Розв’язки ІІІ етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з хімії 11 клас 2015-2016 н.р.

**Задача 1 (12 балів)**

Для приготування розчину №1 відібрали піпеткою 1 мл 0,1М HCl, перенесли в мірну колбу місткістю 1 л довели диcтильованою водою до мітки і перемішали. Для приготування розчину №2 відібрали піпеткою 1 мл розчину з колби №1, перенесли в мірну колбу місткістю 1 л довели диcтильованою водою до мітки і перемішали. Для приготування розчину №3 відібрали піпеткою 1 мл розчину з колби №2, перенесли в мірну колбу місткістю 1 л довели диcтильованою водою до мітки і перемішали. Яка молярна концентрація HCl в колбах №1, №2 та №3. Обчисліть рН розчинів №1, №2 та №3.

1. Вихідний розчин HCl має молярну концентрацію 0,1M= 0,1 моль/л, , якщо ми доливаємо води, то концентрація речовини зменшується. При розбавленні 1 мл розчину до 1 л – об’єм зростає в 1000 разів, відповідно концентрація зменшується в 1000 разів.



Отже, в колбі № 1 концентрація розчину становитемеCM(HCl№1)=0,1(моль/л)/1000=0,0001=10−4моль/л

В колбі №2 аналогічно CM(HCl№2)=10−4(моль/л)/1000=10−7моль/л

В колбі №3 аналогічно CM(HCl№3)=10−7(моль/л)/1000=10−10моль/л

Водневий показник (рН) – від’ємний десятковий логарифм концентрації йонів H+. рН=−lg[H+]

Оскільки в колбі №1 розчин доволі розбавлений, але концентрація значно вища від конценрації йонів Гідрогену, які утворюються при дисоціації води,

то [H+]№1= CM(HCl№1)=10−4моль/л.

рН№1=−lg10−4=4

Оскільки в колбі №2 концентрація H+, що утворюються при дисоціації HCl співрозмірна з концентрацією H+, що утворюються при дисоціації Н2О, тому потрібно враховувати концентрацію H+обох сполук: [H+]№2=[H+]HCl + [H+]води;

[H+]HCl=CM(HCl№2)=10−7моль/л; дисоціація води: Н2О **⇄** H++ОH−, позначимо за х=[H+]води=[ОH−]води

Йонний добуток води: [H+]∙[ОH−]=10−14.

В пробірці №2 матимемо: ([H+]HCl + [H+]води)∙[ОH−]води =10−14, підставляємо:

(10−7+х)∙х=10−14.

Відкриваємо дужки та переносимо в одну частину:

х2 + 10−7х − 10−14=0.

Розв’язавши рівняння отримаємо:

х1=6,18∙10−8, х2=−1,62∙10−7, х2−відкидаємо.

Тоді [H+]№2=10−7+6,18∙10−8=1,618∙10−7(моль/л)

рН№2=−lg(1,618∙10−7)=6,79

Якщо концентрація HCl в третій колбі 10−10моль/л, то концентрація йонів H+, що утворюються при дисоціації HCl набагато нижча, ніж концентрація йонів H+,що утворюютьсяпри дисоціації води, тому рН мав би становити:

рН№3≈7.

Якщо точно, то аналогічно до попереднього випадку отримаємо рівняння:

([H+]HCl + [H+]води)∙[ОH−]води =10−14, підставляємо:

у=[H+]води=[ОH−]води; [H+]HCl=10−10

(10−10+у)∙у=10−14.

Відкриваємо дужки та переносимо в одну частину.

у2 + 10−10у − 10−14=0

розв’язавши рівняння отримаємо:

у1=9,995∙10−8, у2=−1∙10−7, у2−відкидаємо.

Тоді [H+]№3=10−10+9,995∙10−8=1,0005∙10−7(моль/л)

рН№3=−log(1,0005∙10−7)=6,99978

**Задача 2 (11 балів)**

На бензеновий розчин суміші аніліну і фенолу об’ємом 85,75мл (ρ = 1,0г/см3) подіяли водним розчином калій гідроксиду. Маса бензенового розчину при цьому зменшилася на 27,4%. Після відділення бензенового розчину на нього подіяли хлоридною кислотою, маса його при цьому зменшилася у 1,6 рази. Визначте масові частки речовин у вихідному розчині (%).

2. З водним розчином КОН реагує фенол. Утворений продукт розчинний у воді, тому переходить у водний розчин:



Оскільки фенолят калію перейшов в водний розчин і маса бензенового розчину зменшилось на 27,4%, то відповідно ωф=0,274=27,4%.

При дії на бензеновий розчин хлоридної кислоти анілін утворює сіль і розчиняється в водному розчині:



Отже, залишається лише бензен.

Позначимо mф – маса фенолу, mа – маса аніліну, mб– маса бензену, маса бензенового шару після відділення фенолу:m2 = mб + mа.

, звідси





.

Тоді:.

За умовою задачі 

1,6mб=mб+mа

mа=0,6mб

 або 27,27%

Відповідь: ωф=0,274=27,4%, ωа=0,2727=27,27%.

**Задача 3 (11 балів)**

Виходячиіз співвідношення ступенів окиснення, можна припустити, що елемент **А** в сполуках проявляє валентність ІІ і ІІІ або IV і VI, тому формули бінарних сполук можна записати так: АБ2, АБ3 або АБ4 і АБ6. Математично перевіримо, які із сполук задовільняють умову задачі:

Х – маса моля атомів речовини **А**;

У – маса моля атомів речовини Б, тоді (1) , тоді = 3.45



(2), тоді = 6.9



Отже, бінарні сполуки мають формули АБ4 і АБ6

Із елементів, атоми яких проявляють валентність 1 можна виключити лужні метали і Гідроген, бо таких сполук вони не утворюють. Отже, елемент **Б** може бути одним з галогенів. Оскільки за умовою маса атома елемента **А** в6.9 раза більша маси атома галогена, то **Б** – один з легких галогенів флуор (фтор) або хлор. Тоді атомна маса **А** = 131.1 (19?6.9) або 244.95 (35.5?6.9).

Отже **А** – це Хе або Pu, а бінарними сполуками будуть ХеF4; ХеF6 або PuCl4; PuCl6

Але хлориди Pu (PuCl4; PuCl6) не одержані, тому: **А** – Хе; **Б** –F;

**В** – ХеF4;  **Г**– ХеF6

**Задача 4 (14 балів)**

D = ; 34 = ;



М (вуглеводню ) = 34 = 68 г/моль,М (С5Н8) = 68 г/моль



Ar (C) =12; Ar (Н) =1

Припущення щодо складу вуглеводню:n(C)=5; n(Н)=8

Формула вуглеводню С5Н8

Шуканою сполукою складу С5Н8 може бути:

 

 

   

  

Умову задачі задовільняє 2) бо при його гідратації

Утворюється диетилкетон:



А при окисленні калій дихроматом – оцтова кислота і СО2



**Задача 5 (15 балів)**

Формула кристалогідрату – Ме2(SO4)х∙nH2O, де х – валентність Ме, n – число молекул води; 20см3 (20 мл) розчину кристалогідрату містить:

m1= = 2.27г кристалогідрату.



Ця маса вступила в слідуючі хімічні реакції:

Перша проба

Ме2(SO4)х∙nH2O + 2xNH3 +(2x-n)H2O 2Me(OH)x+ x (NH4)2SO4



Після прожарювання

2Me(OH)х Me2Ox + x H2O



(отримано m2 = 0.348г Ме2Оx)

Тоді (1а)

Друга проба

Ме2(SO4)х∙nH2O + хВаCl2 2MeClx + xBaSO4 + nH2O



Отримаємо m3 = 2.381г BaSO4

(1б)

Моль – еквівалент металу. МE (Ме) = і,



поділивши (1а) і (1б) на х одержуємо систему рівнянь (2) :

 (2)



ME (Ме)= (M(BaSO4) – Ar(O)) = 9.05г/моль.





Знаючи МE (Ме), знаходимо співвідношення ; із системи рівнянь(2)



6



Атомна маса металу:

Ar (Me) 9x



1x4



(в солях ступінь окиснення катіона металу не перевищує 4 і має значення цілого числа.

Складаєм таблицю можливих атомних мас

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| х | 1 | 2 | 3 | 4 |
| А | 9.05 | 18.1 | 27.15 | 36.2 |

Солі катіонів Ме4+  - повністю гідролізуються.

Тоді два значення атомних мас близькі до значення атомних мас Ве і Al, але тільки для алюмінію (Ar= 26.98; МЕ = 9г/моль),

бо (Ве – двовалентний, тому його еквівалент не співпадає з обчисленнями).

Отже невідомабіла кристалічна речовина в банці без етикетки – Al2(SO4)3∙18H2Oпри n = 6x, х=3.

**Задача 6 (12 балів)**

Реакції проходили за наступними схемами:

R – CH3 +Cl2R – CH2Cl + HCl (1)



R – CH2 – Cl + KOH R - CH2 – OH + KCl (2)





З рівняння (4) випливає, що :

1 моль альдегіду (М) - 143.08г Сu2O

2.904г альдегіду - 7.154г Сu2O

M(альдегіду)= 58.08 г/моль

Загальна формула альдегідів, похідних насичених вуглеводнів – СnH2nOтому

12n +2n +16 = 58;

n = 3;

Загальна формула альдегіду С3Н6О

- пропаналь



Пропаналь одержали з 1-пропанолу:



Який в свою чергу одержано з хлорпохідного насиченого вуглеводню

СН3 – СН2 - CH2 – Cl + KOH СН3 - СН2 - CH2 – OH + KCl



1-пропанол

Отже, монохлорпохідне - 1-хлорпропан

СН3 - СН2– CH2 – Cl , М = 78.54г/моль,

а насичений вуглеводень – пропан С3Н8 ( СН3 – СН2 – СН3) , М = 44г/моль.