|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ  Государственное бюджетное учреждение  дополнительного образования Краснодарского края  «ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОДАРЕННОСТИ»  350000 г. Краснодар,  ул. Красная, 76  тел. 259-84-01  E-mail: cdodd@mail.ru |  | **Всероссийская олимпиада школьников**  **по химии**  **2016-2017 учебный год**  **Муниципальный этап**  **9 классы, ответы** Председатель предметно-методической комиссии: Фалина И.В., к.х.н., доцент |

**Задача 1 (9 баллов)**

Для вычисления общей жесткости определим концентрацию ионов Ca2+ и Mg2+ (в мг/л)

Mr(Ca(HCO3)2) = 162 г/моль 🡪 с(Ca2+) = 16.2\*10\*40/162 = 40 мг/л

Mr(CaSO4) = 136 г/моль🡪 с(Ca2+) = 5.44\*10\*40/136 = 16 мг/л

Mr(Mg(HCO3)2) = 146 г/моль 🡪 с(Mg2+) = 2.92\*10\*24/146 = 4.8 мг/л

Mr(MgSO4) = 120 г/моль 🡪 с(Mg2+) = 2.4\*10\*24/120 = 4.8 мг/л

Общая масса ионов кальция в 1л раствора 40+16 = 56 мг/л

жесткость по кальцию = 56/20=2.8 мг-экв/л

Общая масса ионов магния в 1л раствора 4.8+4.8 = 9.6 мг/л

жесткость по магнию = 9.6/12=0.8 мг-экв/л

Общая жесткость воды = 2.8+0.8=3.4 мг-экв/л

Временная жесткость обусловлена наличием гидрокарбонатов магния и кальция

она равна 40/20+4.8/12 = 2.4 мг-экв/л

Постоянную жесткость можно найти как разницу между общей и временной 3.4-2.4 = 1 мг-экв/л

Временную жесткость можно устранить кипячением:

Ca(HCO3)2 = CaCO3↓ + CO2↑ + 2H2O

Mg(HCO3)2 = MgCO3↓ + CO2↑ + H2O

Также для этого применяют метод известкования

Ca(HCO3)2 + Ca(OH)2 = 2CaCO3↓ + 2H2O

Mg(HCO3)2 +2 Ca(OH)2 = Mg(OH)2↓ + 2CaCO3↓ + 2H2O

Некарбонатную жесткость можно устранить обработкой воды карбоната или фосфата натрия

CaSO4 + Na2CO3 = CaCO3↓ + Na2SO4

MgSO4 + Na2CO3 = MgCO3↓ + Na2SO4

***Система оценивания:***

Определение общей, временной и постоянной жесткости - по 1 баллу 3 балла.

Способы устранения жесткости 3 балла.

Уравнения реакций, протекающих при умягчении 3 балла.

**Итого: 9 баллов**

**Задача 2 (5 баллов)**

При растворении цинка в сильно разбавленной азотной кислоте уравнение реакции:

4Zn + 10HNO3 = 4 Zn(NO3)2 + NH4NO3 +3H2O

При этом нитрата аммония образовалось n=3.85/Mr(NH4NO3)=3.2/80=0.04 моль

Количество цинка 0.04\*4=0.16 моль

Количество азотной кислоты 0.04\*10=0.4 моль

***Система оценивания:***

Уравнение реакции 3 балла.

Расчет количества кислоты и цинка 2 балла.

**Задача 3 (15 баллов)**

Газ имеет плотность по воздуху 2.21, тогда его молярная масса 29\*2.21=64.1 г/моль

Молярную массу 64 г/моль имеет сернистый газ SO2. Его количество 2.24/22.4=0.1 моль.

Значит минерал содержал в своем составе серу в количестве 0.1 моль.

Остаток после прокаливания скорее всего содержит смесь оксидов, которая при растворении в серной кислоте даст раствор сульфатов. Так как после опускания в раствор железной пластинки её масса увеличилась, то скорее всего это связано с выделением на поверхности какого-либо металла, стоящего в ряду электрохимических напряжений металлов правее железа и имеющего б*о*льшую молекулярную массу. При этом металл может иметь валентность I, II или III и при этом будут протекать реакции:

Me2SO4 + Fe = FeSO4 + 2Me↓

MeSO4 + Fe = FeSO4 + Me↓

Me2(SO4)3 + 3Fe = 3FeSO4 + 2Me↓

Во всех случаях в растворе будет образовываться сульфат железа (II), который и был обнаружен в количестве 7.6/Mr(FeSO4) = 7.6/152 = 0.05 моль.

Но также в растворе был найден и сульфат железа (III), который не мог образоваться при взаимодействии железной пластины с раствором сульфатов. Это означает, что сульфат железа уже был в растворе до опускания в неё железной пластинки. Он мог образоваться при растворении остатка после прокаливания, содержащего оксид железа (III).

Fe2O3 + 3H2SO4 = Fe2(SO4)3 + 3H2O

Количество сульфата железа (III) в растворе 10/Mr(Fe2(SO4)3) = 10/400 = 0.025 моль. Это означает, что в исходном минерале было 0.05 моль железа.

Осталось установить третий компонент минерала – металл, который выделился на железной пластинке.

- случае его валентности равной 1:

0.375 = 0.05 (2Mr(Me) – Mr(Fe)) 🡪 Mr(Me) = 31.8 г/моль – такого металла с валентностью 1 не существует.

- случае валентности равной 2

0.375 = 0.05 (Mr(Me) – Mr(Fe)) 🡪 Mr(Me) = 63.5 г/моль – это медь. Она имеет валентность 2 и будет выделяться на железной пластинке по уравнению:

CuSO4 + Fe = FeSO4 + Cu↓

- случае валентности равной 3

0.375 = 0.05 (2\*Mr(Me) – 3\*Mr(Fe)) 🡪 Mr(Me) = 87.5 г/моль – это стронций. Он не имеет валентность 3 и не будет выделяться на железной пластинке.

Таким образом только медь удовлетворяет условию задачи. Ее количество в минерале соответствует количеству сульфата железа (III) в растворе (0.05 моль)

Минерал содержал 0.1 моль серы, 0.05 моль железа и 0.05 моль меди.

Простейшая формула – CuFeS2 – халькопирит.

При обжиге протекает реакция

4CuFeS2 + 13O2 = 4CuO + 2Fe2O3 + 8SO2↑

Растворение остатка:

CuO + H2SO4 = CuSO4 + H2O

Fe2O3 + 3H2SO4 = Fe2(SO4)3 + 3H2O

***Система оценивания:***

Установление сернистого газа 1 балл.

Уравнения реакций сульфатов металла с железом - по 1 баллу 3 балла.

Установление железа в составе минерала 2 балла.

Установление меди в составе минерала 3 балла.

Формула минерала 2 балла.

Название минерала 1 балл.

Реакции при обжиге и растворении остатка по 1 баллу 3 балла

**Задача 4 (6 баллов)**

При прокаливании смеси карбонатов протекают реакции:

FeCO3 + 2O2 = Fe2O3 + CO2↑

BaCO3 + O2 = BaO + CO2↑

Также, при высокой температуре может протекать реакция

6FeCO3 + O2 = 2Fe3O4 + 6CO2↑

После обработки серной кислотой оксиды железа могут растворяться по уравнениям:

Fe2O3 + 3H2SO4 = Fe2(SO4)3 + 3H2O

Fe3O4 + 4H2SO4 = FeSO4 + Fe2(SO4)3 + 4H2O

Оксид бария даст нерастворимы осадок:

BaO +H2SO4 = BaSO4↓ + H2O

По условию его масса составляла 116.5, что соответствует 116.5/233=0.5 моль. Соответственно карбоната бария в исходной смеси было 0.5 моль, и его разложение по уравнению реакции BaCO3 + O2 = BaO + CO2↑привело к образованию 0.5 моль CO2.

Всего углекислого газа по условию задачи выделилось 33.6/22.4=1.5 моль.

Количество карбоната железа (по уравнению FeCO3 + 2O2 = Fe2O3 + CO2↑) составляет

1.5-0.5= 1 моль

Масса карбонатов в исходной смеси составляла m(BaCO3) = 0.5\*233=98.5 г

m(FeCO3) = 1\*116=116 г

в процентах по массе ω(BaCO3) = 98.5/(98.5+116)\*100% = 45.9%

ω(FeCO3) = 100-45.9 = 54.1%

***Система оценивания:***

Реакции при прокаливании карбонатов - по 1 баллу

(Считать правильным как окисление железа до Fe2O3, так т до Fe3O4 2 балла.

Реакции оксидов с серной кислотой - по 1 баллу 2 балла.

Расчет массы карбонатов 1 балл.

Расчет массовой доли карбонатов 1 балл.

**Задача 5 (8 баллов)**

Через раствор пропущено q=I\*t = 5 \* 3600\*10 = 180000 Кл электричества.

Из них на выделение никеля пошло 180000\*0.7 = 126000 Кл, а на выделение водорода 54000 Кл.

Найдем количество выделившегося водорода:

Уравнение реакции: 2H+ + 2e = H2↑

Для выделения 1 моль водорода необходимо затратить F\*n = 96500 \* 2 = 193000 Кл электричества.

Всего водорода выделилось 54000/193000 = 0.28 моль, что при н.у. соответствует

22.4\*0.28= 6.27л

Для выделения 1 моль никеля по реакции Ni2+ + 2e = Ni↓ необходимо затратить

F\*n = 96500 \* 2 = 193000 Кл электричества.

Всего никеля выделилось 180000/193000 = 0.932 моль, что составляет 0.932\*58.7 = 54.7 г.

При плотности 8.6 г/см3 54.7г имеют объем 54.7/8.6 = 6.36 см3

Общая площадь поверхности пластинки 5\*5\*2=50 см2

Толщина слоя составит 6.36/50 = 0.127 см (1.27 мм).

***Система оценивания:***

Уравнения реакций при электролизе - по 1 баллу 2 балла.

Расчет количеств водорода и никеля - по 2 балла 4 балла.

Расчет толщины слоя никеля 2 балла.

**Максимальный балл – 43.**