

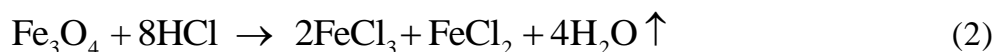
Водяну пару пропустили над розпеченим залізом, яке прореагувало повністю. Як результат утворився твердий залишок та виділився газ. Твердий залишок розчинили у відповідній кількості соляної кислоти та отримали розчин двох солей. Для цього використали 400 мл розчину HCl, густина якого становила 1,05 г/мл. Газ був використаний для перетворення бензену у циклогексан масою 14,3 г з практичним виходом 80 %. Встановіть масу заліза, яке прореагувало? Яка масова частка розчину соляної кислоти? Напишіть всі реакції, які мали місце.

Розв'язок

При контакті пари із розпеченим залізом має місце реакція:



Те, що утворюється саме залізна окалина, можна встановити з опису розчинення твердого залишку у соляній кислоті – утворення двох солей.



Водень реагує з бенzenом за наступною реакцією:



За умовою завдання утворюється 14,3 г циклогексану. Можна розрахувати теоретичну масу, яка мала б утворитися за цією реакцією, та відповідну кількість моль циклогексану:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 14,3/0,8 = 17,88 \text{ г}, \quad v(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 17,88/84 = 0,213 \text{ моль}.$$

Згідно реакції (3) $v(\text{H}_2) : v(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 3 : 1$. Отже $v(\text{H}_2) = 0,213 \cdot 3 = 0,639 \approx 0,64$ моль.

Згідно реакції (1) $v(\text{Fe}) : v(\text{Fe}_3\text{O}_4) : v(\text{H}_2) = 3 : 1 : 4$.

Отже $v(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 0,64/4 = 0,16$ моль, а $v(\text{Fe}) = 3 \cdot 0,64/4 = 0,48$ моль.

Згідно реакції (2) $v(\text{Fe}_3\text{O}_4) : v(\text{HCl}) = 1 : 8$.

Отже $v(\text{HCl}) = 0,16 \cdot 8 = 1,28$ моль, $m(\text{HCl}) = 1,28 \cdot 36,5 = 46,72$ г.

Маса розчину обчислюється із об'єму: $m_{\text{р-н}}(\text{HCl}) = 400 \cdot 1,05 = 420$ г.

Таким чином масова частка кислоти становить:

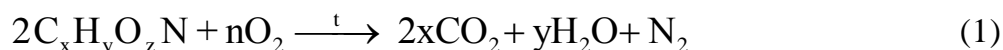
$$\omega(\text{HCl}) = (46,72 \cdot 100) / 420 = 11,1 \approx \mathbf{11 \%}$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,48 = 26,88 \approx \mathbf{26,9 \text{ г}}$$

Органічну сполуку X, що містить Карбон, Гідроген, Оксисен та один атом Нітрогену, масою 10,3 г спалили повністю у відповідній кількості кисню. Гази, що утворилися після реакції, спочатку пропустили через P₂O₅, а потім через розчин гідроксиду кальцію, взятий у надлишку. Маса P₂O₅ збільшилася на 8,1 г, а у розчині випав осад масою 40 г. Газ, що не прореагував з P₂O₅ та розчином Ca(OH)₂, має об'єм 1,12 л (н.у.). Встановіть формулу сполуки X та напишіть всі реакції, які мали місце. Чи є серед ізомерів сполуки X оптичні ізомери?

Розв'язок

При повному згорянні сполуки X має місце наступна реакція:

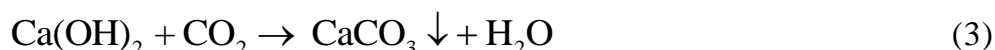


Вода поглинається P₂O₅:



Отже $\nu(H_2O) = 8,1/18 = 0,45$ моль.

Вуглекислий газ реагує із розчином Ca(OH)₂:



$\nu(CaCO_3) = 40/100 = 0,4$ моль.

Згідно реакції (3) $\nu(CO_2) : \nu(CaCO_3) = 1 : 1$, тому $\nu(CO_2) = 0,4$ моль.

Газ, який не прореагував з P₂O₅ та Ca(OH)₂, це азот. $\nu(N_2) = 1,12/22,4 = 0,05$ моль.

Згідно реакції (1) $\nu(C_xH_yO_zN) : \nu(N_2) = 2 : 1$.

Отже $\nu(C_xH_yO_zN) = 0,1$ моль, а $M_r(C_xH_yO_zN) = 10,3/0,1 = 103$ г/моль,

$\nu(C_xH_yO_zN) : \nu(CO_2) = 2 : 2x = 0,1 : 0,4$, $x = 4$.

$\nu(C_xH_yO_zN) : \nu(H_2O) = 2 : y = 0,1 : 0,45$, $y = 9$.

$M_r(C_4H_9O_zN) = 4 \cdot 12 + 9 \cdot 1 + 16z + 14 = 103$ г/моль, $z = 2$

Формула сполуки **C₄H₉O₂N**

Такій формулі відповідають два класи органічних сполук: амінокислоти та нітроалкани.

Наприклад: CH₃-CH₂-C*(NH₂)-COOH та CH₃-CH₂-C*(NO₂)-CH₃

Сполуки мають оптичні ізомери (дзеркальні відображення один одного, або стереоізомери), якщо у них є атом карбону із чотирма різними замісниками.

Наведені вище сполуки мають такі атоми (позначені *) – тому мають оптичні ізомери.

При обробці надлишком хлоридної кислоти 14,6 г суміші, яка містила двохвалентний метал (Me) та його оксид, виділилося 2,24 л (н.у.) газу. Для того, щоб відновити оксид у суміші до металу необхідно 2,24 л (н.у.) водню. Встановити про який метал іде мова. Як цей метал реагує із концентрованою сульфатною кислотою? Напишіть всі реакції, які мають місце.

Розв'язок.

При розчиненні двохвалентного металу та його оксиду у надлишку розчину HCl мають місце наступні реакції:



Кількість моль водню, яка виділяється у (1) реакції: $v(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1$ моль

Згідно реакції (1) $v(\text{Me}) : v(\text{H}_2) = 1 : 1$. Отже $v(\text{Me}) = 0,1$ моль.

Водень реагує з оксидом металу за наступною реакцією:



Кількість моль водню, яка бере участь у (3) реакції: $v(\text{H}_2) = 2,24/22,4 = 0,1$ моль

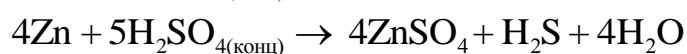
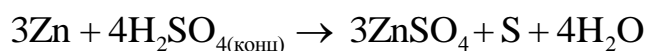
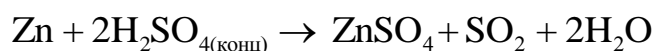
Згідно реакції (3) $v(\text{MeO}) : v(\text{H}_2) = 1 : 1$. Отже $v(\text{MeO}) = 0,1$ моль.

Таким чином маса суміші: $M_r(\text{Me}) \cdot 0,1 + M_r(\text{MeO}) \cdot 0,1 = 14,6$.

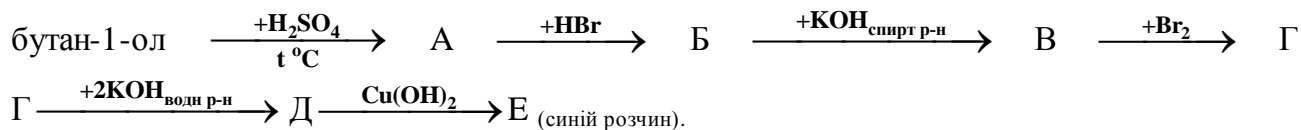
Якщо позначити $M_r(\text{Me}) = X$, тоді: $X \cdot 0,1 + (X+16) \cdot 0,1 = 14,6$ $X = 65$ г/моль.

Шуканий метал – **цинк**.

При взаємодії із концентрованою сульфатною кислотою можуть мати місце наступні реакції (в залежності від співвідношення металу та кислоти):

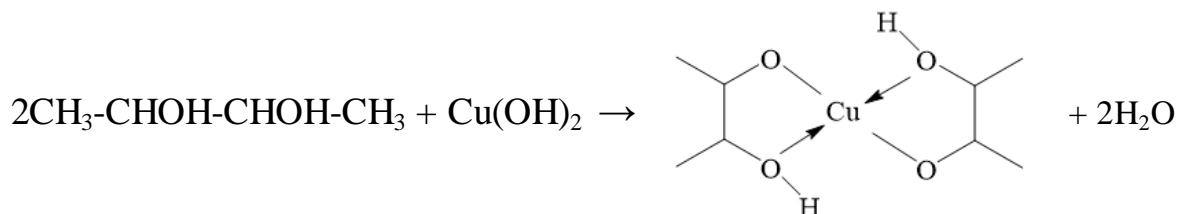
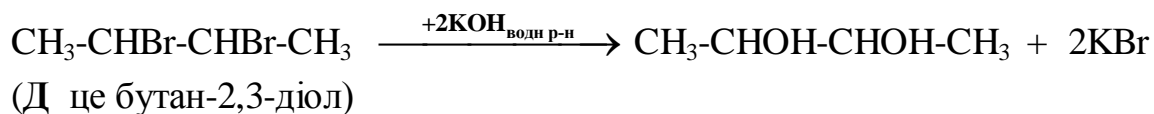
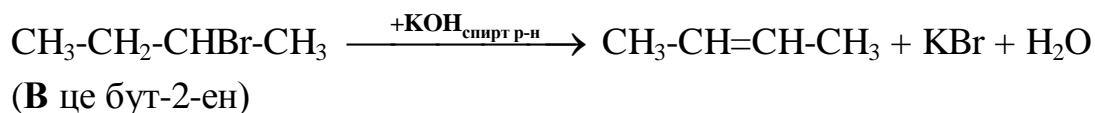
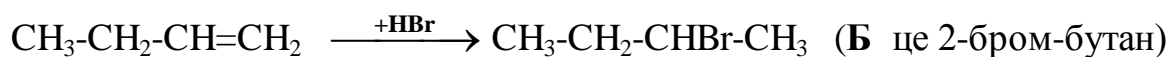
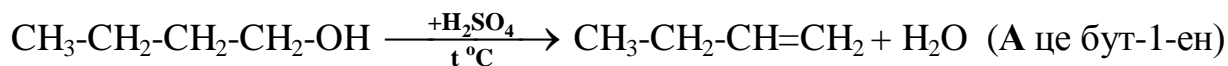


Здійснити перетворення:



Напишіть всі реакції, які мають місце. Напишіть структурні формули речовин А-Е та назвіть сполуки А-Д.

Розв'язок.



Суміш двох солей, які мають однаковий аніон, розчинили у воді. Якщо до розчину вказаних солей додати надлишок нітрату срібла, то випадає білий аморфний осад масою 86,1 г. Якщо до цього ж самого розчину солей додати надлишок сульфату натрію, то випадає білий кристалічний осад масою 46,6 г. Відомо, що одна сіль розкладається при прожарюванні у сухому вигляді. У результаті розкладу виділяються два гази, водні розчини яких мають кислотні та лужні властивості, відповідно. Вкажіть назву солей та їх масові частки у суміші. Напишіть всі реакції, які мають місце.

Розв'язок.

Білим аморфним осадом, який випадає при дії надлишку нітрату срібла, є хлорид срібла. Отже спільний аніон – Cl^- .

Те, що це саме хлорид, можна було здогадатися з того, що одна із початкових солей розкладається при прожарюванні у сухому вигляді. Як результат виділяються два гази, водні розчини, яких мають кислотні та лужні властивості, відповідно. Під цей опис підходить **амонію хлорид**.



Водний розчин аміаку має лужні властивості, а водний розчин HCl – кислотні.

Білим кристалічним осадом, який випадає при дії сульфату натрію, є сульфат барію. Отже одна із початкових солей – **хлорид барію**.

Таким чином у нас на початку були дві солі: BaCl_2 та NH_4Cl



Кількість моль BaSO_4 , який виділяється у (3) реакції: $\nu(\text{BaSO}_4) = 46,6/233 = 0,2$ моль

Отже $\nu(\text{BaCl}_2) = 0,2$ моль, $m(\text{BaCl}_2) = 0,2 \cdot 208 = 41,6$ г.

Кількість моль AgCl , який виділяється у (1) та (2) реакціях:

$$\nu(\text{AgCl}) = 86,1/143,5 = 0,6 \text{ моль}$$

Згідно реакції (2) $\nu(\text{BaCl}_2) : \nu(\text{AgCl}) = 1 : 2$. Тут виділяється 0,4 моль AgCl . А по першій реакції $0,6 - 0,4 = 0,2$ моль AgCl .

Згідно реакції (1) $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) : \nu(\text{AgCl}) = 1 : 1$. Отже $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,2$ моль.

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,2 \cdot 53,5 = 10,7 \text{ г.}$$

$$\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 100 \cdot 10,7 / (10,7 + 41,6) = 20,5 \% , \omega(\text{BaCl}_2) = 79,5 \%$$