**9 класс (подготовка к олимпиаде)**

**1.** Мысленный эксперимент. В пяти пронумерованных пробирках имеются растворы карбоната аммония, силиката натрия, тиосульфата магния, сульфида аммония и гидрокарбонат бария. Используя только один реактив, определите содержимое каждой пробирки. Напишите (молекулярные, ионные, окислительно-восстановительные) уравнения реакций. (12 баллов)

за выбор реактива – серной кислоты – 2 балла

за предложенный рациональный план 2,5 балла

за каждое молекулярное уравнение реакции по 0,5 балла (0,5 ∙ 5 = 2,5 баллов)

за каждое ионное уравнение реакции по 0,5 балла (0,5 ∙ 4 = 2 балла)

за уравнение окислительно-восстановительной реакции 0,5 балла

за указание признаков реакций по 0,5 балла (0,5 ∙ 5 = 2,5 баллов)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (NH4)2CO3 | Na2SiO3 | MgSO3S | (NH4)2S | Ba(HCO3)2 |
| H2SO4 | ↑ газ без цвета и запаха СО2 | ↓ белый студенистый осадок  Н2SiO3 | ↓ желтый осадок S, запах жженой серы SO2 | ↑ газ с запахом тухлых яиц, H2S | ↓ белый осадок и ↑ газ, BaSO4, CO2 |

(NH4)2CO3 + H2SO4 = (NH4)2SO4 + CO2↑ + H2O Na2SiO3 + H2SO4 = Na2SO4 + H2SiO3↓

CO32- + 2H+ = CO2↑ + H2O SiO32- + 2H+ = H2SiO3↓

MgSO3S + H2SO4 = MgSO4 + S↓ + SO2↑ + H2O (NH4)2S + H2SO4 = (NH4)2SO4 + H2S↑

S2- + 2H+ = H2S↑

Ba(HCO3)2 + H2SO4 = BaSO4↓ + 2CO2↑ + 2H2O

Ba2+ + 2HCO32- + 2H+ + SO42- = BaSO4↓ + 2CO2↑ + 2H2O

**12 баллов**

**2.** При взаимодействии меди с 15%-ным раствором азотной кислоты (ρ = 1,085 г/мл) выделилось 15,75 кДж теплоты. Вычислите массовую долю нитрата меди (II) в полученном растворе, используя ТХУ:

3Cu + 8HNO3 = 3Cu(NO3)2 + 2NO↑ + 4H2O + 350 кДж.

0,135 моль 0,36 моль 0,135 моль 0,09 моль

3Cu + 8HNO3 = 3Cu(NO3)2 + 2NO↑ + 4H2O + 350 кДж 1 балл

3 моль 8 моль 3 моль 2 моль

64 г/моль 63 г/моль 188 г/моль 30 г/моль

3 моль Сu --------------- 350 кДж

х моль Сu --------------- 15,75 кДж ν(Cu) = (3 моль ∙ 15,75 кДж) / 350 кДж = 0,135 моль

1 балл

m(раствора Cu(NO3)2) = m(Cu) + m(раствора HNO3) – m(NO)

m(Cu) = 0,135 моль ∙ 64 г/моль = 8,64 г 0,5 балла

m(раствора HNO3) = (0,36 моль ∙ 63 г/моль) / 0,15 = 151,2 г 0,5 балла

m(NO) = 0,09 моль ∙ 30 г/моль = 2,7 г 0,5 балла

m(раствора Cu(NO3)2) = 8,64 г + 151,2 г – 2,7 г = 157,14 г 0,5 балла

ω%(Cu(NO3)2) = ((0,135 моль ∙ 188 г/моль) / 157,14 г) ∙ 100% = 16,15% 1 балл

**5 баллов**

**3.** Массовая доля металла в сульфиде металла MeS равна 67,01%. Выведите молекулярную формулу сульфида металла. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения и расставьте коэффициенты:

MeS → H2S → SO2 → SO3 → H2SO4 → MeSO4 → Me(NO3)2 → MeO → K2[Me(OH)4]

MeS → Me 1 балл

1 моль 1 моль

(х + 32) г/моль х г/моль

0,6701 = х / (х + 32) 1 балл

х = 65, Zn, ZnS 1 балл

1) ZnS + 2HCl = ZnCl2 + H2S↑ или ZnS + H2SO4 = ZnSO4 + H2S↑ 1 балл

2) 2H2S + 3O2 = 2SO2↑ + 2H2O 1 балл

3) 2SO2 + O2 = 2SO3 1 балл

4) SO3 + H2O = H2SO4 1 балл

5) H2SO4 + Zn = ZnSO4 + H2↑ 1 балл

или H2SO4 + ZnО = ZnSO4 + H2О

или H2SO4 + Zn(ОН)2 = ZnSO4 + 2H2О

или H2SO4 + ZnСО3 = ZnSO4 + СO2↑ + Н2О

или 2H2SO4 + (ZnОН)2СО3 = 2ZnSO4 + СO2↑ + 3Н2О

6) ZnSO4 + Ba(NO3)2 = Zn(NO3)2 + BaSO4↓ 1 балл

или ZnSO4 + Pb(NO3)2 = Zn(NO3)2 + PbSO4↓

7) 2Zn(NO3)2 = 2ZnO + 4NO2↑ + O2↑ (t ○C) 1 балл

8) ZnO + 2KOH + H2O = K2[Zn(OH)4] 1 балл

**11 баллов**

**4.** Нитрид металла массой 21,95 г полностью реагирует с 10,00%-ным раствором соляной кислоты (ρ = 1,05 г/мл) с выделением 75,15 кДж теплоты. Выведите молекулярную формулу нитрида металла, используя ТХУ:

Me3Nn + 4nHCl = 3MeCln + nNH4Cl + 1503 кДж. Вычислите массовые доли солей в полученном растворе.

Me3Nn + 4nHCl = 3MeCln + nNH4Cl + 1503 кДж

1 моль

(3х + 14n) г/моль 1 балл

1моль Me3Nn ----------- 1503 кДж

х моль Me3Nn ---------- 75,15 кДж ν(Me3Nn) = (1 моль ∙ 75,15 кДж) / 1503 кДж = 0,05 моль

1 балл

3x + 14n = 21,95 / 0,05 3x + 14n = 439 x = (439 – 14n) / 3

n = 1 x = 141,(6) –

n = 2 x = 139 → Ba, Ba3N2 – нитрид бария 1 балл

0,05 моль 0,4 моль 0,15 моль 0,1 моль

Ba3N2 + 8HCl = 3BaCl2 + 2NH4Cl 1 балл

1 моль 8 моль 3 моль 2 моль

36,5 г/моль 208 г/моль 53,5 г/моль

m(раствора солей) = m(Ba3N2) + m(раствора HCl )

m(раствора HCl ) = (0,4 моль ∙ 36,5 г/моль) / 0,1 = 146 г 1 балл

m(раствора солей) = 21,95 г + 146 г = 167,95 г 1 балл

ω%(BaCl2) = (0,15 моль ∙ 208 г/моль / 167,95 г) ∙ 100% = 18,58% 1 балл

ω%(NH4Cl) = (0,1 моль ∙ 53,5 г/моль) ∙ 100% = 3,19% 1 балл

**8 баллов**

**5.** Смесь ацетата и нитрата свинца (II) массой 19,62 г растворили в воде и получали 50 г раствора, который полностью прореагировал с 6,72 г кадмия. Вычислите массовые доли ацетата и нитрата свинца (II) в исходном растворе.

х моль х моль

Pb(NO3)2 + Cd = Cd(NO3)2 + Pb↓ 1 балл

1 моль 1 моль

331 г/моль 112 г/моль

у моль у моль

(CH3COO)2Pb + Cd = (CH3COO)2Cd + Pb↓ 1 балл

1 моль 1 моль

325 г/моль 112 г/моль

ν(Cd) = 6,72 г / 112 г/моль = 0,06 моль 1 балл

331х + 325у = 19,62 х = 0,02 ν(Pb(NO3)2) = 0,02 моль

х + у = 0,06 у = 0,04 ν((CH3COO)2Pb) = 0,04 моль

2 балла

ω%(Pb(NO3)2) = ((0,02 моль ∙ 331 г/моль) / 50 г) ∙ 100% = 13,24% 1 балл

ω%((CH3COO)2Pb) = ((0,04 моль ∙ 325 г/моль) / 50 г) ∙ 100% = 26,0% 1 балл

**7 баллов**

**6.** К 64,4 г 15%-го раствора сульфата цинка прилили 28,9 мл 25%-го раствора гидроксида калия (ρ = 1,241 г/мл). Определите массу, образовавшегося осадка.

0,06 моль 0,12 моль 0,06 моль  
ZnSO4 + 2KOH = Zn(OH)2↓ + K2SO4 1 балл

1 моль 2 моль 1 моль  
161 г/моль 56 г/моль 99 г/моль

n(ZnSO4) = 64,4 г ∙ 0,15 / 161 г/моль = 0,06 моль 1 балл  
n(КOH) = 28,9 мл ∙ 1,241 г/мл ∙ 0,25 / 56 г/моль = 0,16 моль 1 балл  
0,06 / 1 ˂ 0,16 / 2 **КОН в избытке, расчет производим по сульфату цинка** 1 балл

0,02 моль **0,04 моль ← (0,16 – 0,12)**  
Zn(OH)2  + 2KOH = K[Zn(OH)4] (Zn(OH)2 – амфотерен, и часть осадка растворится)  
 1моль 2 моль 2 балла

n(Zn(OH)2 в осадке) = 0,06 – 0,02 = 0,04 моль 1 балл  
m(Zn(OH)2) = 0,02 моль ∙ 99 г/моль = 3,96 г 1 балл

**8 баллов**

**7.** В соединении NY3X массовая доля азота составляет 13,861 %, а в соединении NY2X -16,471 %. Установите формулы веществ, назовите их, напишите уравнение реакций перехода NY3X в NY2X и NY2X в NY3X.

Чтобы определить элементы, выразим массовые доли азота в соединениях

ω%(N в NY3X) = 14/(14 + 3a + b) = 0,13861 1 балл

ω%(N в NY2X) = 14/(14 + 2a + b) = 0,16471 1 балл

14 + 3а + b = 101 a = 16 → O

14 + 2a + b = 85 b = 39 → K 2 балла

(вычитаем из первого уравнения второе,

находим a и b – молярные массы элементов Y и X).

KNO3 – нитрат калия, калийная (индийская) селитра 1 балл

KNO2 – нитрит калия 1 балл

2KNO3 → 2KNO2 + O2 (400 – 520 0C) 1 балл

2KNO2 + O2 → 2KNO3 1 балл

KNO2 +H2O2 → KNO3 + H2O 1 балл

KNO2 + 2HNO3 → KNO3 + 2NO2 + H2O 1 балл

**10 баллов**

**8**. Карбонат металла массой 12,50 г полностью реагирует с 69,67 г 21,54%-го раствора уксусной кислоты с образованием насыщенного при 20оС раствора ацетата металла. Определите молекулярную формулу карбоната металла. Вычислите массовую долю ацетата металла в растворе и его растворимость в воде (в г/л, ответ округлите до целого числа).

0,125 / n моль 0,25 моль

Ме2(CO3)n + 2nСН3СООН = 2(СН3СОО)nМе + nCO2↑ + nH2O 1 балл

1 моль 2n моль

(2х + 60n) г/моль 60 г/моль

ν(CH3COOH) = 69,67 г ∙ 0,2154 / 60 г/моль = 0,25 моль 1 балл

0,125 / n = 12,50 / (2x + 60n) 1 балл

x = 20n n = 1 x = 20 – n = 2, x = 40 → Ca, CaCO3 – карбонат кальция 1 балл

0,125 моль 0,25 моль 0,125 моль 0,125 моль

CаCO3 + 2СH3СООН = (СН3СОО)2Cа + CO2↑ + H2O 1 балл

1 моль 2 моль 2 моль 1 моль

158 г/моль 44 г/моль

m(раствора)= m(CаCO3) + m(раствора СH3СOОН) – m(CO2)

m(раствора)= 12,50 г + 69,67 г - 0,125 моль ∙ 44 г/моль = 76,67 г 1 балл

ω%((СН3СОО)2Cа)= (0,125 моль ∙158 г/моль / 76,67 г) ∙ 100% = 25,76% 1 балл

ω%(H2O) = 100% -- 25,76% = 74,24% 1 балл

S20((СН3СОО)2Cа) = (25,76 / 74,24) ∙ 1000=347 г/л 1 балл

**9 баллов**