**Частина 1**

**Завдання 1.(10 балів)**

До розчину сульфатної кислоти масою 300 г долили розчин їдкого натру масою 250 г. Утворилось 28,4 г натрій сульфату та 36 г натрій гідрогенсульфату. Визначте масові частки(%) кислоти та лугу у вихідних розчинах.

**Розв’язок:**

Запишемо відповідні рівняння реакцій:

H2SO4 + NaOH → NaHSO4 + H2O (1)

NaHSO4 + NaOH → Na2SO4 + H2O (2)

Обчислюємо кількості речовин, що утворились:

ν(Na2SO4) = 28,4/142 = 0,2 моль

ν(NaHSO4) = 36/120 = 0,3 моль

За рівнянням (2) - ν(Na2SO4) = ν(NaHSO4) = ν(NaOH) = 0,2 моль

Загальна кількість речовини натрій гідрогенсульфату становить:

 ν(NaHSO4) = 0,3 моль + 0,2 моль = 0,5 моль

За рівнянням (1) - ν(NaHSO4) = ν(NaOH) = ν(H2SO4) = 0,5 моль

Загальна кількість речовини натрій гідроксиду становить:

ν(NaOH) = 0,5 моль + 0,2 моль = 0,7 моль

Обчислюємо маси кислоти і лугу у вихідних розчинах:

m(H2SO4) = 0,5 моль $×$ 98 г/моль = 49 г

m(NaOH) = 0,7 моль$ ×$40 г/моль = 28 г

Визначаємо масові частки(%) кислоти та лугу у вихідних розчинах:

ω(H2SO4) = 49 $г÷$ 300 г = 0,1633 , або 16,33 %

ω(NaOH) = 28 $г÷$ 250 г = 0,112 , або 11,2 %

**Завдання 2.(20 балів)**

Кожний з неметалів А і В утворює з киснем по дві сполуки, причому обидва оксиди елемента В при розчиненні у воді утворюють кислоти, у той час як з оксидів елемента А – тільки один. При повному згорянні наважки суміші А і В утворилася суміш газоподібних оксидів АО2 і ВО2, причому на окиснення речовини А витратили в два рази більшу кількість кисню, ніж на окиснення речовини В. Після повного поглинання отриманої газової суміші оксидів розчином натрій гідроксиду його маса збільшилася на 10 г.

1. Назвіть елементи А та В, речовини, що згадують в умові задачі.
2. Обчисліть мольні та масові частки (%) неметалів у суміші.
3. Знайдіть масу вихідної суміші .
4. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

**Розв’язок:**

Неметалічні елементи, що утворюють оксиди складу АО2 і ВО2, газоподібні за нормальних умов – Карбон, Нітроген та Сульфур. Азот за даних умов газоподібна речовина, тому до наважки входять вуглець та сірка.

Сульфур утворює оксиди SO2, SO3, обидва з яких при взаємодії з водою утворюють кислоти. Карбон утворює оксиди СО2, СО, з яких тільки СО2 реагує з водою. Тому А – Карбон, проста речовина вуглець, В – Сульфур, проста речовина сірка.

Відповідні рівняння:

С + О2 → СО2

S + O2→SO2

Якщо на окиснення вуглецю витратили в два рази більшу кількість кисню, чим на окиснення речовини сірки, тоді й кількість моль вуглецю має бути в два рази більше, ніж сірки, мольне співвідношення ν(C):ν(S) = 2:1. Тому в суміші неметалів на кожні 24 г вуглецю припадає 32 г сірки.

Мольна частка сірки становить:

χ(S) = 1/ 3 = 0,333 або 33,3%, а вуглецю – χ(С) = 2/ 3 = 0,667 або 66,7%.

Масові частки їх складають:

ω(C) = 24/56 = 0,4286 або 42,86%, ω(S) = 32/56 = 0,5714 або57,14%.

При пропущенні суміші оксидів через розчин натрій гідроксиду, маса розчину збільшилася на 10 г, тобто сума мас оксидів складає 10 г.

Нехай кількість SО2 х моль. ν(CО2):ν(SО2) = 2:1, тоді кількість СO2 дорівнює 2х моль. Маємо рівняння:

88х + 64х = 10;

152x = 10

x = 10 / 152

 х = 0,066

ν(S) = 0,066 моль, ν(C) = 0,132 моль, m(S) = 0,066 ∙ 32 = 2,11 г; m(C) = 0,132 ∙ 12 = 1,58 г; m(суміші) = 3,69 г

(ІІ спосіб. Оскільки мольне відношення оксидів у суміші дорівнює 2:1, то в ній на кожні 88 г СО2 приходиться 64 г SO2.

152 г суміші оксидів утворююється з 56 г суміші неметалів, а 10 г – з х г.

х = 56⋅10/152=3,68 г суміші.)

Відповідні рівняння хімічних реакцій.

1. С + О2 → СО2
2. S + O2 → SO2
3. СО2 + H2O → H2CO3
4. SО2 + H2O → H2SO3
5. СО2 + 2NaOH → Na2CO3 + H2O
6. SО2 + 2NaOH → Na2SO3+ H2O

**Частина 2**

**Завдання 1.(10 балів)**

При охолодженні насиченого при 70 °С розчину купрум(ІІ) сульфату до 0 °С утворилось 900 г купрум(ІІ) сульфат пентагідрату. Визначте масу використаного розчину солі, якщо відомо, що при 70 °С у 100 г води розчиняється 31,4 г безводної солі, а при 0 °С – 12,9 г.

**Розв’язок:**

Обчислюємо масу купрум(ІІ) сульфату у кристалогідраті:

ω(CuSO4)кр. = Mr(CuSO4) / Mr(CuSO4∙5H2O) = 160 $г÷$ 250 г = 0,64

m(CuSO4)кр. = 0,64 ∙ 900 = 576 г

Нехай маса початкового розчину становить *x* г, тоді маса солі у ньому становить:

m(CuSO4)поч. = $\frac{31,4}{131,4}$ $×$ *x* = 0,239 ∙ *x* г

Маса розчину після охолодження:

m(р-ну)1 = m(р-ну)поч. - m(кристалогідрату) = (*x* – 900) г

Маса купрум(ІІ) сульфату у розчині після охолодження:

m(CuSO4)1 = $\frac{12,9}{112,9}$ $×$(*x* – 900) = (0,1143∙ *x* – 102,87) г

Або

m(CuSO4)1 = m(CuSO4)поч. - m(CuSO4)кр. = (0,239 ∙ *x* – 576) г

Отримаємо рівняння:

0,1143∙ *x* – 102,87 = 0,239 ∙ *x* – 576

0,1247∙ *x* = 473,13

*x* = 473,13 /0,1247

*x* = 3794

Маса вихідного розчину:

m(CuSO4)поч. = 3794 г

**Завдання 2.(20 балів)**

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.

1. Встановити про який метал іде мова.
2. Як цей метал реагує із концентрованою сульфатною кислотою?
3. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

**Розв’язок:**

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

Me + 2HCl → MeCl2 + H2↑ (1)

MeO + 2HCl → MeCl2 + H2O↑ (1)

Кількість моль водню, яка виділяється у (1) реакції: ν(H2) = 2,24/22,4 = 0,1 моль

Згідно реакції (1) ν(Me) : ν(H2) = 1 : 1. Отже ν(Me) = 0,1 моль.

Водень реагує з оксидом металу за наступною реакцією:

Me + H2 → Me + H2O (3)

Кількість моль водню, яка бере участь у (3) реакції: ν(H2) = 2,24/22,4 = 0,1 моль

Згідно реакції (3) ν(MeO) : ν(H2) = 1 : 1. Отже ν(MeO) = 0,1 моль.

Таким чином маса суміші: Mr(Me)∙0,1 + Mr(MeO)∙0,1 = 14,6 .

Якщо позначити Mr(Me) = *x*, тоді:

 *x*∙0,1+ (*x*+16)∙0,1 = 14,6

0,2∙*x* = 14,6 – 1,6

0,2∙*x* = 13

*x* = 65

Шуканий метал – **цинк**.

1. Zn + 2HCl → ZnCl2 + H2↑
2. ZnO + 2HCl → ZnCl2 + H2O
3. ZnO + H2 → Zn + H2O

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

1. Zn + 2H2SO4 → ZnSO4 + SO2 + 2H2O
2. 3Zn + 4H2SO4 → 3ZnSO4 + S + 4H2O
3. 4Zn + 5H2SO4 → 4ZnSO4 + H2S + 4H2O

**Частина 3**

**Завдання 1.(10 балів)**

У розчин меркурій(ІІ) хлориду масою 50 г помістили цинкову пластинку масою 40 г. Після закінчення реакції маса пластинки становила 42,84 г. Визначте масову частку (%) солі у вихідному розчині.

**Розв’язок:**

Запишемо схему:



x – m( HgCl2)- маса солі у вихідному розчині; y – m(Hg) – маса ртуті, що осіла на пластинці; z – m (Zn) – маса цинку, що прореагувала із сіллю.

Маса пластинки після реакції: 40 – x + y = 42,84 г

Отримуємо систему рівнянь:

 40 – x + y = 42,84

 65∙y = 201∙x

x = 0,3234∙y

40 - 0,3234∙y + y = 42,84

0,6766∙y = 2,84

y = 4,1975

За ррівнянням реакції шукаємо масу солі:

$\frac{z}{272}$ = $\frac{y}{201}$

$\frac{z}{272}$ = $\frac{4,1975}{201}$

z = 272∙4,1975 / 201

z = 5,6802

m( HgCl2) = 5,6802

Обчислюємо масову частку солі у вихідному розчині:

ω( HgCl2) = 5,6802 / 50 = 0,1136 або 11,36 %.

**Завдання 2.(20 балів)**

Дано схему перетворень:



Відомо,що А – проста речовина, всі речовини містять елемент Х, його латинська назва походить від назви стародавнього міста Магнезія в Малій Азії.

1. Визначте невідомий елемент Х, запишіть електронну формулу його йону.
2. Визначте невідомі речовини А, Б, В, Г, Д, Е, що беруть участь у перетвореннях ( вкажіть їх формули та назви).
3. Напишіть відповідні рівняння хімічних реакцій.

**Розв’язок:**

Х – Магній; А – Mg – магній; Б – MgCl2 – магній хлорид; В – Mg(OH)2 – магній гідроксид; Г – MgO – магній оксид; Д – MgSO4 – магній сульфат; Е - MgSO4∙7H2O – магній сульфат гептагідрат ( додаткові бали за тривіальні назви речовини Е – англійська сіль , гірка сіль, сіль Епсома).

Електронна формула йона: 1s22s22p6

Відповідні рівняння хімічних реакцій:

1. Mg + 2HCl → MgCl2 + H2↑
2. MgCl2 + 2KOH → Mg(OH)2 + 2HCl
3. Mg(OH)2 → MgO + H2O
4. MgO + SO3 → MgSO4
5. MgSO4  + 7 H2O → MgSO4∙7H2O