**Завдання 1.(10 балів)**

Флуор є найбільшелектронегативнимелементом. Тому він активно реагує із багатьма простими та складними речовинами, окислюючи їх. При цьому елементи набувають такого ж ступеня окиснення, як і при взаємодії з киснем.

А. Напишіть рівняння реакцій, що відбуваються між флуором і такими речовинами: фосфором, германієм, барієм, ванадієм, метаном і водою.

Б. З якою із перелічених вище речовин флуор реагуватиме найбільш активно і чому?

**Розв’язання:**

Проходитимуть такі реакції:

P4 + 10F2→ 4PF5

Ge + 2F2→GeF4

Ba + F2→BaF2

2V + 5F2→VF5

CH4 + 4F2→CF4 + 4HF

H2O + F2→HF + O2 (або OF2 — в залежності від умов реакції).

Найактивніше проходитиме реакція між флуором і барієм (барій, який є лужноземельним металом, причому внизу підрупи, є найактивнішим відновником із наведених в умові завдання речовин).

**Завдання 2.(12 балів)**

При взаємодії суміші міді, алюмінію і магнію масою 1 г, взятих у вигляді порошків, з розведеним розчином HCl, виділяється 900 мл (н.у.) водню. Із такої ж маси зазначеної суміші можна отримати 0,125 г купрум(II) оксиду.

А. Розрахуйте масову частку (%) кожного компонента суміші.

Б.Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна з цієї суміші отримати купрум(II) оксид в індивідуальному вигляді.

**Розв’язання:**

А. Знаходимо масу міді у купрум(ІІ) оксиді масою 0,125 г:

0,125 г х, г

СuO → Сu

80 г 64 г

m(Сu) = 0,1 г. Тоді m(Mg, Al) = 1 – 0,1 = 0,9 г

Із розведеним розчином HCl реагують лише Mg і Al. При цьому за н.у. виділяється 0,0402 моль водню (υ(Н2) = ). Прийнявши масу магнію за х, а об’єм водню, який виділиться при його взаємодії із кислотою через у, отримаємо:

m(Mg)= *х* г; m(Al) = (0,9 – *х*) г;

V(Н2 / Mg) = *у*лυ (Н2 / Al) = (0,0402 – *у*) моль

*х,* г *у,*моль

Mg+ 2 HCl = MgCl2 +H2

24 г 1 моль

(0,9 – *х*) г(0,0402 – *у*) моль

2Al + 6 HCl = 2AlCl3 + 3H2

 2∙27 г 3 моль

Отримуємо систему рівнянь:

*х =* 24 *у*

3(0,9 – *х*) = 54(0,0402– *у*)

Розв’язавши систему рівнянь отримуємо, що *х =* 0,707. Отже, у суміші металів масою 1г:

m(Сu) = 0,1 г; m(Mg) = 0,707 г; m(Al) = 0,193 г.

Розраховуємо масові частки (%) кожного компонента суміші:

*ω*(Сu/суміш) = (0,1/1)100% = 10%; *ω*(Mg /суміш) = 70,7%; *ω*(Mg /суміш) = 19,3%.

Б. Метод отримання CuO із суміші Mg, Al і Cu:

1) На суміш металів діємо розчином хлоридної кислоти. Магній і алюміній розчиняються, мідь залишається в осаді.

2. Мідь відфільтровуємо, промиваємо дистильованою водою і сушимо.

3. Мідь окислюємо нагріванням порошку на повітрі чи в атмосфері чистого кисню:

2Сu + O2 → 2СuО

Купрум(ІІ) оксид – порошок чорного кольору. При більш високій температурі може утворюватися суміш CuO (чорний колір) і Сu2О (морквяний колір).

**Завдання 3.(20 балів)**

Газову суміш, отриману при розкладанні деякого нітрату А, пропустили крізь розчин калій гідроксиду. При цьому в отриманому розчині виявлено нітрат- і нітрит-йони. Маса твердого залишку В, утвореного після розкладання нітрату, відноситься до маси вихідного нітрату як 4 : 9. При прожарюванні речовини В у струмені СО отримано темний порошок С, маса якого відноситься до маси В як 7: 10.

Визначте речовини А, В, С і напишіть рівняння всіх згаданих реакцій. Відповідь підтвердіть необхідними розрахунками. (20 балів)

**Розв’язання:**

При термічному розкладі нітрату А виділився нітроген(IV) оксид, тому що серед продуктів взаємодії утвореної газової суміші з розчином калій гідроксиду виявлено нітрит- та нітрат-йони:

2KOH + 2NO2 → KNO2 + KNO3 + H2O

Отже, В – оксид металу чи метал (наприклад, Ag).

Оскільки речовина В дальше реагує із СО (типовий відновник), вона не може бути металом. Отже В – оксид металу.

m(МехОу ) : m(Ме) = 10 :7. Якщо m(МехОу) = 17 г, тоді: m(Ме) = 7 г; m(О) = 3 г.

nЕ(О) = = 0,375 моль. Тоді nЕ(Ме) =0,375 моль.

МЕ(Ме) = г/моль.

При факторі еквівалентності 1/3, МЕ(Ме) = 3 ∙ = 56г/моль. Отже Ме – Ферум, а речовина В – Fe2O3/

Нітратом А може бути ферум(ІІ) нітрат чи ферум(ІІІ) нітрат, тому, що обидві солі при термічному розкладі утворюють ферум(ІІІ) оксид.

Згідно умови задачі маса ферум нітрату (речовина А) відноситься до маси ферум оксиду (речовина В) 9: 4.

Рівняння розкладу нітратів феруму:

4Fe(NO2)3→2Fe2O3 + 12NO2 + 3O2 (I)

4Fe(NO2)2→ 2Fe2O3 + 8NO2 + O2 (I)

(I): припускаємо, що υ(Fe(NO2)3) = 1 моль (242 г). Тоді m(Fe2O3) = 80 г.

m(Fe2O3) : m(Fe(NO2)3) =80 : 242 = 4 : 12,1, що не відповідає умові задачі.

(IІ): припускаємо, що υ(Fe(NO2)2) = 1 моль (180 г). Тоді m(Fe2O3) = 80 г.

m(Fe2O3) : m(Fe(NO2)2) =80 : 180 = 4 : 9, що відповідає умові задачі.

Отже, А –Fe(NO2)2,В –Fe2O3,С –Fe.

**Завдання 4(20 балів)**

Органічна сполука А масою 1,42 г при 250С˚ і 1 атм займає об’єм 644,8 мл. Водний розчин тієї ж кількості А реагує з цинком з утворенням 168,3 мл водню (н.у.). За даними елементного аналізу сполука А містить 25.41% С, 3,198% Н, 33,85% О за масою та ще один хімічний елемент.

А. Визначте речовину А.

Б. Підтвердіть розрахунками належність А до певного класу.

**Розв’язання:**

Визначаємо молярну масу речовини А, виходячи з рівняння Менделєєва-Клайперона: .

Якщо використовуватиR = 8,31,  або, якщоR=1.22,4/273 = 0,082 атм.л/К, 

Речовина **А** містить Карбон, Гідрогену, Оксиген і ще якийсь один хімічний елемент.

Визначаємо співвідношення кількостей речовин Карбону, Гідрогену і Оксигену в речовині А:

υ(С) :υ(Н) : υ(О) = 25,41/12 : 3,198/1 : 33,847/16 = 1 : 1,5 : 1, тобто найпростіша формула речовини А–СН1,5ОХn.

Оскільки А реагує із цинком з виділенням водню, значить це є карбонова кислота.

υ(кислоти) = 1,42 /94,5 = 0,015моль. υ(Н2) = 0,1683/22,4 = 0,0075моль.

υ(кислоти) : υ(Н2) = 0,015моль : 0,0075моль = 2 : 1. Це відповідає одній карбоксильній групі (двом атомам Оксигену), тому А – С2Н3О2Х2n:

2R –COOH + Zn→(COOH)2Zn+ H2.

94,5 – 59 = 35,5, отже Х – Cl, а n = 0,5.Шуканий елемент –Сl.

А – СН2Cl–СООН – хлороцтова кислота.

2СН2Cl–СООН+ Zn→(СН2Cl–СООН)2Zn+ H2

**Завдання 5(20 балів)**

Для приготування піроформного нанопорошку металу використано тверду двохосновну кислоту А, що містить додатково ще дві гідроксогрупи, із масовою часткою Карбону у ній 32% і безбарвний порошок Б (містить 4,5% Карбону). Порошок Б розкладається кислотою А з виділенням газу із густиною за нормальних умов 1,97 г/л. У результаті реакції був отриманий розчин, з якого з часом випали кристали речовини С. Вони безбарвні, розчинні у воді, а їх розчин дає чорний осад під дією сірководню і коричневий – під дією розчину натрій гіпохлориту. Чорний осад при дії гідроген пероксиду робиться білим. При нагріванні речовини С до 400°С у вакуумі був отриманий нанопорошок металу Г з розміром частинок 50 нм. На повітрі порошок саморозжарюється, поступово перетворюючись в червоно-коричневий порошок Д, із масовою часткою Оксигену 7,17%.

А. Назвіть невідомі речовини А – Д. Відповідь підтвердіть необхідними розрахунками.

Б. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

**Розв’язання:**

Припускаємо, що кислота є насиченою і виводимо загальну формулу для насичених двохосновних кислот, які містять ще дві додаткові гідроксильні групи:

СnН2n+2 + 2СООН + 2ОН = СnН2n-2(СООН)2(ОН)2

М(СnН2n-2(СООН)2(ОН)2) = 14n + 122.

Оскільки ω(С/А) = 32%, тому:

0,32=12n+24/14n+122; n=2. Тоді **А – винна кислотаС2Н2(СООН)2(ОН)2**, або .

Газ, утворений при розкладі **Б – карбон (IV)оксид**: М(газу) = 22,4 ∙ 1,97 = 44 г/моль.

Д – оксид (продукт окиснення металу Г). Тому Д – МехОу. Якщо m(МехОу) = 100 г, тоді: m(О) = 7,17 г; m(Ме) = 92,83 г.

nЕ(О) = =0,896моль.

Тоді nЕ(Ме) =0,896моль.

МЕ(Ме) = г/моль.

Якщо *f*=1, тоді МЕ(Ме) = г/моль. Такого металу немає.

Якщо *f*=1/2, тоді МЕ(Ме) = г/моль. Метал – свинець, а **Д – PbO**.

Тоді речовина **Б – плюмбум (ІІ) карбонатPbСO3**:

PbСO3 + С2Н2(СООН)2(ОН)2→ С2Н2(СОО)2(ОН)2Pb + Н2О + СО2↑

 плюмбум (ІІ)

тартрат

Речовина **С – плюмбум(ІІ) тартратС2Н2(СОО)2(ОН)2 Pb**.

Розчин плюмбум(ІІ) тартрату взаємодіє із сірководнем з утворенням чорного осаду плюмбум(ІІ) сульфіду:

С2Н2(СОО)2(ОН)2 Pb + H2S→ С2Н2(СООН)2(ОН)2+ PbS↓

Плюмбум (ІІ) сульфіду взаємодіє із гідроген пероксидом:

PbS + 4H2O2→ PbSO4(білий)+ 4H2O

Розчин плюмбум(ІІ) тартрату взаємодіє із розчином натрій гіпохлориту з утворенням коричневого осаду плюмбум(ІV) оксиду:

С2Н2(СОО)2(ОН)2 Pb+ 6NaClO + 8NaOH → PbO2↓(коричневий)+ 6NaCl + 4Na2CO3+ H2O

Плюмбум (ІІ)тартратуС2Н2(СОО)2(ОН)2 Pb при нагріванні у вакуумі розкладається з утворенням **піроформного свинцю – речовини Г**:

С2Н2(СОО)2(ОН)2 Pb→ Pb + 2H2O + 4CO

**Завдання 5(18 балів)**

У семи пронумерованих пробірках без етикеток знаходяться такі речовини: арґентум хлорид, натрій хлорид, натрій сульфат, купрум(II) сульфат, купрум(II) сульфід, натрій карбонат і хлорид алюмінію.

А. Запропонуйте спосіб ідентифікації всіх цих сполук, використовуючи тільки воду, розчин лакмусу і один додатковий реактив.

Б. Напишіть рівняння реакцій, необхідних для визначення речовин.

**Розв’язання:**

Пробуємо речовини на розчинність у воді:

*А. Розчинні у воді*: натрій хлорид, натрій сульфат, купрум (II) сульфат, натрій карбонат і хлорид алюмінію. Причому, купрум (II) сульфат є білим порошком, який при добавленні води синіє, оскільки утворюється кристалогідрат (**речовина 1**):

CuSO4 + 5Н2O → CuSO4∙5Н2O

Розчин купрум (II) сульфат також є синього кольору.

*Б. Нерозчинні у воді*:арґентум хлорид – білий порошок (**речовина 2**), купрум(II) сульфід– чорний порошок (**речовина 3**).

Досліджуємо характер середовища, попередньо отриманих розчинів:

1. Нейтральне середовище – розчини натрій хлориду і натрій сульфату. Гідроліз цих солей не проходить, оскільки вони утворені сильними основами і сильними кислотами.
2. Лужне середовище – розчин натрій карбонату (**речовина 4**). Сіль утворена сильною основою і слабкою кислотою:

Na2CO3 + H2O → NaHCO3 + NaOH

1. Кисле середовище розчин алюміній хлориду (**речовина 5**). Сіль утворена слабкою основою і сильною кислотою:

AlCl3 + H2O → AlOHCl2 + HCl

1. Неідентифікованими залишилися натрій хлорид і натрій сульфат. Із цих речовин легко виявити натрій сульфат реакцією із барій хлоридом:

Na2SO4 + BaCl2→BaSO4↓+ 2NaCl

Натрій сульфат(**речовина 6**) і натрій хлорид(**речовина 7**).