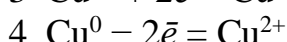
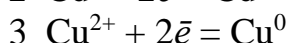
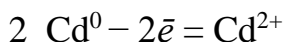
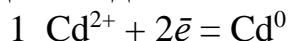


Завдання з розв'язками
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2021-2022 н.р.
11 клас

Тести 1-7. (10 балів)

Завдання 1-4 мають по чотири варіанти відповіді, з яких лише одна правильна. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання 1 бал.

1. Укажіть напівсхеми процесів, що відбуваються у гальванічному елементі з кадмій-мідними електродами в розчині їхніх солей.



Правильні з-поміж них лише:

А 1, 3

Б 1, 4

В 2, 3

Г 2, 4

А	
Б	
В	+
Г	

2. Дедалі частіше в бензин для автівок додають етиловий спирт. Бензин, що реалізують сьогодні в Україні, зазвичай містить 10-15% етанолу. Укажіть, з якою метою в пальне додають етиловий спирт.

А зменшення собівартості

Б підвищення октанового числа

В зменшення обсягів вихлопних газів

Г поглинання води, що утворюється в якості конденсату

А	
Б	
В	
Г	+

3. Виникнення запаху – одна з ознак хімічної реакції. Цікаво, що під час реакції певних речовин із різними реагентами виникають абсолютно різні запахи. Речовину Х спочатку змішали із розчином кислоти, внаслідок чого виник запах тухлих яєць. Під час окиснення речовини Х на повітрі виник інший, більш різкий запах. Позначте речовину Х.

А амоній нітрит

Б ферум(II) сульфід

В натрій сульфід

Г калій карбонат

А	
Б	+
В	
Г	

4. Протипожежна служба висуває все жорсткіші вимоги щодо оздоблювальних матеріалів. З одного боку, матеріали для оздоблення осель та офісних приміщень мають бути безпечними для людини, а з іншого – пожежобезпечними. Позначте речовину, що відповідає означеним вимогам.

А азбест

Б вапняк

В деревинно-стружкові плити

Г шаруватий паперовий пластик

А	
Б	+
В	
Г	

Завдання 5-7 передбачають встановлення відповідності між правим і лівим стовпчиками. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання 2 бали.

5. Увідповідніть відмінності властивостей речовин з їх причинами.

Властивості речовин

А гліцерол більш в'язкий ніж пропанол

Б $t_{\text{кип}}$ метанолу нижча за метанол

В графіт проводить електричний струм, а алмаз – ні

Г літій менш активний метал ніж калій

Причини відмінностей

1 різний радіус атомів

2 кількість водневих зв'язків

3 відмінність атомних мас елементів

4 відмінність кристалічних ґраток

5 відсутність водневих зв'язків

Відповідь: А2, Б5, В4, Г1

6. Увідповідніть склад солі з її формулою.

Склад солей

А сіль, утворена слабкою основою та сильною кислотою

Б сіль, утворена сильною основою та слабкою кислотою

В сіль, утворена слабкою основою та слабкою кислотою

Г сіль, утворена сильною основою та сильною кислотою

Формули речовин

1 Na_2S

2 NH_4NO_2

3 ZnCl_2

4 KBr

Відповідь: А3, Б1, В2, Г4

7. Увідповідніть схему хімічної реакції з її типом.

Схеми хімічних реакцій

А $\text{CH} \equiv \text{CH} \rightarrow \text{CH}_3 - \text{CHO}$

Б $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$

В $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Г $\text{HCOOH} \rightarrow \text{HCOOC}_5\text{H}_{11}$

Типи реакцій

1 естерифікації

2 заміщення

3 гідратації

4 гідрування

5 бродіння

Відповідь: А3, Б2, В5, Г1

Задача 1. (8 бали)

Натрій оксид масою 4,65 г вступив у реакцію з водою. Продукт реакції був використаний для взаємодії з розчином ортофосфатної кислоти, що містить кислоту масою 9,8 г.

А Складіть молекулярні формули солей, що можуть утворитися за умовою задачі, дайте їм назви.

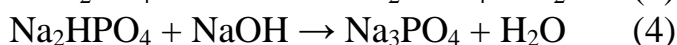
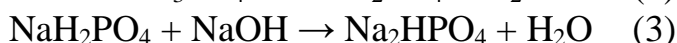
Б Запишіть усі рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі.

В Визначте солі, що були утворені в результаті реакцій та обчисліть їх маси (г).

Розв'язок

А NaH_2PO_4 , Na_2HPO_4 , Na_3PO_4 .

Б Записуємо можливі рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі:



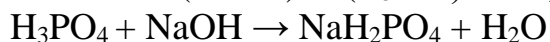
В Обчислюємо масу натрій гідроксиду, що утвориться в результаті взаємодії натрій оксиду з водою:

$$n(\text{Na}_2\text{O}) = \frac{4,65\text{г}}{62\text{г/моль}} = 0,075 \text{ моль}$$

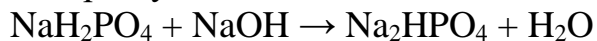
За рівнянням реакції (1) $n(\text{NaOH}) = 2n(\text{Na}_2\text{O}) = 0,075 \cdot 2 = 0,15 \text{ (моль)}$

$$n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{9,8\text{г}}{98\text{г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

Оскільки $n(\text{NaOH}) : n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1:1$, то робимо висновок, що відбувається реакція (2)



За цією реакцією 0,1 моль H_3PO_4 провзаємодіє з 0,1 моль NaOH і утвориться 0,1 моль NaH_2PO_4 . Залишиться $0,15 - 0,1 = 0,05$ моль NaOH . Частина утвореної кислотної солі реагує із залишком NaOH . Тобто відбувається реакція (3):



За цим рівнянням реакції, 0,05 моль NaH_2PO_4 реагує з 0,05 моль NaOH і утворюється 0,05 моль Na_2HPO_4 . Залишається $0,1 - 0,05$ моль = 0,05 моль NaH_2PO_4 . Отже, NaOH у реакції (3) був використаний повністю.

Отже, під час взаємодії зазначеної маси кислоти з лугом утворилося дві солі: NaH_2PO_4 та Na_2HPO_4 .

Обчислюємо їх маси:

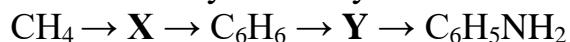
$$m(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 120 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 6 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 142 \text{ г/моль} \cdot 0,05 \text{ моль} = 7,1 \text{ г}$$

Відповідь: у результаті реакцій утвориться NaH_2PO_4 масою 6 г та Na_2HPO_4 масою 7,1 г.

Задача 2. (6 балів)

У схемі наведено синтез аніліну з метану:



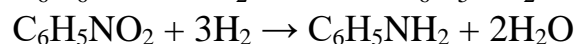
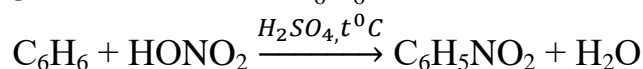
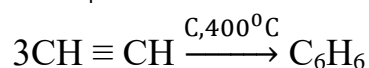
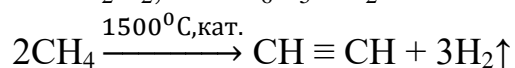
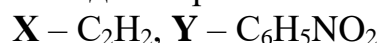
А Спрогнозуйте речовини **X** та **Y**, запишіть їх молекулярні формули.

Б Запишіть рівняння хімічних реакцій, що відображають постадійний синтез аніліну. Зазначте умови перебігу цих реакцій та укажіть їх типи.

В Обчисліть масу (г) метану (н.у.), витраченого для одержання аніліну масою 93 г. Урахуйте, що вихід продукту реакції на кожній стадії 100%.

Розв'язок

А Складаємо рівняння хімічних реакцій синтезу аніліну.



Б Порівнюємо кількість речовини атомів Карбону: $6n\text{CH}_4 \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$

$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = \frac{93 \text{ г}}{93\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

За схемою співвідношення метану і аніліну становить 6 : 1. Якщо кількість аніліну 1 моль, то кількість метану, що був витрачений становить 6 моль.

$$m(\text{CH}_4) = 16 \text{ г/моль} \cdot 6 \text{ моль} = 96 \text{ г.}$$

Відповідь: маса метану, витраченого для одержання аніліну, становить 96 г.

Задача 3. (10 балів)

Спалили гомолог метану масою 5,8 г. Вуглекислий газ, що утворився, поглинувся надлишком розчину натрій гідроксиду. Утворився натрій карбонат масою 26,5 г та натрій гідрогенкарбонат кількістю речовини 0,15 моль.

- А** Визначте молекулярну формулу вуглеводню. Дайте йому назву за систематичною номенклатурою.
- Б** Складіть структурну формулу вуглеводню та формули його ізомерів. Дайте їм назви.
- В** Запишіть рівняння хімічних реакцій галогенування, крекінг, каталітичне окиснення для визначеного вуглеводню. Укажіть назви продуктів реакцій.

Розв'язок

А Записуємо рівняння хімічних реакцій, що відбуваються за умовою задачі:



За рівнянням хімічної реакції (3) $n(NaHCO_3) = n(CO_2) = 0,15$ моль

Визначаємо $n(CO_2)$ за рівнянням хімічної реакції (2):

$$n(Na_2CO_3) = \frac{m}{M} = \frac{26,5 \text{ г}}{106 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow n(CO_2) = 0,25 \text{ моль}$$

$n(CO_2)_{\text{заг.}} = n(CO_2)_2 + n(CO_2)_3 = 0,15 \text{ моль} + 0,25 \text{ моль} = 0,4 \text{ моль}$. Отже, у результаті реакції горіння вуглеводню утворилося 0,4 моль вуглекислого газу.

За рівнянням хімічної реакції (1) $n(CO_2) = n(C_xH_y) \Rightarrow n(C_xH_y) = 0,4 \text{ моль}$

C_xH_y – гомолог метану. $12 \cdot 0,4 + 1y = 5,8$

$$4,8 + 1y = 5,8$$

$$1y = 1 \Rightarrow y = 1 \text{ моль Н}$$

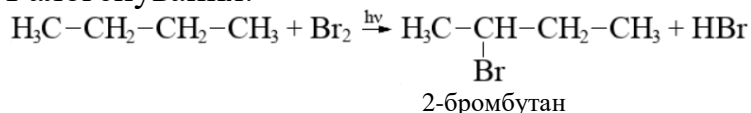
Отже, $x : y = 0,4 : 1 = 4 : 10$, тобто формула сполуки C_4H_{10} – бутан.

Б C_4H_{10} – бутан. Його структурна формула $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$

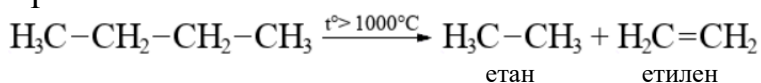
Бутан має один ізомер $H_3C-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_2-CH_3$ – 2-метилпропан.

В Складаємо рівняння хімічних реакцій, що характеризують хімічні властивості бутану:

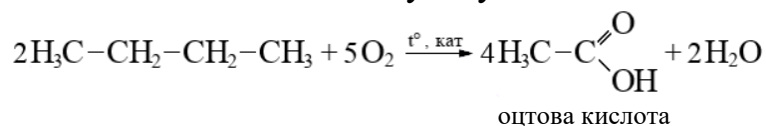
1) Галогенування:



2) Крекінг:



3) Каталітичне окиснення бутану:

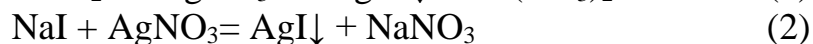
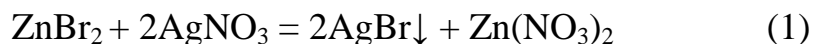


Задача 4. (12 балів)

До розчину, в якому міститься суміш цинк броміду та натрій йодиду масою 60 г, долили 1247,7 мл розчину аргентум нітрату з масовою часткою 10% та густиною розчину 1,09 г/мл. Осад виділили, а фільтрат прореагував з розчином хлоридної кислоти об'ємом 150 мл з умістом у ньому гідроген хлориду 2 моль/л. Обчисліть масову частку цинк броміду, що містився у суміші.

Розв'язок

Хімічні рівняння:



З фільтратом, де надлишок AgNO_3 , реагує хлоридна кислота



Всього витратили $n(\text{AgNO}_3) = \frac{1247,7 \cdot 1,09 \cdot 0,1}{170} = 0,8$ моль

До фільтрату додано $n(\text{HCl}) = \frac{150 \cdot 2}{1000} = 0,3$ (моль), які прореагували за (3) з 0,3 моль AgNO_3 .

Отже, на взаємодію з вихідними солями пішло $0,8 - 0,3 = 0,5$ (моль) AgNO_3 .

Якщо в суміші було x моль ZnBr_2 , то реагувало за (1) $2x$ моль AgNO_3 , а з y моль NaI за (2) реагувало y моль AgNO_3 тоді, $2x + y = 0,5$.

Маси вихідних солей: $m(\text{ZnBr}_2) = n \cdot M = 225x$ (г), $m(\text{NaI}) = 150y$ (г).

Отже, $225x + 150y = 60$ (г)

Маємо систему, яку розв'язуємо:

$$\begin{cases} 2x + y = 0,5 \\ 225x + 150y = 60 \end{cases}$$

$$y = 0,5 - 2x$$

$$225x + 150(0,5 - 2x) = 60.$$

Звідси $x = 0,2$.

Отже, в суміші було 0,2 моль ZnBr_2 .

$$m(\text{ZnBr}_2) = 0,2 \cdot 225 = 45 \text{ (г)}$$

$$w(\text{ZnBr}_2) = \frac{45}{60} \cdot 100\% = 75\%.$$

Відповідь: масова частка цинк броміду, що містився у суміші, становить 75%.

Задача 5. (14 балів)

На хімічному підприємстві шляхом крекінгу нафтопродуктів добувають пропан. Поряд із цим дегідруванням метану за температури 1400°C добувають ацетилен. При змішуванні цих двох газів утворюється пропан-ацетиленова суміш. Припустимо, що таку суміш об'ємом $2,5 \text{ м}^3$ спалили.

А Обчисліть об'єми пропану та ацетилену в суміші, якщо її густина за повітрям становить 1,38.

Б Обчисліть стандартний тепловий ефект кожної з реакцій горіння, якщо стандартні теплоти утворення пропану, ацетилену, карбон(IV) оксиду та води становлять відповідно $-103,8$ кДж/моль, $+226,8$ кДж/моль, $-393,3$ кДж/моль та $-286,2$ кДж/моль.

В Обчисліть кількість теплоти, що виділиться при спалюванні пропан-ацетиленової суміші.

Розв'язок

$$A \quad M(\text{сум.}) = M(\text{пов.}) \cdot D_{\text{пов.}} = 1,38 \cdot 29 = 40,02 \text{ (г/моль)}$$

Припустимо, що 1 моль суміші містить x моль ацетилену, тоді 1 моль суміші містить $(1 - x)$ (моль) пропану.

$$\text{Тоді } m(\text{C}_2\text{H}_2) = M(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_2) = 26x$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_8) = M(\text{C}_3\text{H}_8) \cdot n(\text{C}_3\text{H}_8) = 44(1 - x)$$

$$\text{Складаємо рівняння: } 26x + 44(1 - x) = 40,02$$

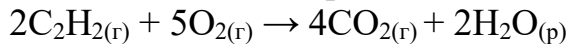
$$x = 0,22 \text{ моль}$$

Отже, $\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = w(\text{C}_2\text{H}_2) = 22\%$, $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = w(\text{C}_3\text{H}_8) = 78\%$,

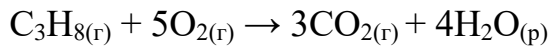
$$V(\text{C}_2\text{H}_2) = V(\text{сум.}) \cdot \varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = 2,5 \cdot 0,22 = 0,55 \text{ м}^3$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8) = V(\text{сум.}) \cdot \varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 2,5 \cdot 0,78 = 1,95 \text{ м}^3$$

Б Обчислюємо стандартний тепловий ефект кожної реакції:

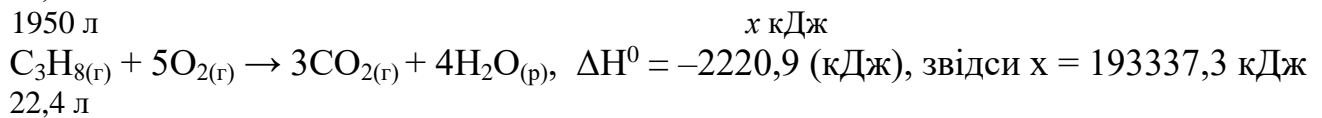
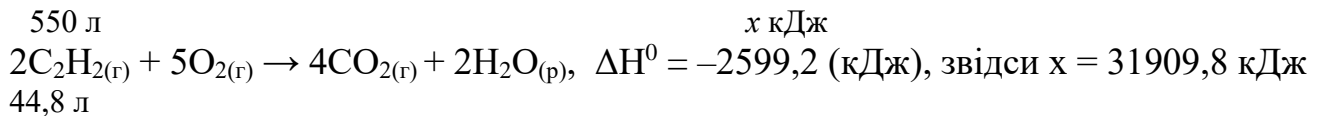


$$\Delta H^0 = 4(-393,3) + 2(-286,2) - 2 \cdot 226,8 = -2599,2 \text{ (кДж)}$$



$$\Delta H^0 = 3(-393,3) + 4(-286,2) - (-103,8) = -2220,9 \text{ (кДж)}$$

В За термохімічними рівняннями обчислимо кількість теплоти, що виділиться при спалюванні 550 л C_2H_2 та 1950 л C_3H_8 :



Усього виділиться $31909,8 + 193337,3 = 225247,1 \approx 2,25 \cdot 10^5$ кДж теплоти.

Максимальна кількість балів – 60