

8 клас

Розв'язки

1. ГДК.

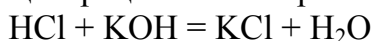
1. $n(\text{Cl}_2) = 0.001/71 = 1.408 \times 10^{-5}$ моль, $N(\text{Cl}) = 2 \times 1.408 \times 10^{-5} \times 6.022 \times 10^{23} = 1.696 \times 10^{19}$ атомів.

2. $n(\text{SO}_2) = 0.01/64 = 1.56 \times 10^{-4}$ моль, $V(\text{SO}_2) = 1.56 \times 10^{-4} \times 22400 = 3.5$ мл.

3. $m(\text{CO}) = 20 \times 10^{-3}/1000 = 2 \times 10^{-5}$ г, $m(\text{C}) = 2 \times 10^{-5} \times 12/28 = 8.57 \times 10^{-6}$ г.

2. Титрування.

1. Нехай C_1 та V_1 – відповідно, концентрація та об'єм розчину HCl ; а C_2 та V_2 – концентрація та об'єм розчину KOH .



З рівняння реакції видно, що: $n(\text{HCl}) = n(\text{KOH})$, тобто $C_1V_1 = C_2V_2 \rightarrow C_1 = C_2V_2/V_1$

$C_1 = 0.1 \times 8.3/20 = 0.0415$ (моль/л).

2. Маса 1 л розчину: $m(\text{р-ну}) = \rho V = 1 \times 1000 = 1000$ г. Кількість KOH в 1 л розчину:

$n(\text{KOH}) = C_2V_2 = 0.1 \times 1 = 0.1$ моль.

Маса KOH в 1 л розчину: $m(\text{KOH}) = n(\text{KOH}) \times M(\text{KOH}) = 0.1 \times 56 = 5.6$ г.

Масова частка KOH в розчині: $\omega(\text{KOH}) = m(\text{KOH})/m(\text{р-ну}) = 5.6/1000 = 0,0056 = 0,56$ %.

3. Кислотно-основні індикатори (індикатори). Їх використання засновано на зміні кольору розчину в залежності від рН (кислотності) середовища. Приклади: фенолфталеїн, метиловий оранжевий, лакмус тощо.

3. Гази.

1. Загальна кількість моль газів: $pV = nRT \rightarrow n = pV/RT = 101325 \times 2 \times 10^{-3} / (8.314 \times 273) = 0.089$ моль або $n = V/V_m = 2/22.4 = 0.0893$ моль.

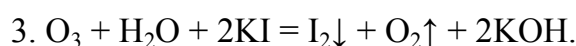
Молярна маса суміші: $M = m/n = 3/0.0893 = 33.6$ г/моль.

$M = x(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2) + x(\text{O}_3) \times M(\text{O}_3)$.

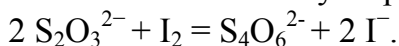
Нехай мольна частка кисню дорівнює x , тоді мольна частка озону $1-x$, тоді:

$33,6 = 32x + 48(1-x)$; $x = 0,9$. Об'ємні частки газів дорівнюють їх мольним часткам, отже об'ємні частки становлять: **$\text{O}_2 - 90\%$, $\text{O}_3 - 10\%$** .

2. $p/T = nR/V = \text{const}$ (при $V = \text{const}$), тому $p_1/T_1 = p_2/T_2 \rightarrow p_2 = p_1 \times T_2/T_1 = 101325 \times 300/273 = 11346$ Па.

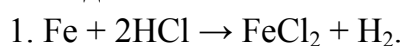


Визначити кількість утвореного I_2 можна титруванням його розчину тіосульфатом:



Так можна визначити, скільки виділилося йоду, а кількість йоду, в свою чергу, дорівнює кількості озону, що знаходився у суміші з киснем.

4. Водень.



З концентрованою сульфатною кислотою на холоді реакція не перебігає, проте при нагріванні перебігає з виділенням SO_2 : $2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$.

2. Знайдемо середню молярну масу суміші двох газів: $M = 0.2 \times 2 + 0.8 \times 16 = 13.2$. За нормальних умов 1 моль суміші має об'єм 22.4 л, отже густина = $13.2/22.4 = 0.589$ г/л.

3. $V_1(\text{Fe}) = 32.9/7.85 = 4.191$ см³. Оскільки $V = 4\pi r^3/3$, то $V_1(\text{Fe})/V_2(\text{Fe}) = (r_1/r_2)^3 = 2^3 = 8$. $V_2(\text{Fe}) = 4.191/8 = 0.524$ см³. Тобто після розчинення об'єм залізної кульки став 0.524 см³, а його маса – $0.524 \times 7.85 = 4.112$ г. В кислоті розчинилося $32.90 - 4.112 = 28.788$ г заліза або 0.514 моль. Кількість моль водню, що виділився дорівнює кількості заліза, що розчинилося; $V(\text{H}_2) = 0.514 \times 8.314 \times 298 / 1.013 \times 10^5 = 12.57$ л.

5. CaCl_2 .

1. $\omega(\text{Ca}) = 40/(111 + 18n) = 0.2721$; $n = 2$. Формула кристалогідрату: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2. Маса 1 л розчину CaCl_2 дорівнює 1083 г, а маса CaCl_2 – 100 г. $M(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 147$ г/моль. В 147 г $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ міститься 111 г безводної солі, а 100 г CaCl_2 міститься в $147 \times 100 / 111 = 132.43$ г. Тобто, для приготування розчину необхідно взяти **132.43** г кристалогідрату, та $1083 - 132.43 = 950.57$ г води.

В 111 г безводної солі міститься 40 г іонів Кальцію, розчин містить 100 г CaCl_2 , а маса іонів Ca^{2+} в ньому дорівнює $40 \times 100 / 111 = 0.0332$. Масова частка іонів Ca^{2+} в розчині дорівнює **3.32%**.

6. Лабораторне завдання.

Речовини **X**, **A** та **E** – оксиди металу **B**, який виявляє змінну валентність у сполуках з киснем, отже **B** є *d*-елементом.

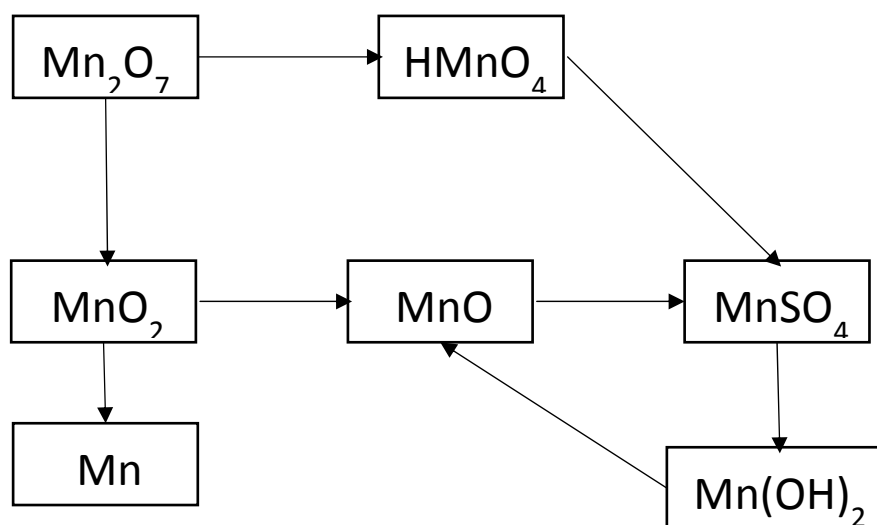
Нехай оксиди мають такі формули: **X** = B_2O_x , **A** = B_2O_y , **E** = B_2O_z , де x, y, z – цілі числа, причому z – найменше з них. Позначим молярну масу металу **B**, як M . Тоді:

1) $\omega(\text{O в } \text{B}_2\text{O}_x) = 16x/(16x + 2M) = 0.5545$;

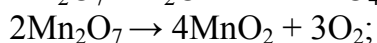
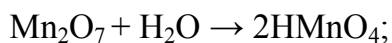
2) $\omega(\text{O в } \text{B}_2\text{O}_y) = 16y/(16y + 2M) = 0.3678$;

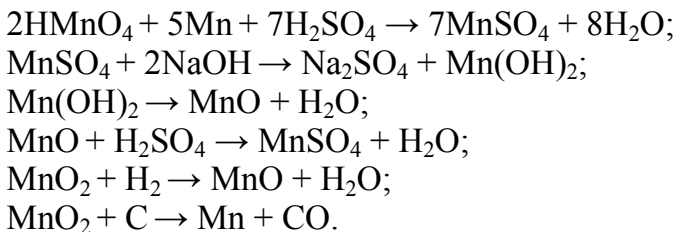
3) $\omega(\text{O в } \text{B}_2\text{O}_z) = 16z/(16z + 2M) = 0.2254$.

Поєднання рівнянь 1) та 2) дає співвідношення $x = 1.75y$. Поєднуючи рівняння 2) та 3), знаходимо, що $y = 2z$. Нехай $z = 1$, тоді $y = 2$, ці числа при підставленні до рівнянь 2) та 3) дають для величини M значення 27.49 г/моль, але такого *d*-металу не існує. Якщо $z = 2$, то $y = 4$, а $M = 55$ г/моль, що відповідає Мангану. Підставлення $y = 4$ до співвідношення $x = 1.75y$ дає $x = 7$. Отже метал **B** – Манган, а його вищезазначені оксиди мають такі формули: **X** = Mn_2O_7 , **A** = MnO_2 , **E** = MnO . Загалом, схема перетворень має такий вигляд:



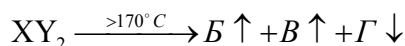
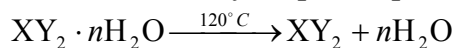
Рівняння реакцій:





7. Завдання експериментального туру.

При нагріванні речовини А відбувається розклад кристалогідрату з наступним розкладом солі, яка утворила кристалогідрат:



При прожарюванні 2 г кристалогідрату солі А ($\text{XY}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) маса зменшилася на 0.731 г, за рахунок видалення води.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{кр.гидр.})} = \frac{0.731}{2} = 0.3655$$

Враховуючи, що формула кристалогідрату $\text{XY}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, масова частка аніонів буде складати:

$$\omega(\text{Y}) = 1 - (\omega(\text{X}) + \omega(\text{H}_2\text{O})) = 1 - (0.2149 + 0.3655) = 0.4196$$

За умовами задачі розчин А має голубий колір, а при додаванні NaOH до нього утворюється блакитний осад, який розкладається з утворенням речовини Г, що відповідає наявності іонів Купруму (II) у розчині, відповідно, Г – це CuO, чорного кольору. Також відомо, що при наявності іонів Купруму (II) полум'я набуває зеленого кольору. Таким чином, X – це Cu^{2+} . Знаходимо відносну молекулярну масу кристалогідрату:

$$Mr(\text{XY}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \frac{Mr(\text{Cu})}{\omega(\text{Cu})} = \frac{63.55}{0.2149} = 295.72$$

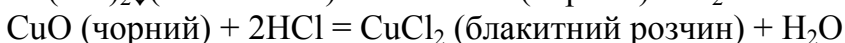
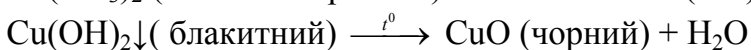
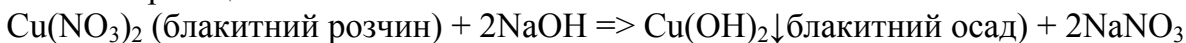
Тоді $Mr(\text{Y}) = 295.72 \cdot 0.4196 / 2 = 62.04$. Вказано, що солі інших металів з кислотним залишком Y є розчинними у воді, сіль А є термічно нестійкою. Тому можна вважати, що Y – це нітрат іон, $Mr(\text{NO}_3^-) = 62$ г/моль.

Знайдемо кількість молекул H_2O у кристалогідраті А.

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = \frac{n \cdot Mr(\text{H}_2\text{O})}{Mr(\text{кр.гидр.})} = \frac{n \cdot 18.02}{295.72} \quad n = \frac{295.72 \cdot 0.3655}{18.02} = 6$$

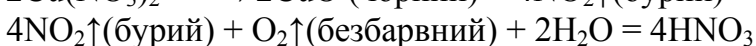
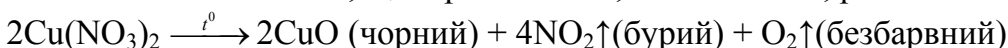
Таким чином, кристалогідрат А – це шестиводний нітрат Купруму (II) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Рівняння реакцій:



Гази Б та В підтримують горіння. Газ Б – проста речовина, а газ В – бінарна сполука.

При пропусканні суміші цих газів через воду утворюється розчин кислоти, що містить той самий кислотний залишок, що й речовина А, таким чином, речовина Б – це O_2 , а В – NO_2 .



2. Cu^0 : $1s^2 2s^2 3s^2 3p^6 4s^1 3d^{10}$. При утворенні катіонів Купруму електрони видаляються із зовнішнього енергетичного рівня та 3d-підрівня:

