**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2018/2019 учебный год)**

**9 класс**

**ОТВЕТЫ**

**Тест: 10 баллов.**

**Задачи: 16 + 15 + 15 = 46 баллов.**

**Мысленный эксперимент: 14 баллов.**

**Всего: 70 баллов.**

Ответы к тесту:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ответ | в | а | б | б | г | б | а | в |  г | в |

**Решение задач**

**Задача № 1 (16 баллов)**

Оксид металла (II) массой 48,0 г полностью восстановили водородом, а полученный металл растворили в концентрированной серной кислоте. При этом образовался раствор соли металла (II) и выделился газ **Х** объёмом 13,44 л (н.у.).

*а) Какой газ выделился? Ответ обоснуйте. (4 б.)*

*б) Запишите уравнения химических реакций, описанных в условии задачи. (3 б.)*

*в) Определите металл. (5 б.)*

*г) Предложите два любых, отличных от указанного в задаче, способа получения газа* ***Х****, записав уравнения соответствующих химических реакций. (4 б.)*

а) Выделился оксид серы (IV), или сернистый газ. **1 б.**

Образуется продукт восстановления серы (газы: SO2↑, Н2S↑), т.к. серная кислота концентрированная и является окислителем за счёт атомов серы в максимальной степени окисления +6. **1 б.**

Водородом из оксидов восстанавливаются металлы малоактивные или неактивные. **1 б.**

Восстановительные способности таких металлов ниже, поэтому образуется соединение серы в степени окисления +4, а не (–2). **1 б.**

б) МеО + H2 = Me + H2О (при t) (1) **1 б.**

 Ме + 2 H2SO4 (конц.) = MeSO4 + SO2↑ + 2 H2O (2) **2 б.**

в) Найдём химическое количество газа **Х**:

n (SO2) = V/Vm = 13,44/22,4 = 0,6 (моль). **1 б.**

Согласно коэффициентам в уравнениях реакций (2), (1)

n (SO2) = n (Ме) = n (МеO) = 0,6 (моль). **(1 + 1)** **б.**

М (МеO) = m/М = 48/0,6 = 80 (г/моль), **1 б.**

М (Ме) = 80 – 16 = 64 (г/моль) = М (Сu). Металл – медь. **1 б.**

г) За каждое из двух уравнений реакций, отражающих отличные друг от друга и от указанного в задаче способы получения газа **Х**, – по 2 балла. Итого – **4 балла.**

Например, S + O2 = SO2↑ (t),

 Na2SO3 + H2SO4 = Na2SO4 + SO2↑+ H2O,

 2 H2S + 3O2 = 2 SO2↑ + 2 H2O (t),

 4 FeS2 + 11O2 = 2 Fe2O3 + 8SO2↑ (t)…

**Задача № 2 (15 баллов)**

При действии соляной кислоты на смесь магния и магний-карбоната выделилось 20,16 дм3 смеси газов (н.у.). После сжигания газовой смеси и конденсации водяных паров объём газов уменьшился до 11,2 дм3 (н.у.).

*а) Запишите уравнения протекающих реакций. (3 б.)*

*б) Определите массовую долю (%) магния как элемента в смеси. (12 б.)*

а) Mg + 2 HCl = MgCl2 + H2↑ (1) **1 б.**

 MgСО3 + 2 HCl = MgCl2 + СО2↑ + H2O (2) **1 б.**

 2 Н2 + O2 = 2 Н2O (3) **1 б.**

 СО2 + O2 ≠

б) Общее количество выделившихся газов: n (H2/СО2) = $\frac{20,16}{22,4}$ = 0,9 (моль). **1 б.**

Из них горит (расходуется) только Н2.

Значит, объём оставшегося газа V (CO2) = 11,2 дм3, **1 б.**

или n (СО2) = $\frac{11,2}{22,4}$ = 0,5 (моль) = n (MgСO3). **(1 + 1) б.**

m (MgСO3) = nM = 0,5 ∙ 84 = 42 (г). **1 б.**

Из анализа уравнений реакций (1) и (2)

общее количество nЭ (Mg) = n (H2/СО2) = 0,9 (моль). **1 б.**

Общая масса mЭ (Mg) = nM = 0,9 ∙ 24 = 21,6 (г). **1 б.**

n (Н2) = 0,9 – 0,5 = 0,4 (моль) = n (Mg) по уравнению реакции (1). **(1 + 1) б.**

m (Mg) = 0,4 ∙ 24 = 9,6 (г). **1 б**.

m (Mg/MgСO3) = 9,6 + 42 = 51,6 (г). **1 б.**

ωЭ (Mg) = $\frac{mэ(Mg)}{m(Mg/MgСO3)}$ = $\frac{21,6}{51,6}$ ≈ 0,4186, или **41,86 %. 1 б.**

**Задача № 3 (15 баллов)**

 К 150 г раствора, содержащего хлорид калия и хлорид бария, добавили раствор сульфата калия до прекращения выпадения осадка. Масса осадка в результате оказалась равной 11,65 г. Затем к полученному раствору добавили избыток раствора нитрата серебра (I), после чего масса осадка увеличилась на 28,7 г.

*а) Запишите уравнения протекающих химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде. (4 б.)*

*б) Определите массовые доли хлорида калия и хлорида бария в исходном растворе. (11 б.)*

а) За правильно записанные уравнения химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде – по 1 баллу (всего – **4 балла**).

BaCl2 + K2SO4 = BaSO4↓ + 2 KCl (1)

Ba2+ + SO42- = BaSO4↓

KCl + AgNO3 = AgCl↓ + KNO3 (2)

Ag+ + Cl- = AgCl↓

б) Увеличение массы осадка после добавления избытка раствора AgNO3 объясняется образованием AgCl↓, т.е. m (AgCl) = 28,7 г. **1 б.**

Расчёт химических количеств осадков:

n (BaSO4) = $\frac{11,65}{233}$ = 0,05 (моль), **1 б.**

n (AgCl) = $\frac{28,7}{143,5}$ = 0,2 (моль). **1 б.**

n (BaCl2) = n (BaSO4) = 0,05 (моль), **1 б.**

n1 (КСl) = 2 n (BaSO4) = 2 ∙ 0,05 = 0,1 (моль). **1 б.**

Общее химическое количество КСl в растворе: n2 (КСl) = n (AgCl) = 0,2 (моль). **1 б.**

Тогда в 150 г исходного раствора содержалось n(КСl) = 0,2 – 0,1 = 0,1 (моль). **1 б.**

m (BaCl2) = nM = 0,05 ∙ 208 = 10,4 (г), **1 б**.

m (КCl) = 0,1 ∙ 74,5 = 7,45 (г). **1 б.**

**ω (КCl)** = $\frac{m (КCl)}{m (исх. р-ра)}$ = 7,45/150 ≈ 0,0497 ≈ **5 %,** **1 б.**

**ω (ВаCl2)** = $\frac{m (ВаCl2)}{m (исх. р-ра)}$ = 10,4/150 ≈ 0,0693 ≈ **7 %.** **1 б.**

**Задание 3**

***Мысленный эксперимент (14 баллов)***

Вам выдали пять пронумерованных пробирок, в которых по отдельности находятся растворы хлорида бария, сульфата натрия, карбоната натрия, силиката натрия, серной кислоты. Распознайте вещества, содержащиеся в растворах, имея в своём распоряжении только раствор лакмуса.

*а) Составьте план распознавания веществ, указав аналитические признаки протекания реакций. (7 б.)*

*б) Запишите уравнения химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде. (7 б.)*

а) Распознаем серную кислоту, добавив раствор лакмуса в каждую из выданных пробирок. В кислой среде раствор **лакмуса краснеет**. **(1 + 1) б.**

Затем воспользуемся раствором серной кислоты, как реагентом: **1 б.**

- с солями бария образуется **белый осадок**, **1 б.**

- из карбонатов вытесняется **газ без цвета и запаха**, **1 б.**

- из растворов силикатов выпадает **студенистый осадок**. **1 б.**

С раствором сульфата натрия реакция не пойдёт (определяем методом исключения). **1 б.**

б) За правильно записанные уравнения химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде – по 1 баллу (всего – **7 баллов**).

Н2SO4 → 2 Н+ + SO42-

BaCl2 + Н2SO4 = BaSO4↓ + 2 НCl

Ba2+ + SO42- = BaSO4↓

Na2CO3 + H2SO4 = Na2SO4 + CO2↑ + H2O

2 H+ + CO32- = CO2↑ + H2O

Na2SiO3 + H2SO4 = Na2SO4 + H2SiO3↓

2 H+ + SiO32- = H2SiO3↓

**Учащиеся могли распознать выданные вещества, используя попарные сливания растворов (и без использования индикатора). В таком случае:**

**- за таблицу ожидаемых эффектов – 8 баллов,** из них 5 баллов за пять правильно заполненных строк таблицы, где указаны белые осадки BaSO4↓, BaСO3↓, BaSiO3↓; газ без цвета и запаха CO2, студенистый осадок H2SiO3↓;

3 балла за интерпретацию построчно полученных результатов.

**- за уравнения реакций – 6 баллов** (за шесть уравнений реакций: по 0,5 б. за каждое молекулярное, по 0,5 б. за каждое краткое ионное):

BaCl2 + Na2SO4 →

BaCl2 + Na2CO3 →

BaCl2 + Na2SiO3 →

BaCl2 + H2SO4 →

Na2CO3 + H2SO4 →

Na2SiO3 + H2SO4 →

**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2018/2019 учебный год)**

**10 класс**

**ОТВЕТЫ**

**Тест: 10 баллов.**

**Задачи: 19 + 11 + 13 = 43 балла.**

**Мысленный эксперимент: 15 баллов.**

**Всего: 68 баллов.**

Ответы к тесту:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| ответ | б | в | б | а | г | в | г |  а  | б | а |

Решение задач

**Задача № 1 (19 баллов)**

Сожгли 5,6 дм3 (н.у.) газа, состоящего (% по массе) из 20 % водорода и 80 % углерода и имеющего относительную плотность по водороду 15. Продукты сгорания пропустили через раствор, полученный взаимодействием 20 г неизвестного металла с водой. Известно, что при взаимодействии 20 г металла с водой образовался гидроксид металла (II) и выделилось 11,2 дм3 газа (н.у.).

*а) Установите молекулярную формулу сгоревшего углеводорода. (4 б.)*

*б) Определите неизвестный металл. (4 б.)*

*в) Запишите согласно условию задачи уравнения возможных химических реакций. (4 б.)*

*г) Определите состав и массу соли, образовавшейся при пропускании продуктов сгорания углеводорода через указанный раствор. (7 б.)*

а) M (CxHy) = DH2 (CxHy) ∙ M (H2) = 15 ∙ 2 = 30 (г/моль). **1 б.**

х = $\frac{ω \left(С\right) ∙ Mr (CxHy) }{Ar (C)}$ = $\frac{0,8 ∙30}{12}$ = 2; **1 б.**

y = $\frac{ω \left(H\right) ∙ Mr (CxHy) }{Ar (H)}$ = $\frac{0,2 ∙30}{1}$ = 6. **1 б.**

МФ С2Н6. **1 б.**

б) Т.к. металл при обычных условиях взаимодействует с водой, он очень активный, образующийся гидроксид – щёлочь, а выделяющийся газ – водород.

n (H2) = V/Vm = 11,2/22,4 = 0,5 (моль). **1 б.**

Me + 2 Н2О = Me(OH)2 + Н2↑, **1 б.**

из уравнения следует n (Ме) = n (H2) = 0,5 (моль). **1 б.**

М (Ме) = m/n = 20/0,5 = 40 (г/моль), следовательно, металл – кальций (Са). **1 б.**

в) 2 С2Н6 + 7 О2 = 4 СО2↑ + 6 Н2О (при t) (1) **1 б.**

Ca + 2 Н2О = Ca(OH)2 + Н2↑ (2) **1 б.**

СО2 + Ca(ОН)2 = CaCO3↓+ Н2O (3) **1 б.**

2 СО2 + Ca(ОН)2 = Ca(HCO3)2 (4) **1 б.**

г) n (С2Н6) = V/Vm = 5,6/22,4 = 0,25 (моль), **1 б.**

n (CO2) = 2 n (С2Н6) = 2 ∙ 0,25 = 0,5 (моль). **1 б.**

n [Ca(OH)2] = n (Н2) = 0,5 (моль). **1 б.**

n (CO2) : n [Ca(OH)2] = 0,5 : 0,5 = 1 : 1,

т.е. при поглощении CO2 щелочным раствором образуется средняя соль CaCO3 по уравнению реакции (3). **2 б.**

n (CaCO3) = n (CO2) = 0,5 (моль), **1 б.**

**m (CaCO3)** = nM = 0,5 ∙ 100 = **50 (г).** **1 б.**

**Задача № 2 (11 баллов)**

Пластинку металла опустили в раствор массой 200 г с массовой долей сульфата меди (II) 10,00 %. Через некоторое время масса пластинки уменьшилась на 190 мг, а массовая доля сульфата меди (II) в растворе составила 2,02 %. Известно, что металл проявляет в сульфате степень окисления +2.

*Определите металл, из которого состояла пластинка, приняв Ar (Cu) = 63,5.*

В исходном растворе содержалось m1 (CuSO4) = m1 р ∙ ω1 = 200 ∙ 0,1 = 20 (г). **1 б.**

Масса конечного раствора m2 р = m1 р + ∆ m = 200 + 0,19 = 200,19 (г). **1 б.**

В конечном растворе m2 (CuSO4) = m2 р ∙ ω2 = 200,19 ∙ 0,0202 ≈ 4,044 (г). **1 б.**

В реакцию вступило m (CuSO4) = m1 – m2 = 20 - 4,044 = 15,956 (г), **1 б.**

или n (CuSO4) = m/M = 15,956/159,5 ≈ 0,1 (моль). **1 б.**

Ме + CuSO4 = MeSO4 + Cu↓. **1 б.**

Образовалось n (Cu) = n (CuSO4) = 0,1 (моль), **1 б.**

или m (Cu) = nM = 0,1 ∙ 63,5 = 6,35 (г), **1 б.**

Изменение массы пластинки ∆ m = m (Me) – m (Cu),

откуда m (Me) = m (Cu) + ∆ m = 6,35 + 0,19 = 6,54 (г). **1 б.**

n (Ме) = n (Cu) = 0,1 (моль), **1 б**.

М (Ме) = m/n = 6,54/0,1 = 65,4 (г/моль) = М (Zn). Неизвестный металл – **цинк**. **1 б**.

**Задача № 3 (13 баллов)**

При охлаждении 400 см3 раствора сульфата меди (II) (ω = 25 %, ρ = 1,2 г/см3) в осадок выпало 50 г медного купороса. Осадок отфильтровали, а через фильтрат пропустили 11,2 дм3 (н.у.) сероводорода.

*Найдите массу полученного осадка и массу сульфата меди (II) в фильтрате после пропускания сероводорода.*

mр (CuSO4) = Vр ∙ ρ = 400 ∙ 1,2 =480 (г), **1 б.**

m(CuSO4) = mр (CuSO4) ∙ ω = 480 ∙ 0,25 = 120 (г), **1 б.**

n (CuSO4) = m/М = 120/160 = 0,75 (моль), – было в исходном растворе. **1 б.**

n (CuSO4 ∙ 5 Н2О) = 50/250 = 0,2 (моль). **1 б.**

CuSO4 → CuSO4 ∙ 5 Н2О, n\* (CuSO4) = n (CuSO4 ∙ 5 Н2О) = 0,2 (моль), – выпало в осадок в составе кристаллогидрата. **1 б.**

В фильтрате nф (CuSO4) = 0,75 - 0,2 = 0,55 (моль). **1 б.**

n (Н2S) = V/Vm = 11,2/22,4 = 0,5 (моль). **1 б.**

CuSO4 + Н2S = CuS↓ + H2SO4, **1 б.**

Из вопроса к задаче следует, что CuSO4 в избытке,

nвступ. в фильтрате (CuSO4) = n (Н2S) = 0,5 (моль), **1 б.**

nост.в фильтрате (CuSO4) = 0,55 – 0,5 = 0,05 (моль), **1 б.**

**mост.в фильтрате (CuSO4)** = nM = 0,05 ∙ 160 = **8 (г).** **1 б**.

n (CuS) = n (Н2S) = 0,5 (моль), **1 б.**

**m (CuS)** = 0,5 ∙ 96 = **48 (г)**. **1 б.**

**Задание 3**

***Мысленный эксперимент (15 баллов)***

В четырёх пронумерованных пробирках находятся растворы сульфата цинка, азотной кислоты, хлорида железа (II), гидроксида калия. О веществах известно следующее:

- вещества из пробирок 1 и 4 нейтрализуют друг друга;

- вещества из пробирок 3 и 4 реагируют между собой с образованием осадка, который растворяется как в кислотах (например, HNO3), так и в щелочах (например, KOH);

- при добавлении к содержимому пробирки 2 вещества из пробирки 4 образуется осадок, который на воздухе приобретает бурую окраску.

*Установите соответствие между названием вещества и номером пробирки, в которой находится раствор данного вещества. Запишите уравнения всех упомянутых в тексте химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.*

За правильно установленное соответствие (по 1 баллу за каждое) – **4 балла**:

№ 1 – HNO3;

№ 2 – FeCl2;

№ 3 – ZnSO4;

№ 4 – KOH.

За правильно записанные уравнения химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде – по 1 баллу (всего – **11 баллов**) **при условии правильно установленного соответствия**.

НNO3 + KOH = KNO3 + H2O

H+ + OH- = H2O

ZnSO4 + 2 KOH = Zn(OH)2↓ + K2SO4

Zn2+ + 2 OH- = Zn(OH)2↓

Zn(OH)2 + 2 HNO3 = Zn(NO3)2 + 2 H2O

Zn(OH)2 + 2 H+ = Zn2+ + 2 H2O

Zn(OH)2 + 2 KOH = K2[Zn(OH)4]

Zn(OH)2 + 2 OH- = [Zn(OH)4]2-

FeCl2 + 2 KOH = Fe(OH)2↓ + 2 KCl

Fe2+ + 2 OH- = Fe(OH)2↓

4 Fe(OH)2 + O2 + 2 H2O = 4 Fe(OH)3↓

**Первый этап республиканской олимпиады по химии**

**(2018/2019 учебный год)**

**11 класс**

**ОТВЕТЫ**

**Тест: 10 баллов.**

**Задачи: 12 + 26 + 16 = 54 баллов.**

**Мысленный эксперимент: 14 баллов.**

**Всего: 78 баллов.**

Ответы к тесту:

За каждый правильный ответ – 1 балл.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №задания | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Вариантответа |  г | в | б | б | а | в | а | г | г | в |

**Решение задач**

**Задача № 1 (12 баллов)**

Продукты сгорания 1,80 г насыщенного альдегида с разветвлённым углеродным скелетом пропустили через 250 см3 раствора гидроксида калия с молярной концентрацией 0,60 моль/дм3. В результате этого молярные концентрации солей в образовавшемся растворе сравнялись.

*Установите структурную формулу альдегида и назовите его по систематической номенклатуре.*

n (КОH) = сVр = 0,60 ∙ 0,25 = 0,15 (моль). **1 б.**

СхH2хO → х CO2↑, **1 б.**

3 KOH + 2 CO2 = KHCO3 + K2CO3 + H2O, т.к. объём раствора один и тот же, а по условию молярные концентрации образовавшихся средней и кислой солей равны, то химические количества этих солей тоже равны, и n (KHCO3) : n (K2CO3) = 1 : 1. **2 б.**

Из уравнения реакции n (СО2) = 2/3 n (КОН) = (2 ∙ 0,15)/3 = 0,1 (моль). **1 б.**

По схеме n (СхH2хO) = n (CO2)/х = 0,1/х (моль). **1 б.**

M (СхH2хO) = 12x + 2x + 16 = 14 x + 16 (г/моль), **1 б.**

n (СхH2хO) = m (СхH2хO)/M (СхH2хO) = 1,80/(14 x + 16) (моль). **1 б.**

Решаем уравнение: $\frac{1,8}{14х+16}$ = $\frac{0,1}{х}$,

откуда х = 4. **2 б.**

Структурная формула **СН3-СН(СН3)-СНО,** **1 б.**

**2-метилпропаналь. 1 б.**

**Задача № 2 (26 баллов)**

Смешали 300 г раствора сульфата меди (II) с массовой долей его 16 % и 100 г раствора с массовой долей сульфида натрия 7,8 %. В полученный раствор поместили железную пластинку. Через некоторое время пластинку вынули, и оказалось, что её масса возросла на 0,8 г.

*а) Запишите уравнения протекающих реакций. (2 б.)*

*б) Рассчитайте массовые доли веществ в оставшемся растворе. (24 б.)*

а) Протекали реакции:

CuSO4 + Na2S = CuS↓ + Na2SO4, (1) **1 б.**

Fe + CuSO4 = FeSO4 + Cu↓. (2) **1 б.**

б) По условию задачи можно догадаться, что сульфат меди (II) был в избытке, т.к. железо не вытеснит натрий из растворов его солей. Однако, докажем это расчётами:

m (CuSO4) = mр ∙ ω = 300 ∙ 0,16 = 48 (г), **1 б.**

n (CuSO4) = m/М = 48/160 = 0,3 (моль); **1 б.**

m (Na2S) = 100 ∙ 0,078 = 7,8 (г), **1 б.**

n (Na2S) = 7,8/78 = 0,1 (моль). **1 б.**

По условию задачи n (CuSO4) : n (Na2S) = 0,3 : 0,1 = 3 : 1,

а по уравнению реакции (1) n (CuSO4) : n (Na2S) = 1 : 1, значит, CuSO4 в избытке, **2 б.**

с Na2S вступает в реакцию n1 (CuSO4) = n (Na2S) = 0,1 (моль), **1 б.**

на реакцию (2) остаётся nост.1 (CuSO4) = 0,3 – 0,1 = 0,2 (моль). **1 б.**

Пусть х моль железа вступило в реакцию (2), тогда х моль меди образовалось,

∆ m (пластинки) = m (Cu) – m (Fe) = 64 x – 56 x = 8 x = 0,8 (г),

х = 0,1 (моль). **2 б.**

nвступ.2 (CuSO4) = n (Fe) = 0,1 (моль). **1 б.**

Вещества, оставшиеся в растворе, – CuSO4, Na2SO4 и образовавшийся FeSO4.

nост.2 (CuSO4) = 0,2 – 0,1 = 0,1 (моль), **1 б.**

n(FeSO4) = n (Fe) = 0,1 (моль), **1 б.**

n (Na2SO4) = n (Na2S) = 0,1 (моль). **1 б.**

mост.2 (CuSO4) = n ∙ M = 0,1 ∙ 160 = 16 (г), **1 б.**

m(FeSO4) = 0,1 ∙ 152 = 15,2 (г), **1 б.**

m (Na2SO4) = 0,1 ∙ 142 = 14,2 (г). **1 б.**

Масса конечного раствора: mкон. р. = mр (CuSO4) + mр (Na2S) - ∆ m - m↓ (CuS). **1 б.**

n (CuS) = n (Na2S) = 0,1 (моль), **1 б.**

m (CuS) = 0,1 ∙ 96 = 9,6 (г). **1 б.**

mкон. р. = 300 + 100 – 0,8 – 9,6 = 389,6 (г). **1 б.**

ω (CuSO4) = $\frac{m(CuSO4)}{m(кон. р-ра)}$ = $\frac{16}{389,6}$ ≈ 0,0411 = **4,11 %, 1 б.**

ω (Na2SO4) = $\frac{14,2}{389,6}$ ≈ 0,0364 = **3,64 %, 1 б.**

ω (FeSO4) = $\frac{15,2}{389,6}$ ≈ 0,0390 = **3,90 %. 1 б.**

**Задача № 3 (16 баллов)**

На растворение 31,8 г оксида меди (II) израсходовано 100 г раствора, содержащего соляную и азотную кислоты. Полученный раствор выпарили, и сухой остаток прокалили до постоянной массы, которая оказалась равной 37,3 г.

*а) Запишите уравнения протекающих реакций. (3 б.)*

*б) Определите массовые доли кислот в исходном растворе. (13 б.)*

а) CuО + 2 HCl = CuCl2 + H2O (1) **1 б.**

CuO + 2 HNO3 = Cu(NO3)2 + H2O (2) **1 б.**

2 Cu(NO3)2 = 2 CuO + 4 NO2↑ + O2↑ (3) **1 б.**

б) Сухой остаток после прокаливания состоит из CuCl2, образованного в реакции (1), и CuO, образованного в результате реакций (2) и (3). **1 б.**

Пусть химическое количество n (HCl) = х моль, а n(HNO3) = y моль, **0,5 б.**

тогда, согласно уравнениям реакций, вступило:

n1 (CuO) = 0,5 х моль, n2 (CuO) = 0,5 y моль; **(0,5 + 0,5) б.**

образовалось n (CuCl2) = 0,5 х моль, n [Cu(NO3)2] = 0,5 y моль, **(0,5 + 0,5) б.**

а из него n3 (CuO) = 0,5 y моль. **0,5 б.**

Исходно n (CuO) = m/М = 31,8/80 = 0,3975 (моль), **1 б.**

или n (CuO) = n1 (CuO) + n2 (CuO) = 0,5 х + 0,5 y = 0,3975 (моль). **0,5 б.**

Масса сухого остатка:

mост. = m (CuCl2) + m3 (CuO) = 0,5 x∙ 135 + 0,5 y ∙ 80 = 37,3 (г). **(0,5 + 0,5 + 0,5)** **б.**

Решаем систему уравнений: $\left\{\begin{array}{c}0,5 х + 0,5 y = 0,3975\\0,5 x∙ 135 + 0,5 y ∙ 80 = 37,3 \end{array}\right. $

х = 0,2 моль;

y = 0,595 моль. **2 б.**

m (HCl) = nM = 0,2 ∙ 36,5 = 7,3 (г), **1 б.**

**ω (HCl)** = $\frac{m(HCl)}{m(исх. р-ра)}$ = 7,3/100 = 0,073 = **7,3 %,**  **1 б.**

m (HNO3) = 0,595 ∙ 63 = 37,485 (г), **1 б**.

 **ω (HNO3)** = $\frac{m(HNO3)}{m(исх. р-ра)}$ = 37,485/100 ≈ 0,375 = **37,5 %**. **1 б.**

**Задание 3**

***Мысленный эксперимент (14 баллов)***

Вам выдали пять пронумерованных пробирок, в которых по отдельности находятся растворы хлорида бария, сульфата натрия, карбоната натрия, силиката натрия, серной кислоты. Не используя другие вспомогательные реагенты, на основании предполагаемых реакций между выданными растворами распознайте их.

*а) Составьте план распознавания веществ, указав аналитические признаки протекания реакций.*

*б) Запишите уравнения химических реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.*

а) **За таблицу ожидаемых эффектов – 8 баллов,** из них 5 баллов за пять правильно заполненных строк таблицы, где указаны белые осадки BaSO4↓, BaСO3↓, BaSiO3↓; газ без цвета и запаха CO2, студенистый осадок H2SiO3↓; 3 балла за интерпретацию построчно полученных результатов.

б) **За уравнения реакций – 6 баллов** (за шесть уравнений реакций: по 0,5 б. за каждое молекулярное, по 0,5 б. за каждое краткое ионное):

BaCl2 + Na2SO4 → BaCl2 + H2SO4 →

BaCl2 + Na2CO3 → Na2CO3 + H2SO4 →

BaCl2 + Na2SiO3 → Na2SiO3 + H2SO4 →