

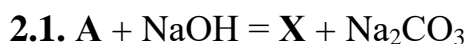
Розв'язки завдань
III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з ХІМІЇ
2024-2025 навчального року
10 клас
ТЕОРЕТИЧНИЙ ТУР

Завдання 1. Тести

1. А, Г, Д
2. Б, Д
3. А, Г
4. А, Б, Г

Завдання 2.

Розв'язок



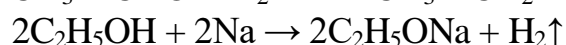
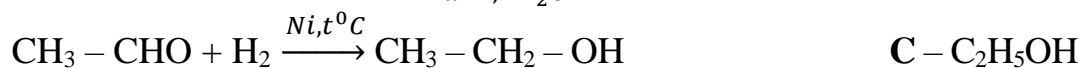
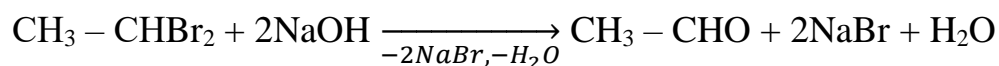
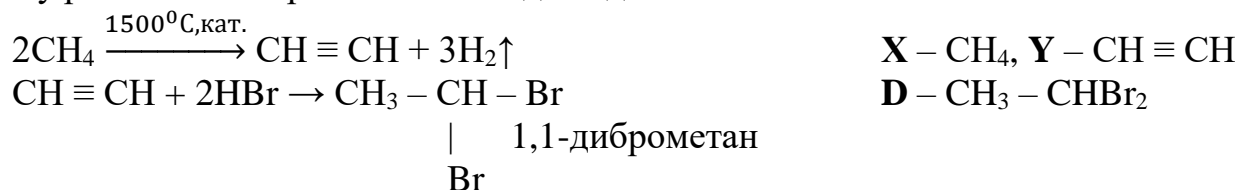
За рівнянням Менделєєва-Клайперона знаходимо М речовини X

$$M(X) = 0,415 \cdot 8,314 \cdot 108,4 / 23,4 = 16 \text{ (г/моль)},$$

Отже, речовина X – CH₄, а речовина A – CH₃COONa (натрій ацетат)



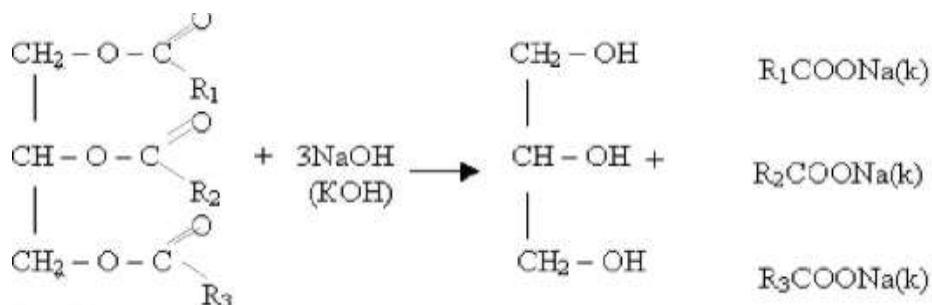
2.2. Записуємо рівняння хімічних реакцій, що демонструють можливий спосіб синтезу речовини A із речовини X і відповідають схемі.



Завдання 3.

Рішення

3.1.

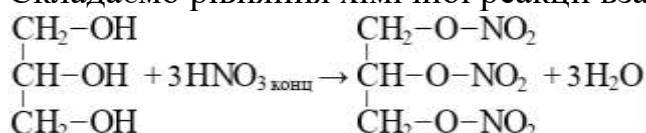


$$n(Cl_2) = 90/70,1 = 1,28 \text{ моль (надлишок)}$$

$$n(KBr) = 238/119 = 2 \text{ моль}, n(Br_2) = 1 \text{ моль}$$

З бромом реагує тільки натрій олеїнат, отже олеїнової кислоти – 1 моль.

3.3. Складаємо рівняння хімічної реакції взаємодії гліцеролу із нітратною кислотою:



$$n(\text{HNO}_3) = (191,5 \cdot 1,41) \cdot / 63 = 4,28 \text{ моль}$$

$$n(\text{гліцеролу}) = 1 \text{ моль}$$

При гідролізі жиру утворюється 1 моль гліцеролу, 1 моль олеїнової кислоти та 2 моль стеаринової.

Завдання 4.

Розв'язок

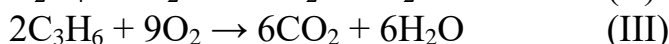
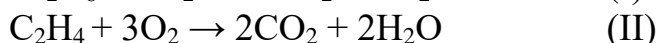
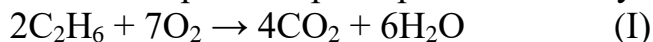
4.1. Усі компоненти суміші належать до класу вуглеводнів:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ – насичений вуглеводень, алкан

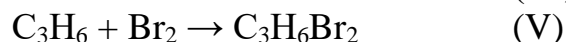
$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ – ненасичений вуглеводень, алкен

$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH}_2$ – ненасичений вуглеводень, алкен

4.2. Реакція горіння характерна для всіх вуглеводнів:



Реакція приєднання бромарактерна лише для ненасичених вуглеводнів:



4.3. 1. Обчислюємо кількість суміші вуглеводнів:

$$n(\text{сум.}) = \frac{22,4 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$M(\text{сум.}) = M(\text{H}_2) \cdot D(\text{H}_2) = 2 \cdot 16,5 = 33 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{сум.}) = \frac{m(\text{сум.})}{M(\text{сум.})} = \frac{79,2 \text{ г}}{33 \text{ г/моль}} = 2,4 \text{ моль}$$

2. Обчислюємо кількість бромару:

$$m(\text{Br}_2) = m(\text{р-ну Br}_2) \cdot w(\text{Br}_2) = 960 \text{ г} \cdot 0,1 = 96 \text{ г}$$

$$n(\text{Br}_2) = \frac{m(\text{Br}_2)}{M(\text{Br}_2)} = \frac{96 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,6 \text{ моль}$$

За рівняннями реакції (IV) і (V) – $n(\text{Br}_2) = n(\text{алкенів}) = 0,6 \text{ моль}$,

тоді $n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4 \text{ моль}$

3. Припустимо, що 1 моль вихідної суміші містить x моль C_2H_4 ,

тоді $\text{C}_3\text{H}_6 - (0,6 - x) \text{ моль}$ і $\text{C}_2\text{H}_6 - 0,4 \text{ моль}$:

$$m(\text{C}_2\text{H}_4) = M(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_4) = 28x \text{ г}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_6) = M(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot n(\text{C}_3\text{H}_6) = 42(0,6 - x) \text{ г}$$

$$m(\text{C}_2\text{H}_6) = M(\text{C}_2\text{H}_6) \cdot n(\text{C}_2\text{H}_6) = 30 \cdot 0,4 = 12 \text{ г}$$

$$\text{Складаємо рівняння: } 28x + 42(0,6 - x) + 12 = 33$$

$$28x + 25,2 - 42x + 12 = 33$$

$$-14x = -4,2$$

$$x = 0,3 \text{ моль} - n(\text{C}_2\text{H}_4)$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,4 \text{ моль}$$

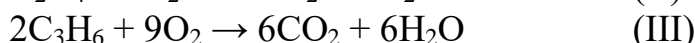
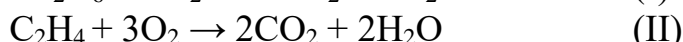
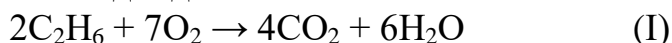
4. Обчислюємо вміст кожного газу в суміші кількістю 2,4 моль:

$$n(\text{C}_2\text{H}_4) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,72 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,72 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_6) = 2,4 \text{ моль} \cdot 0,4 \text{ моль} = 0,96 \text{ моль}$$

За рівняннями реакцій горіння вуглеводнів обчислюємо кількості речовин кисню, необхідні для їхнього спалювання:



За рівнянням (I): $n(\text{O}_2) = 7/2n(\text{C}_2\text{H}_6) = 7/2 \cdot 0,96 = 3,36$ моль

За рівнянням (II): $n(\text{O}_2) = 3n(\text{C}_2\text{H}_4) = 3 \cdot 0,72 = 2,16$ моль

За рівнянням (III): $n(\text{O}_2) = 9/2n(\text{C}_3\text{H}_6) = 9/2 \cdot 0,72 = 3,24$ моль

Отже, для спалювання вуглеводнів потрібно: $2,16 + 3,36 + 3,24 = 8,76$ моль O_2

1. $V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 8,76 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 196,2 \text{ л}$

$$V(\text{пов.}) = \frac{V(\text{O}_2)}{\varphi(\text{O}_2)} = \frac{196,2 \text{ л}}{0,21} = 934 \text{ л}$$

Завдання 5.

Розв'язок

5.1. Складаємо хімічне рівняння реакції, що відображає процес алюмотермії ферум(III) оксиду: $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв.})} + 2\text{Al}_{(\text{тв.})} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_{3(\text{тв.})} + 2\text{Fe}_{(\text{розпл.})}$

5.2. $\Delta H = \Sigma \Delta H_{\text{прод.}} - \Sigma \Delta H_{\text{реак.}}$

$$\Delta H = (\Delta H(\text{Al}_2\text{O}_3) + 2 \cdot \Delta H(\text{Fe})) - (\Delta H(\text{Fe}_2\text{O}_3) + 2 \cdot \Delta H(\text{Al})) =$$
$$= (-1675,5 + 2 \cdot 12,4) + 825,5 = -825,2 \text{ кДж/моль}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = \frac{5 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,03125 \text{ моль}$$

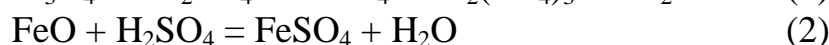
$$1 \text{ моль Fe}_2\text{O}_3 \text{ --- } -825,2 \text{ кДж}$$

$$0,03125 \text{ моль --- } x \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H = 0,03125 \text{ моль} \cdot (-825,2 \text{ кДж}) = -25,79 \text{ кДж}$$

Отже, тепловий ефект реакції $\Delta H_{\text{реакції}} = -25,79 \text{ кДж}$

5.3. Записуємо рівняння хімічних реакцій взаємодії оксидів Феруму із сульфатною кислотою: $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ (1)



$$M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232 \text{ г/моль}; M(\text{FeO}) = 72 \text{ г/моль}; M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

Нехай маса Fe_3O_4 в суміші становить x г, тоді маса FeO буде дорівнювати $(14,8 - x)$.

Із рівняння реакції (1) виходить, що маса H_2SO_4 складає $4 \cdot 98x/232 = 1,69x$

Із рівняння реакції (2) виходить, що маса H_2SO_4 складає $98(14,8 - x)/72 = (20,1 - 1,36x) \text{ г}$

Із умови задачі маса H_2SO_4 ($w = 100\%$) буде дорівнювати $93,5 \cdot 1,15 \cdot 0,21 = 22,6 \text{ г}$, а його кількість $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 22,6 / 98 = 0,23 \text{ моль}$

$$\text{Тоді, } 22,6 = 1,69x + 20,1 - 1,36x$$

$$x = 7,6 \text{ г Fe}_3\text{O}_4, \text{ маса FeO становить } 14,8 - 7,6 = 7,2 \text{ г}$$

$$\text{Отже, } w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 7,6 \cdot 100/14,8 = 51,35\%$$

$$w(\text{FeO}) = 7,2 \cdot 100/14,8 = 48,65\%$$