

Розв'язки завдань
II етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії
2018-2019 н.р.
11 клас

Тести 1-4. (8 балів)

Завдання 1-4 мають по чотири варіанти відповіді, з яких лише одна правильна. Знайдіть та позначте її. Максимальна оцінка за кожне правильно виконане завдання із записом розв'язку, що підтверджує відповідь – 2 бали.

1. Укажіть суму індексів у формулі гідрату вищого оксиду елемента, атом якого має 3 енергетичні рівні, а кількість електронів на його зовнішньому рівні удвічі менша, ніж в атома Сульфуру.

А 6
 Б 7
 В 8
 Г 9

А	
Б	+
В	
Г	

2. Укажіть назви речовин X і Y, які беруть участь у реакції, що відповідає йонно-молекулярному рівнянню:

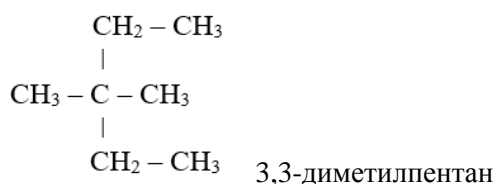


А барій оксид, натрій гідроксид
 Б барій гідрид, вода
 В барій, вода
 Г барій оксид, вода

А	
Б	
В	
Г	+

3. Запишіть назву алкану, який має наведену нижче будову. Укажіть суму локантів, що є в його назві.

А 1
 Б 2
 В 6
 Г 4



А	
Б	
В	+
Г	

4. Укажіть формулу вуглеводню ряду ацетилену, відносна густина за гелієм якого дорівнює 10.

А C₃H₆
 Б C₃H₄
 В C₄H₆
 Г C₅H₈

$$\begin{aligned}
 M(C_nH_{2n-2}) &= 4 \cdot 10 = 40 \\
 12n + 2n - 2 &= 40; 14n = 42; \\
 n &= 3; C_3H_4.
 \end{aligned}$$

А	
Б	+
В	
Г	

Задача 2. (7 балів)

Газ, що бульбашками виділяється з болотної безодні, називається болотним газом. Хіміки різних країн намагалися його отримати штучним шляхом. Уперше це вдалося зробити французькому хіміку Марселену Бертло в 1856 році шляхом пропускання суміші карбон сульфід (сірковуглецю) та водень сульфід (сірководню) крізь трубку з розжареними мідними ошурками. Набагато пізніше болотний газ виділили, діючи водою на алюміній карбід або нагріваючи суміш натрій ацетату і натрій гідроксиду (реакція Дюма).

А Напишіть склад болотного газу, реакцію його горіння, а також усі зазначені вище реакції його одержання. Вважайте, що в реакції Бертелло другим продуктом реакції є купрум(І) сульфід.

Б Обчисліть об'єм вищезазначеного газу (н.у.), отриманого за реакцією Дюма, якщо у взаємодію вступило 4,1 г натрій ацетату.

Розв'язок

А Болотний газ – це метан CH_4 .

Реакція горіння метану: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Реакції одержання метану: $\text{CS}_2 + 2\text{H}_2\text{S} + 8\text{Cu} = \text{CH}_4\uparrow + 4\text{Cu}_2\text{S}$ (р-ція Бертелло)

$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} = 3\text{CH}_4\uparrow + 4\text{Al}(\text{OH})_3$

$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} = \text{CH}_4\uparrow + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (р-ція Дюма)

Б $n(\text{CH}_3\text{COONa}) = m/M = 4,1\text{ г} / 82\text{ г/моль} = 0,05\text{ моль}$

$n(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,05\text{ моль}$

$V(\text{CH}_4) = n \cdot V_m = 0,05\text{ моль} \cdot 22,4\text{ л/моль} = 1,12\text{ л}$

Задача 3. (8 балів)

Якщо залізні ошурки, які ретельно очищені від іржі, помістити в колбу з концентрованою сульфатною кислотою за звичайної температури, то ніякої реакції не відбувається. Якщо колбу нагріти, то виділяється негорючий газ із неприємним різким запахом. Коли цей газ пропустити через воду, то розчин змінює забарвлення індикатора метилоранжу на рожевий.

Якщо сульфатну кислоту розвести водою і також додати залізні ошурки, то починається бурхливе виділення газу. Цей газ легко спалахує від запаленого сірника.

А Напишіть рівняння всіх описаних реакцій і назвіть гази, які виділяються в кожному випадку.

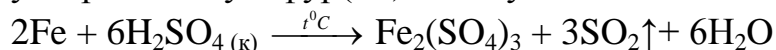
Б Визначте кількість електронів, які брали участь у процесі відновлення Сульфуру при взаємодії заліза з концентрованою сульфатною кислотою при нагріванні. Відповідь підтвердьте записом електронного балансу.

В Чому залізо не взаємодіє з концентрованою сульфатною кислотою за звичайної температури та чому його треба очистити від іржі.

Г Визначте маси продуктів реакцій, які утворюються при взаємодії залізних ошурок масою 14 г з розведеною сульфатною кислотою масою 9,8 г.

Розв'язок

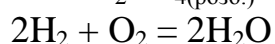
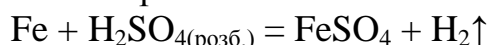
А З концентрованою сульфатною кислотою під час нагрівання залізо реагує з утворенням сульфур(IV) оксиду:

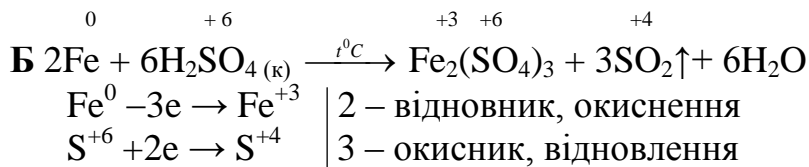


Оксид SO_2 – кислотний, тому під час розчинення у воді утворює відповідну валентності Сульфуру в його молекулі (IV) сульфитну кислоту, яка і змінює забарвлення індикатора метилоранжу на рожевий:



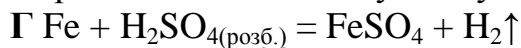
З розбавленою кислотою залізо реагує з утворенням газу водню, який згоряє на повітрі:





У процесі відновлення беруть участь 2 електрона.

В Залізо за звичайної температури не взаємодіє з концентрованою сульфатною кислотою, тому що концентрована сульфатна кислота пасивує залізо за рахунок утворення захисної оксидної плівки. А ось іржа – пухкий шар оксидів і гідроксидів – може вступати у взаємодію з кислотою.



$$n(\text{Fe}) = \frac{14\text{г}}{56\text{г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{9,8\text{г}}{98\text{г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$$

Отже, залізо взято для реакції в надлишку, тому обчислення будемо вести за сульфатною кислотою, яка є у нестачі.

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{H}_2) = n \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ г}$$

$$m(\text{FeSO}_4) = n \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 152 \text{ г/моль} = 15,2 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe}) = 0,25 \text{ моль} - 0,1 \text{ моль} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 8,4 \text{ г}$$

Відповідь: $m(\text{H}_2) = 0,2 \text{ г}$, $m(\text{FeSO}_4) = 15,2 \text{ г}$, $m(\text{Fe}) = 8,4 \text{ г}$

Задача 4. (10 балів)

Вихідна органічна речовина має елементний склад: $w(\text{C}) = 54,55\%$, $w(\text{H}) = 9,09\%$, $w(\text{O}) = 36,36\%$ і відносну густину за воднем 22. Вона легко відновлює амоніаковий розчин аргентум(I) оксиду. Спочатку вихідну речовину масою 11 г відновлюють воднем на платиновому каталізаторі за 300°C . Потім пропускають продукт реакції над алюміній оксидом за температури 350°C , унаслідок чого утворюється вуглеводень, що знебарвлює бромну воду з виділенням дибромопохідної речовини масою 37,6 г.

А Визначте молекулярну формулу вихідної сполуки. Запишіть її структурну формулу.

Б Обчисліть вихід бромопохідної речовини.

Розв'язок

А Визначаємо формулу вихідної сполуки.

І варіант розв'язку

Нехай $m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 100 \text{ г}$, тоді $m(\text{C}) = 54,55 \text{ г}$, $m(\text{H}) = 9,09 \text{ г}$, $m(\text{O}) = 36,36 \text{ г}$.

$$n(\text{C}) = \frac{54,55\text{г}}{12\text{г/моль}} = 4,55 \text{ моль}; \quad n(\text{H}) = \frac{9,09\text{г}}{1\text{г/моль}} = 9,09 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = \frac{36,36\text{г}}{16\text{г/моль}} = 2,27 \text{ моль}$$

$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 4,55 : 9,09 : 2,27 = 2 : 4 : 1$, отже емпірична формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$.

$$D_{\text{H}_2} = \frac{Mr(\text{речовини})}{2}; \quad Mr(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) = 2 \cdot 22 = 44$$

$Mr(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 12 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 16 = 44$, тобто $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ – істинна формула речовини.

II варіант розв'язку

$$D_{H_2} = \frac{Mr(\text{речовини})}{2}; Mr(C_xH_yO_z) = 2 \cdot 22 = 44$$

Нехай є одна молекула $C_xH_yO_z$, тоді в одній молекулі C_2H_4O :

$$n(C) = Mr(C_2H_4O) \cdot 0,5455/12 = 2;$$

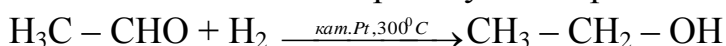
$$n(H) = Mr(C_2H_4O) \cdot 0,0909/1 = 4;$$

$$n(O) = Mr(C_2H_4O) \cdot 0,3636/16 = 1$$

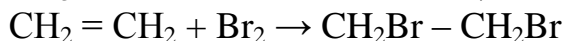
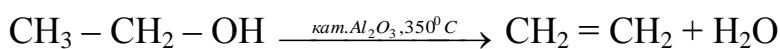
Отже, формула органічної сполуки – C_2H_4O .

Оскільки за умовою задачі органічна речовина легко відновлює амоніаковий розчин Ag_2O , то ця речовина – етаналь ($CH_3 - CHO$).

Б Обчислюємо вихід диброміду до теоретичного.



$$n(C_2H_4O) = \frac{11\text{ г}}{44\text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$



За рівняннями реакцій $n(C_2H_4Br_2) = n(C_2H_4) = n(C_2H_4O) = 0,25 \text{ моль}$

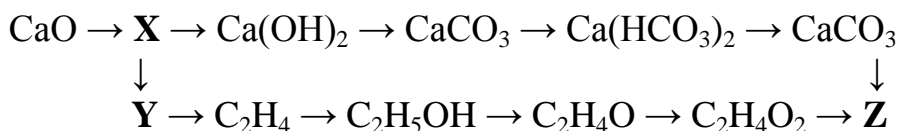
$$\text{Тоді } m_{\text{теор.}}(C_2H_4Br_2) = 0,25 \text{ моль} \cdot 188 \text{ г/моль} = 47 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m_{\text{практ.}}}{m_{\text{теор.}}}; \eta(C_2H_4Br_2) = \frac{37,6\text{ г}}{47\text{ г}} = 0,8, \text{ або } 80\%$$

Відповідь: вихід дибромоетану до теоретичного становить 80%.

Задача 5. (13 балів)

Кінцевим продуктом двох ланцюгів перетворення є сполука Z , яка у малих кількостях є життєво необхідною, оскільки збуджує дихальний центр мозку, а в дуже великих – пригнічує його. Напишіть рівняння реакції, що відповідають зазначеній нижче схемі:



Виконайте завдання:

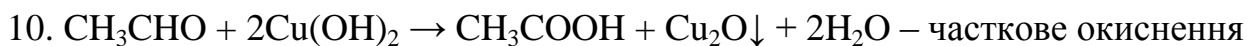
А Визначте речовини X , Y , Z . Укажіть умови проходження реакцій.

Б Укажіть типи реакцій та назвіть усі продукти реакцій.

В Для сполук C_2H_5OH , C_2H_4O та $C_2H_4O_2$ складіть усі можливі ізомери та назвіть їх.

Розв'язок

- $CaO + 3C \xrightarrow{t^\circ C} CaC_2 + CO \uparrow$ – відновлення $X - CaC_2$
- $CaC_2 + 2HON \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$ – обміну, гідратації $Y - C_2H_2$
- $Ca(OH)_2 + CO_2 \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$ – обміну
- $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$ – сполучення
- $Ca(HCO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ C} CaCO_3 + CO_2 \uparrow + H_2O$ – розкладу
- $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ C} CaO + CO_2 \uparrow$ – розкладу $Z - CO_2$
- $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_4$ – приєднання, гідрування
- $C_2H_4 + HON \xrightarrow{H_3PO_4, 280-300^\circ C, P} C_2H_5OH$ – приєднання, гідратації
- $C_2H_5OH + CuO \rightarrow CH_3CHO + Cu \downarrow + H_2O$ – часткове окиснення



Ізomerи для $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$:

Ізomerи для $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ етиловий спирт

$\text{CH}_3 - \text{CHO}$ етаналь

$\text{CH}_3 - \text{O} - \text{CH}_3$ диметилловий етер

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2\text{OH}$ етенол (вініловий спирт)

Ізomerи для $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$: $\text{CH}_3 - \text{COOH}$ етанова (оцтова) кислота

$\text{H} - \text{COOCH}_3$ метилметаноат (естер)

$\text{CH}_2\text{OH} - \text{CHO}$ 2-гідроксоетаналь

Задача 6. (14 балів)

До 150 г розчину з масовою часткою барій броміду 19,8 % додали 23,7 г калій сульфату. Крізь суміш, що утворилася, пропустили, перемішуючи, 2,24 л сульфур(IV) оксиду (н.у.).

А Обчисліть масу одержаного осаду.

Б Обчисліть масові частки речовин у розчині, що утворився.

Розв'язок

1. Обчислюємо кількість речовини BaBr_2 у розчині:

$$m(\text{BaBr}_2) = w(\text{BaBr}_2) \cdot m(\text{р-ну}) = 0,198 \cdot 150\text{г} = 29,7\text{ г}$$

$$n(\text{BaBr}_2) = \frac{29,7\text{г}}{297\text{г/моль}} = 0,1\text{моль}$$

2. Обчислюємо кількість речовини калій сульфату:

$$n(\text{K}_2\text{SO}_3) = \frac{23,7\text{г}}{158\text{г/моль}} = 0,15\text{моль}$$

3. Складаємо рівняння хімічної реакції:

$$\begin{matrix} 0,1\text{моль} & 0,1\text{моль} & 0,1\text{моль} & 0,2\text{моль} \\ \text{BaBr}_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 = \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{KBr} \end{matrix}$$

(1)

Отже, K_2SO_3 – у надлишку ($0,15\text{ моль} > 0,1\text{ моль}$)

Тоді, $n_{\text{зал.}}(\text{K}_2\text{SO}_3) = n(\text{K}_2\text{SO}_3) - n_{\text{прореаг.}}(\text{K}_2\text{SO}_3)$

$$n_{\text{зал.}}(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,15\text{моль} - 0,1\text{моль} = 0,05\text{моль}$$

4. Отже, утворена суміш містить речовини: K_2SO_3 – залишок, KBr , BaSO_3 .

Із цих речовин лише K_2SO_3 та BaSO_3 будуть взаємодіяти з SO_2 з утворенням кислих солей:

$$\begin{matrix} 0,05\text{ моль} & V_2\text{ моль} & 0,1\text{ моль} \\ \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KHSO}_3 \end{matrix}$$

(2)

$$\begin{matrix} 0,05\text{ моль} & V_3\text{ моль} & 0,05\text{ моль} \\ \text{BaSO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{HSO}_3)_2 \end{matrix}$$

(3)

5. Обчислюємо кількість речовини SO_2 :

$$n(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} = \frac{2,24\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,1\text{моль}$$

Відповідно до рівняння (2) у реакцію вступило $0,05\text{ моль SO}_2$, тоді в реакцію (3) вступатиме SO_2 : $0,1\text{ моль} - 0,05\text{ моль} = 0,05\text{ моль}$.

Згідно з рівнянням реакції (3) $n(\text{SO}_2) = n_{\text{прореаг.}}(\text{BaSO}_3) = 0,05\text{ моль}$.

6. Отже, якщо у реакцію (3) вступило $0,05\text{ моль BaSO}_3$, то кількість речовини залишку осаду BaSO_3 дорівнює:

$$n_{\text{зал.}}(\text{BaSO}_3\downarrow) = n(\text{BaSO}_3\downarrow) - n_{\text{прореаг.}}(\text{BaSO}_3\downarrow) = 0,1\text{ моль} - 0,05\text{моль} = 0,05\text{ моль}.$$

7. Обчислюємо масу осаду барій сульфату:

$$m(\text{BaSO}_3\downarrow) = 0,05\text{моль} \cdot 217\text{г/моль} = 10,85\text{г}$$

8. Обчислюємо масу отриманого розчину:

$$m(\text{р-ну}) = m(\text{р-нуBaBr}_2) + m(\text{K}_2\text{SO}_3) + m(\text{SO}_2) - m(\text{BaSO}_3\downarrow)$$

$$m(\text{SO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 6,4 \text{ г}$$

$$m(\text{р-ну}) = 150 \text{ г} + 23,7 \text{ г} + 6,4 \text{ г} - 10,85 \text{ г} = 169,25 \text{ г}$$

9. Обчислюємо масу речовин, які містяться в розчині:

$$m(\text{KHSO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 12 \text{ г}$$

$$m(\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 299 \text{ г/моль} = 14,95 \text{ г}$$

$$m(\text{KBr}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 119 \text{ г/моль} = 23,8 \text{ г}$$

10. Обчислюємо масові частки речовин у розчині:

$$w(\text{KHSO}_3) = \frac{m(\text{KHSO}_3)}{m(\text{р-ну})} = \frac{12 \text{ г}}{169,25} = 0,0709, \text{ або } 7,09\%$$

$$w(\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2)}{m(\text{р-ну})} = \frac{14,95 \text{ г}}{169,25} = 0,0883, \text{ або } 8,83\%$$

$$w(\text{KBr}) = \frac{m(\text{KBr})}{m(\text{р-ну})} = \frac{23,8 \text{ г}}{169,25} = 0,1406, \text{ або } 14,06\%$$

Відповідь: осад BaSO_3 – 10,85г;

у розчині: 7,09% KHSO_3 , 8,83% $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$, 14,06% KBr .