**ІІІ етап 53-ї Всеукраїнської хімічної олімпіади**

**(06.02.2015 р., м. Київ)**

**Теоретичний тур. 9 клас**

**Розв'язок**

**Задача 1**

На фільтрі залишається пісок. Його масова частка w = 0,8/4,0 = 0,2.

На 100 г води при охолодженні розчину випадає 0,3 ― 0,044 = 0,256 г PbI2. Отже, 2,304 г випаде з (2,304/0,256) ∙ 100=9 ∙ 100=900 г води.

Маса всього йодиду 0,3 ∙ 9=2,7 г.

Масова частка йодиду 2,7/4=0,675.

Масова частка нітрату дорівнює 1 ― 0,2 ― 0,675=0,125.

Перекристалізацію проводили з 900 г води.

Можна отримати. Розчинність Ni(NO3)2 з даних умов на два порядки вище ніж йодиду і він не випадає в осад при охолодженні.

Розчинені солі знижують температуру замерзання розчину.

**Задача 2**

**1.** Плюмбум нітрат і арґентум нітрат є реагентами на галогенід-йони. Тобто, елементи **X1, X2, X3** та **X4** - галогени. Арґентум фторид розчинний, тоді KX3 – KF. Білий осад при взаємодії з арґентум нітратом утворюють хлориди, тобто KX2 – KCl. Найбільш інтенсивно забарвленими є арґентум і плюмбум йодиди, тоді KX1 – KI, а KX4 – KBr.

Отже: K**X1** – K**I**, K**X2** – K**Cl**, K**X3** – K**F**, K**X4** – K**Br**.

**2.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | AgNO3 | Pb(NO3)2 | Hg(NO3)2 |
| KI | AgNO3 + KI →→ AgI↓ + KNO3 | Pb(NO3)2 + 2KI →→ PbI2↓ + 2KNO3 | Hg(NO3)2 + 2KI →→ HgI2↓ + 2KNO3 |
| KCl | AgNO3 + KCl → →AgCl↓ + KNO3 | Pb(NO3)2 + 2KCl →→ PbCl2↓ + 2KNO3 | ─ |
| KF | ─ | Pb(NO3)2 + 2KF →→ PbF2↓ + 2KNO3 | ─ |
| KBr | AgNO3 + KBr → →AgBr↓ + KNO3 | Pb(NO3)2 + 2KBr →→ PbBr2↓ + 2KNO3 | Hg(NO3)2 + 2KBr →→HgBr2↓ + 2KNO3 |

**3.** Напишемо рівняння всіх реакцій:

LiCl + H2SO4 → LiHSO4 + HCl↑

NaCl + H2SO4 → NaHSO4 + HCl↑

KCl + H2SO4 → KHSO4 + HCl↑

Нехай в реакції вступило *x* моль сульфатної кислоти, тоді виділилось *x* моль хлороводню. Маса реакційної суміші до взаємодії 5,85 + 98*x*, а після взаємодії 12 + 36,5*x*. За законом збереження маси

5,85 + 98*x* = 12 + 36,5*x*,

звідки *x* = 0,1 моль. Тоді *V* = ν*RT*/*p* = 0,1∙8,31∙303:130 = 1,94 л

**Задача 3**

Після всіх реакцій, в суміші точно залишається неон, а також можливо водень (якщо був у надлишку для реакції з киснем), або кисень (якщо він був у надлишку для реакції з воднем). Так як молекулярна маса кінцевої суміші 24,8 робимо висновок, що гази, що залишились ― це кисень і неон.

Реакції, що відбувались:

2H2+O2 = 2H2O (вода конденсується після охолодження)

СО2+2NaOH = Na2CO3 + Н2О

Na2CO3 + СО2 = 2NaНCO3

Позначимо мольну долю неону ― х, тоді мольна доля кисню 1 ― х.

Рівняння для визначення середньої молекулярної маси суміші:

х∙20+(1―х) 32 = 24,8

х = 0,6

Об’єм кінцевої суміші складає 56 л, тобто зменшився на 50% За умовою після спалювання об’єм зменшився на 30%, тож після реакції з NaOH об’єм зменшився на 20% за рахунок вуглекислого газу.

Кількість моль кінцевої суміші ― 2,5 моль. Отже, неону 2,5∙0,6=1,5 моль. Кисню ― 1 моль.

Кількість моль вуглекислого газу ― 1 моль.

Після реакції кисню з воднем зменшення об’єму на 1,5 моль. Отже, витратилось 0,5 моль кисню та 1 моль водню.

Склад суміші за об’ємом

Ne ― 30%

H2 ― 20%

O2 ― 30%

CO2 ― 20%

За масою:

Ne ― 24,2%

H2 ― 1,6%

O2 ― 38,7%

CO2 ― 35,5%

Середня молекулярна маса вихідної суміші:

(1,5∙20+1∙2+1,5∙32+1∙44)/5 = 24,8 г/моль

Після пропускання суміші газів через розчин лугу маса збільшилась на масу вуглекислого газу, тобто на 1 моль і склала 600 + 44=644 г.

Кількість моль лугу n(NaOH)=600∙0,1/40=1,5 моль

В ході реакцій утворюється 0,5 моль гідрокарбонату (42 г або 6,5%) та 0,5 моль карбонату (53 г або 8,2%)

**Задача 4**

А – Cu, Б – CuS, В – CuCl2, Г – CuO, Д – CuSO4, Е – Cu(OH)2.

**Задача 5**

1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | СО | Н2О | СО2 | Н2 |
| початок | 1 | 1 | 0 | 0 |
| рівновага | 1―х | 1―х | х | х |

Кр= [СО2] ∙ [Н2]/[СО] ∙ [Н2О] = х2/(1―х)2= 5,5

х = 0,70

Отже, масові частки:

Н2О ― 11,7%

СО ― 18,3 %

СО2 ― 70,0%

Н2 ― 3,0%

2.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | СО | Н2О | СО2 | Н2 |
| початок | 1 | 3 | 0 | 0 |
| рівновага | 1―х | 3―х | х | х |

Кр= [СО2] ∙ [Н2]/[СО] ∙ [Н2О] = х2/(1―х)(3―х) = 5,5. Квадратне рівняння має два розв’язки: 3,97 і 0,92. Беремо менше значення ― 92%.

3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | СО | Н2О | СО2 | Н2 |
| початок | х | 1 | 0 | 0 |
| рівновага | х―0,95 | 0,05 | 0,95 | 0,95 |

Кр= [СО2] ∙ [Н2]/[СО] ∙ [Н2О] = 0,952/0,05∙ (х―0,95) = 5,5

х = 4,23. Отже співвідношення 1:4,23 або 4,23:1 (співвідношення між СО і Н2О)

**Задача 6**

2X+(n/2)О2 = X2On

2X+2nHCl = 2XCln+nH2

n(H2) = 2,24/22,4 = 0.1 моль, nекв(H2) = 0,2 моль

Mекв(X2On)=7,467/0,2=37,335; => Mекв(X) = 37,335 – 8 = 29,335

При fекв = ½ M(X) = 29,335\*2 = 58,67 => X=Ni

*(Вказівкою на нікель є ще й колір розчину)*

**Відповідь:** Ni(CO)4 = Ni + 4CO

Fe(CO)5 = Fe + 5CO

W(CO)6 = W + 6CO

n(CO) = 12,544/22,4 = 0,56 моль

Нехай n(Ni(CO) 4) = х моль, n(W(CO)6)= y моль, n(Fe(CO)5) = 2y моль.

n(CO) = 4 n(Ni(CO) 4) + 5 n(Fe(CO)5) + 6 n(W(CO)6) = 4x+16y

m(суміші) = m(Ni(CO) 4)+ m(Fe(CO)5) + m(W(CO)6) = 171x+392y+352y = 171x+744y =25,74(за умовою)

$\left\{\begin{array}{c}4х+16y=0,56\\171x+744y=25,74\end{array}\right.$

$\left\{\begin{array}{c}х=0,14-4y\\171x+744y=25,74\end{array}\right.$

23,94 – 684y+744y = 25,74

y = 0.03 => x =0.14-0.12 = 0.02

n(Ni(CO) 4) = х = 0,02 моль, n(W(CO)6)= y = 0,03 моль, n(Fe(CO)5) =0,06 моль

m(Ni(CO) 4) = 0,02∙171 = 3,42 г; w(Ni(CO) 4)=3,42∙100/25,74 = 13,29%

m(W(CO)6)=0,03∙352 = 10,56 г; w(W(CO)6)=10,56∙100/25,74 = 41,03%

m((Fe(CO)5) = 0,06∙196 =11.76г; w(Fe(CO)5)= 11,76∙100/25,74 = 45,68%

Ступінь окиснення Феруму = 0.

**Задача 7**

1. А 2. В 3. В 4. В 5. 1В, 2Б, 3А, 4Г 6. 1Г, 2А, 3Д, 4Б 7. 1А, 2Г, 3Б, 4В