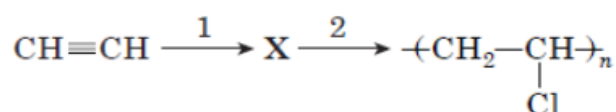
В 3-метилбутанова кислота й етанол

Г етанова кислота й 3-метилбутан-1-ол



А	
Б	
В	
Г	+

10. Укажіть назву речовини **X** і тип хімічної реакції **2** у схемі перетворень



А **X** – хлороетен; **2** – поліконденсація

Б **X** – хлороетен; **2** – полімеризація

В **X** – хлороетан; **2** – полімеризація

Г **X** – хлороетан; **2** – поліконденсація

А	
Б	+
В	
Г	

Завдання 2. (10 балів)

Суміш калій дихромату та кальцинованої соди масою 14 г обробили надлишком концентрованої хлоридної кислоти.

А Визначте речовини **X** та **Y**. Запишіть рівняння хімічних реакцій, взявши до уваги, що калій дихромат взаємодіє із концентрованою хлоридною кислотою за схемою:



Для окисно-відновної реакції розставте коефіцієнти методом електронного балансу. Визначте окисник і відновник, реакції окиснення і відновлення.

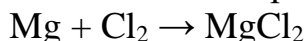
Б Газоподібні продукти реакцій, що утворилися в результаті реакцій із пункту А, прореагували з порошком магнію. Маса газів після цього зменшилась на 6,816 г. Обчисліть кількість речовини соди, що була в суміші.

Розв'язання

А Хімічні рівняння: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl}_{\text{конц.}} \rightarrow 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2\uparrow + 2\text{KCl} + 7\text{H}_2\text{O}$ (1)



Б 1. За звичайних умов зменшення маси газів обумовлене взаємодією лише хлору з магнієм, отже записуємо рівняння хімічної реакції, що відбувається:



$$n(\text{Cl}_2) = \frac{m(\text{Cl}_2)}{M(\text{Cl}_2)} = \frac{6,816\text{г}}{71\text{г/моль}} = 0,096 \text{ моль}$$

За рівнянням реакції (1), така кількість хлору утворилась з $0,096/3 = 0,032$ моль калій дихромату.

2. Обчислюємо масу калій дихромату в суміші:

$$m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = n \cdot M = 0,032 \text{ моль} \cdot 294 \text{ г/моль} = 9,41 \text{ г.}$$

3. Обчислюємо масу натрій карбонату у вихідній суміші:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 14 \text{ г} - 9,41 \text{ г} = 4,59 \text{ г.}$$

Завдання 3. (11 балів)

У посудині при 30 °С та тиску 200 КПа міститься водень кількістю 1 моль та хлор кількістю 1 моль. Після опромінення суміші ультрафіолетом і закінчення реакції температура реакційної суміші склала 400 К.

А Напишіть рівняння хімічної реакції, що відбувається за умовою задачі.

Б Чому ця реакція може початися під час опромінення?

В Який процес є першою стадією реакції під час опромінення?

Г Обчисліть масу (г) хлороводню, що міститься в посудині після закінчення реакції.

Д Обчисліть тиск (атм), який був у посудині під час вимірювання температури після закінчення реакції.

Розв'язання

А Записуємо рівняння хімічної реакції: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$

Б Реакція може початися після опромінення, оскільки відбувається ланцюгова реакція, що ініціюється світлом.

В Світло ініціює поділ молекули хлора: $\text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} 2\text{Cl}\cdot$, а далі $\text{H}_2 + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{HCl} + \text{H}\cdot$
 $\text{H}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} + \text{Cl}\cdot$

Г За рівнянням хімічної реакції: $n(\text{H}_2) = n(\text{Cl}_2) = 2 \cdot n(\text{HCl})$

$$n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{H}_2) = 2 \cdot 1 \text{ моль} = 2 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = n \cdot M = 2 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 73 \text{ г}$$

Д У ході реакції об'єм посудини не змінюється, тобто V_{const} , тоді

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1}$$

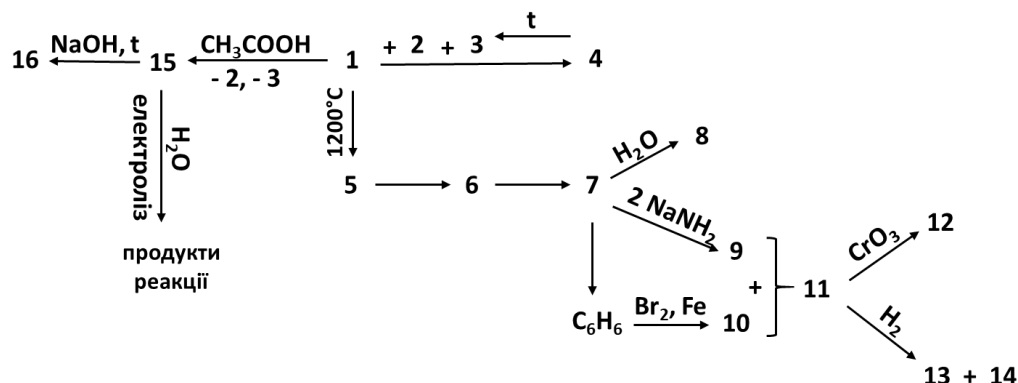
Переводимо величини: $T_0 = 30^\circ\text{C} = 30 + 273 = 303\text{ K}$

$P_0 = 200\text{ кПа} = 1,97\text{ атм.}$

$$P_2 = \frac{400\text{ K} \cdot 1,97\text{ атм}}{303\text{ K}} = 2,6\text{ атм}$$

Завдання 4. (14 балів)

Проаналізуйте наведену нижче схему:



А Запишіть рівняння усіх хімічних реакцій, зазначте умови їх перебігу, якщо відомо, що речовина 1 є основною складовою частиною вапняку та мармуру, входить до складу шкаралупи яєць.

Б Дайте назви усім продуктам реакцій.

В Зазначте, де у повсякденному житті ми маємо справу із сполукою 4?

Г Сполуки 4 та 12 – єдині продукти реакції. Сполуки 13 і 14 є ізомерами. Поясніть природу цього виду ізомерії.

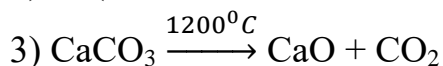
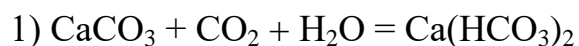
Д Один із продуктів електролізу сполуки 15 може існувати у декількох ізомерних формах. Запишіть і назвіть їх. Яка із них буде найстійкішою та чому?

Е Поясніть, чому утворюється сполука 9.

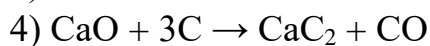
Розв'язання

Сполука 1 – CaCO₃

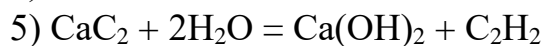
Сполука 4 – Ca(HCO₃)₂



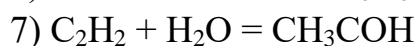
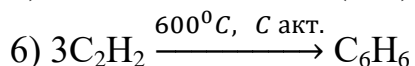
Сполука 5 – CaO



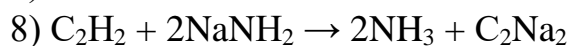
Сполука 6 – CaC₂



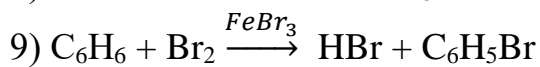
Сполука 7 – C₂H₂



Сполука 8 – CH₃COH етаналь



Сполука 9 – C₂Na₂ натрій ацетиленід



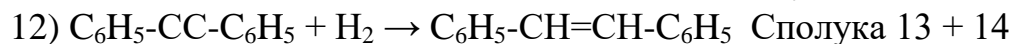
Сполука 10 – C₆H₅Br бромобензен



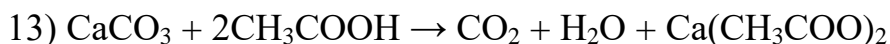
Сполука 11 – C₁₄H₁₀ дифенілацетилен



Сполука 12 – бензойна кислота



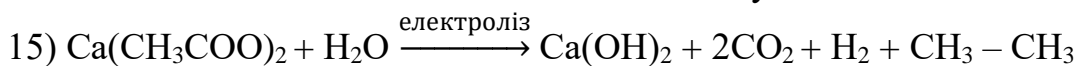
Сполука 13 + 14
цис- + транс-дифенілетен



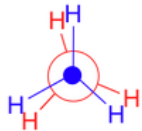
Сполука 15 – кальцій ацетат



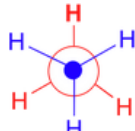
Сполука 16 – CH_4 метан



Продукт електролізу етан – для нього характерна конформаційна ізомерія.



затінена конформація



загальмована конформація -

енергетично більш вигідна.

Завдання 5. (15 балів)

Суміш органічних речовин **D**, **F**, **L** масою 3,48 г піддали повному окисненню. При цьому утворилось 2,026 л CO_2 (н.у.). На нейтралізацію такої ж маси суміші знадобилось 200 г 1,4 % розчину натрій гідроксиду.

A Визначте компоненти суміші (сполуки **D**, **F**, **L**), якщо відомо, що розчини усіх трьох сполук забарвлюються у рожевий колір при додаванні до них розчину метилоранжу; сполука **D** реагує з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду і може бути отримана при нагріванні сполуки **L** (внаслідок декарбоксилування); сполука **F** є гомологом **D**, а відносна густина її пари за повітрям дорівнює 2,07. Запишіть усі рівняння хімічних реакцій, згадані в умові задачі.

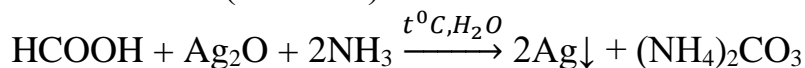
B Обчисліть маси компонентів **D**, **F**, **L** у суміші.

B Зазначте, які сполуки утворюються на катоді та аноді при пропусканні електричного струму крізь розчин, що утворився при додаванні до сполуки **F** натрій гідроксиду.

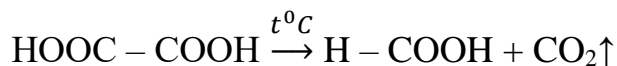
Розв'язання

A Усі три сполуки, при додаванні до них розчину метилоранжу, забарвлюються у рожевий колір, отже – це карбонові кислоти.

Кислота **D** реагує з амоніачним розчином аргентум(I) оксиду, отже – це мурашина кислота (HCOOH):



Мурашина кислота утворюється при нагріванні оксалатної – **L**, яка легко декарбоксилується:



Кислота **F**-гомолог **D**, тобто монокарбонова кислота.

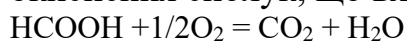
$$D_{\text{пов.}}(\text{F}) = M(\text{F})/M_{\text{пов.}}; \quad M(\text{F}) = 2,07 \cdot 29\text{г/моль} = 60 \text{ г/моль}$$

отже, знаходимо загальний вуглецевий ланцюг:

$$x + 45 = 60$$

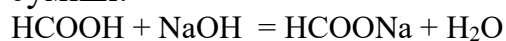
$$x = 15, \text{ тому робимо висновок, що речовина } \text{F} - \text{CH}_3\text{COOH}$$

Записуємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються під час повного окиснення сполук, що входять до складу суміші:



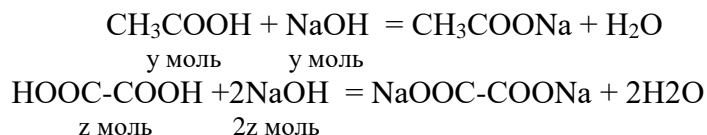
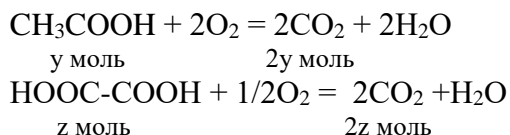
x моль

x моль



x моль

x моль



Б $m(\text{NaOH}) = 0,014 \cdot 200 = 2,8 \text{ г}$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{2,8\text{г}}{40\text{г/моль}} = 0,07 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 2,026\text{л}/22,4\text{л/моль} = 0,09 \text{ моль}$$

Отримуємо систему:

$$\left. \begin{array}{l} x + 2y + 2z = 0,09 \\ x + y + 2z = 0,07 \\ x \cdot 46 + y \cdot 60 + z \cdot 90 = 3,48 \end{array} \right\} \text{ віднімемо, } y = 0,02$$

$$x + 0,04 + 2z = 0,09$$

$$x = 0,05 - 2z$$

$$(0,05 - 2z) \cdot 46 + 0,02 \cdot 60 + 90z = 3,48$$

$$z = 0,01, \text{ а } x = 0,03$$

Отже, маси кислот у вихідній суміші були:

$$m(\text{HCOOH}) = n \cdot M = 0,03 \text{ моль} \cdot 46 \text{ г/моль} = 1,38 \text{ г}$$

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = n \cdot M = 0,02 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ г}$$

$$m(\text{HCOO-COOH}) = n \cdot M = 0,01 \text{ моль} \cdot 90 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ г}.$$

В При пропусканні струму крізь розчин натрій ацетату утворюються:

на катоді – водень $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$,

на аноді – CO_2 і етан $2\text{H}_3\text{C}-\text{C} \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^- \end{array} - 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3 + 2\text{CO}_2$.



Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2023-2024 навчального року
11 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**

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

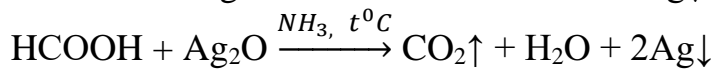
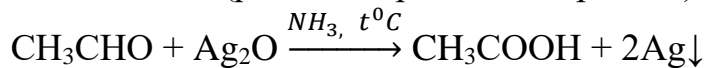
$\text{Li}_2\text{S} + 2\text{HCl} = 2\text{LiCl} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$ – виділяється газ із характерним запахом

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»):

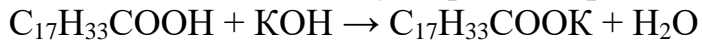


Лакмусом виявляємо мурашину кислоту – фіолетовий лакмус червоніє.

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

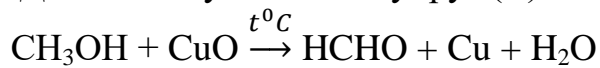
Толуен з калій гідроксидом не реагує й у воді не розчиняється, а тому залишаються два шари рідин, що не змішуються між собою.

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.