**ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ**

**ВИКОНАВЧОГО ОРГАНУ КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ**

**КИЇВСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОРИСА ГРІНЧЕНКА**

**ІНСТИТУТ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

**­­­­Завдання та відповіді ІІІ етапу 56-ї Всеукраїнської учнівської олімпіади**

**з хімії**

**(09.02.2019 р.)**

**Теоретичний тур. 9 клас**

*Увага! Для розрахунків використовуйте цілочисельні значення відносних атомних мас елементів. Ar(Cl) = 35,5.*

**Завдання 1 (10 балів)**

У пронумерованих пробірках без етикеток містяться 5% водні розчини наступних речовин: Na2SiO3, Na2SO3, NaIO3, NaHCO3, NaI, Na2S, Na3[Al(OH)6], BaCl2, Na2S2O3. Після додавання до кожної з пробірок 10% водного розчину H2SO4 маємо такі спостереження:

№1. Білий осад.

№2. Газ без запаху

№3. Газ із запахом тухлих яєць.

№4. Білий осад, що розчинився у надлишку кислоти.

№5. Газ з різким запахом.

№6. Газ з різким запахом + осад.

№7. Спочатку ніяких зовнішніх проявів, однак через деякий час весь вміст пробірки перетворився у гель.

№8 та 9. Нічого.

 Однак, коли розчини 8 та 9 злили разом та добавили кислоту, рідина набула коричневого забарвлення. При додаванні до отриманої суміші надлишку будь-якого з розчинів 3, 5 або 6 забарвлення зникає. Ще більш дивним виявилося те, що коричневе забарвлення з’являється при додаванні кислоти до суміші розчину з пробірки 8 та будь-якого з розчинів 3, 5 або 6, взятого у невеликій кількості.

1. Встановіть, розчин якої з речовин містився у якій з пробірок.
2. Наведіть рівняння хімічних реакцій та необхідні пояснення.

**Відповіді**

1) BaCl2 + H2SO4 = BaSO4 + H2O

2) 2NaHCO3 + H2SO4 = Na2SO4 + 2CO2 + 2H2O
3) Na2S + H2SO4 = H2S + Na2SO4
4) 2Na3[Al(OH)6] + 3H2SO4 = 2Al(OH)3 + 3Na2SO4 + 3H2O
5) Na2SO3 + H2SO4  = Na2SO4 + H2O + SO2
6) Na2S2O3 + H2SO4 = Na2SO4 + H2O + SO2 + S
7) Na2SiO3 + H2SO4 = Na2SiO3 + H2SiO3
Реакція між 8 і 9 у присутності сірчаної кислоти
5NaI + NaIO3 + 3H2SO4 = 3Na2SO4 + 3I2 + 3H2O
Реакція між йодом та 3
3) I2 + Na2S = 2NaI + S
5) Na2SO3 + H2O + I2 = Na2SO4 + 2HI
6) 2Na2S2O3 + I2  = 2NaI + Na2S4O6

№1. BaCl2, №2. NaHCO3, №3. Na2S, №4. Na3[Al(OH)6], №5. Na2SO3, №6. Na2S2O3. №7. Na2SiO3, №8. NaIO3, №9 NaI

**Завдання 2 (10 балів)**

Шматок цинку масою 13 г розчинили у надлишку хлоридної кислоти (С=0,5 моль/л). Утворений газ зібрали, помістили в попередньо вакуумовану посудину і нагріли до 400 оС.

1. Обчисліть тиск всередині посудини, якщо її об’єм складає 2 л.
2. Обчисліть молярну концентрацію хлорид-йонів в утвореному розчині. Зміною об’єму при розчиненні цинку знехтуйте.

**Розв’язок**

1. Zn + 2HCl = ZnCl2 + H2

Кількість речовини водню рівна кількості речовини цинку 13 г/65 г/моль = 0,2 моль

P = nRT/V = 559,5 кПа

1. C(Cl−) = 0,5 M оскільки і кількість хлорид-йонів в розчині і об’єм розчину не змінилися.

**Завдання 3 (10 балів)**

Основним промисловим методом отримання сульфатної кислоти є так званий контактний спосіб. Залізний колчедан (пірит, FeS2) спалюють, отриманий сульфур (IV) оксид каталітично окиснюють киснем за тиску 7-12 атм. Далі проводять розчинення сульфур (VI) оксиду у 95%-ній сульфатній кислоті. В результаті отримують олеум – розчин SO3 в H2SO4.

1. Поясніть, чому підвищення тиску при окисненні SO2 збільшує вихід реакції.
2. Обчисліть масу сульфур (VI) оксиду, яку розчинили у 95%-ній сульфатній кислоті, якщо в результаті отримали 4 т олеуму з масовою часткою SO3, що складає 30%.
3. Обчисліть масову частку сульфатної кислоти в розчині, що утвориться при розчиненні 10 г 30%-ного олеуму в 30 мл води.

**Розв’язок**

1. Оскільки реакція проходить зі зменшенням тиску, то за принципом Ле-Шательє збільшення тиску призведе до підвищення виходу продукту.
2. Нехай в сульфатній кислоті розчинили х т оксиду. З водою прореагувало (4 − х)0,05⋅80/18 т, а залишилось 1,2 т оксиду.

x − (4 − х)0,05⋅80/18 = 1,2

x = 1,71

m(SO3) = 1,71 т

1. Маса SO3 складає 3 г. При розчиненні у воді утвориться 3⋅98/80 = 3,675 г кислоти ω(H2SO4) = 100⋅(3,675 + 7)/40 = 26,7%

**Завдання 4 (10 балів)**

Нержавіюча сталь марки AISI 304 є досить кислотостійкою і витримує нетривале нагрівання аж до 900 оС. Основними компонентами цієї сталі є залізо, два перехідних метали **A** і **B** четвертого періоду періодичної системи, один неметал **C** та нерозчинні і хімічно інертні домішки. Для визначення масового складу сталі провели наступні дії. Взяли 2,000 г зразка нержавіючої сталі і спалили в кисні при високій температурі. При цьому утворилося 3,7 мл газу **Х** (за н.у.) без кольору і запаху, який при пропусканні через вапняну воду дає помутніння. Маса залишку після спалювання складала 2,818 г. Залишок розчинили в надлишку хлоридної кислоти, при цьому залишився осад оксиду металу **А** масою 0,564 г, в якому домішки склали 6,7%. Розчин набув характерного зеленого кольору, а маса утворених хлоридів склала 4,503 г, в яких масова частка Феруму складає 31,1%.

1. Розшифруйте речовини **А**, **В**, **С** та газ **Х.**
2. Обчисліть масові часки речовин **А**, **В**, **С** у сталі.
3. Напишіть рівняння усіх згаданих хімічних реакцій.

**Розв’язок**

За описом, газ **Х** − вуглекислий газ СО2, отже, елемент **С** − карбон.

масова частка W(**C**) = 3,7∙12∙100/22,4∙2∙1000 = 0,1%

4Fe + 3O2 = 2Fe2O3;

2Ni + O2 = 2NiO;

4Cr + 3O2 = 2Cr2O3

C + O2 = CO2;

CO2 + Ca(OH)2 = CaCO3 + H2O

NiO + 2HCl = NiCl2 + H2O;

Fe2O3 + 6HCl = 2FeCl3 + 3H2O

Масова частка заліза в сплаві W(**Fe**) = 4,503∙0,311∙100/2,000=70%

Маса оксидів, що розчинились в хлоридній кислоті m = 2,818 − 0,564 = 2,254 г, з них оксид заліза складає 1,4∙160/2∙56 = 2 г, невідомий оксид − 0,254 г. Маса хлориду заліза 1,4∙162,5/56 = 4,063 г, маса хлориду невідомого металу − 4,503 − 4,063 = 0,440 г.

За законом еквівалентних відношень (х – молярна маса еквіваленту невідомого металу): 0,254/(х+8) = 0,440/(х+35,5), х = 29,55. При n = 2 знаходимо нікель.

Масова частка нікелю в сплаві W(**Ni**) = 0,254∙59∙100/(59+16) ∙2 = 10%

Кількість домішок в початковому сплаві: W = 0,564∙6,7/2 = 1,9%

Маса третього металу дорівнює 2∙0,18 = 0,36 г, маса його оксиду − 0,564∙0,933=0,526 г

За законом еквівалентних відношень (y – молярна маса еквіваленту невідомого металу)

0,526/(у+8) = 0,36/у, у = 17,35. При n = 3 знаходимо хром.

Хром − 18%; Нікель − 10%; Залізо − 70%; Вуглець − 0,1%; домішки − 1,9%

**Завдання 5 (10 балів)**

На схемі наведені перетворення речовин, що містять елемент **Х**, який є дуже важливим для живих організмів. За вмістом в літосфері він займає 17-те місце, а от в атмосфері він тримає одноосібне лідерство:



Розшифруйте всі невідомі речовини та напишіть рівняння зображених на схемі реакцій, якщо відомо що:

* **B** є простою речовиною елементу **Х**;
* масова частка елементу **Х** в сполуках **C**, **D**, **E** складає відповідно 46,7%, 30,4% та 22,2%;
* реакція взаємодії **D** з воднем, а також перетворення **А** в **С** відбуваються за підвищеної температури та з використанням каталізаторів;
* для утворення речовини **С** в реакції заліза з **Е**, останню беруть у вигляді розведеного водного розчину, а для утворення речовини **В** - дуже розведеного, так само як і в реакції цинку з речовиною **Е** при одержанні речовини **А**;
* в більшості перетворень крім вказаних речовин присутні також інші реагенти або продукти

**Відповіді**

**A** − NH3; **B** − N2; **C** − NO; **D** − NO2; **E** − HNO3; **X** − нітроген

4NH3 + 3O2 = 2N2 + 6H2O

N2 + O2 = 2NO

2NO + O2 = 2NO2

4NO2 + O2 + 2H2O = 4HNO3

4Zn + 10HNO3 (дуже розв.) = 4Zn(NO3)2 + NH4NO3 (NH3+HNO3) + 3Н2О

NH4NO3 + NaOH = NaNO3 +NH3 + H2O

4NH3 + 5O2 = 4NO + 6H2O

2NO2 + 7H2 = 2NH3 + 4H2O (Ni, Pt)

2NO2 + 4Cu = N2 + 4CuO

12HNO3(дуже розв.) + 5Fe = 5Fe(NO3)2 + N2 + 6H2O

4HNO3(розв.) + Fe = Fe(NO3)3 + NO + 2H2O

**Завдання 6 (10 балів)**

1. Вкажіть сумарне число атомів у формульній одиниці хром(ІІІ) гідроксохлориду

А. 3 Б. 4 **В. 5** Г. 6

2. Вкажіть йон електронна оболонка якого подібна до Криптону

**А. Se2−**  Б. Zn2+ В. K+ Г. Fe2+

3. Вкажіть формули сполук, які взаємодіють із розчином хлоридної кислоти

А. Cu **Б. CuO** **В. NaHCO3** Г. Na2SO4

4. Визначте масу води, яку потрібно додати до 200 г 60%-вого розчину цукру, щоб утворився розчин з масовою часткою цукру 20%

А. 200 г Б. 300 г **В. 400 г** Г. 500 г

5. Встановіть відповідність між формулою леткої сполуки з Гідрогеном та формулою вищого оксиду елементу R

|  |  |
| --- | --- |
| 1. RH2
 | А. R2O7 |
| 1. RH4
 | Б. R2O3 |
| 1. RH
 | В. RO3 |
| 1. RH3
 | Г. RO2 |
|  | Д. R2O5 |

**1В, 2Г, 3А, 4Д**

6. Розташуйте йони у порядку збільшення їхньої кількості у водному розчині ортофосфатної кислоти

А. Н+ Б. НРО42− В. Н2РО4− Г. РО43−

**1Г, 2Б, 3В, 4А**

7. Вкажіть об’єм кисню, який витрачається на спалюваня 10 л бутану. Всі об’єми виміряно за однакових умов.

**65 л**

Методична комісія зі складання завдань: Усенко О.Ю., Вест С.О., Плутенко М.О., Пунін С.В., Гавриленко К.С., Волочнюк Д.М., Філоненко І.О.