# 9 класс

*Максимальный балл: 10 × 5 = 50 баллов. Ответственный редактор: Коронатов А.Н..*

*Авторы заданий: Булдаков А.В. (№1,3), Попов Р.А. (№2), Коронатов А.Н. (№4), Филиппов И.П. (№5).*

**1. *Решение:***

Учитывая, что **В** – это желтый порошок, продукт его горения имеет запах горелых спичек, а газ **Х** имеет запах тухлых яиц, можно сделать вывод, что **В** – это сера. При ее определении проводились следующие реакции:

S + O2 = SO2 (или S8 + 8O2 = 8SO2)

SO2 + Ca(OH)2 = CaSO3↓ + H2O

S + H2 = H2S

H2S + CuCl2 = CuS↓ + 2HCl

Так как частички **С** имели оранжевый налет и обладали магнитными свойствами, можно предположить, что это – железо (оранжевый налет – это ржавчина). Это подтверждается изменением цвета осадка, который был получен при добавлении NaOH к раствору **D**, с зеленого на бурый. При определении железа проводились следующие реакции:

Fe + S = FeS

FeS + 2HCl = FeCl2 + H2S↑

FeCl2 + 2NaOH = Fe(OH)2↓ + 2NaCl

4Fe(OH)2 + O2 + 2H2O = 4Fe(OH)3

Газ без цвета и запаха, который образуется при сгорании **А** и дает осадок с известковым молоком – это СО2. Учитывая это и то, что вещество **А** достаточно инертно (это следует из условия задачи) и является прозрачными бесцветными кристаллами, можно заключить, что это – алмаз. При определении **А** проводились следующие реакции:

С + О2 = СО2↑

Ca(OH)2 + CO2 = CaCO3↓ + H2O

***Критерии оценивания:***

1) 10 реакции, каждая по 1 баллу *10 × 1 = 10 б.*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**2. *Решение:***

Установим формулу соединений **А**, **В**, **С**:

Mr(**А**) = 80n/0.5387 = 148.5n, где n – число атомов брома. При n = 1 разумных вариантов нет; если n = 2, то Mr(**А**) = 297, такой молекулярной массе соответствует BaBr2.

Mr(**B**) = 80m/0.7767 = 103m, где m – число атомов брома. При m = 1 Mr(**B**) = 103, это NaBr.

Mr(**С**) = 80k/0.6723 = 119k. При k = 1 Mr(**С**) = 119, **С** – это КBr.

Полученные результаты соответствуют условию, соли бария окрашивают пламя в зеленый цвет, соли натрия – в желтый, калия – фиолетовый.

При добавлении к водному раствору данной смеси солей сульфата натрия реагировать будет только соль бария, а при добавлении нитрата серебра – все три соли с образованием нерастворимого бромида серебра:

ВаBr2 + Na2SO4 = BaSO4 + 2NaBr

ВаBr2 + 2AgNO3 = Ba(NO3)2 + 2AgBr

NaBr + AgNO3 = NaNO3 + AgBr

KBr + AgNO3 = KNO3 + AgBr

По данным первой реакции можно определить массу бромида бария:

m(BaSO4) = 4.66 г, откуда n(BaSO4) = m/M = 4.66/233 = 0.02 моль = n(BaBr2), m(BaBr2) = 0.02×297 = 5.94 г.

Тогда на остальные компоненты смеси приходится 4.28 г. Определим их массы по отдельности: n(AgBr) = 15.04/188 = 0.08 моль. При этом 0.04 моль образовалось из бромида бария. Значит, n(NaBr) + n(KBr) = 0.04 моль. Пусть n(NaBr) = *х*, тогда n(КBr) = 0.04 – *х*. Также известно, что m(NaBr) + m(KBr) = 4.28 г. Найдем массы бромидов калия и натрия: m(NaBr) = 103×*х*, m(KBr) = 119×(0.04 – *х*), откуда составим уравнение:

103×*х* + 119×(0.04 – *х*) = 4.28

Решая уравнение, получаем *х* = 0.03.

n(NaBr) = 0.03 моль, n(KBr) = 0.01 моль, тогда m(NaBr) = 3.09 г и m(KBr) = 1.19 г.

***Критерии оценивания:***

1) Вещества **А**, **В**, **С** – по 1 баллу *3 × 1 = 3 б.*

Если состав не был подтвержден расчетом – по 0.5 балла

2) 4 реакции – по 0.5 балла *4 × 0.5 = 2 б.*

Если реакция уравнена неверно, ставится 0.25 балла

3) Расчет массы BaBr2 *2 × 1 = 2 б.*

4) Расчет массы NaBr и KBr – по 1.5 балла *2 × 1.5 = 3 б.*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**3. *Решение:***

По условию задачи можно определить, что вещество **D** – это медный купорос, имеющий состав CuSO4×5H2O, и, исходя из его формулы, написать уравнения реакций, необходимых для его получения. С другой стороны, можно начать решать задачу с попытки определить состав **YX**3. **Х**2 – это простое вещество. Из диатомных молекул состоят некоторые газы, например, хлор, фтор, кислород и азот. Перебором можно получить, что если **Х** – это кислород, то **Y** – это сера, и тогда **YX3** – это SO3. Зная, какому элементу соответствует **Y**, можно найти состав **D**.

Это вещество состоит на 36.05 % из воды, молярная масса которой равна 18 г/моль. Разделив 18 на 0.3605, получаем молярную массу 49.9 г/моль, что явно не является молярной массой **D**, т.к. остаток после вычитания молярной массы воды оказывается слишком мал. Зная, что **D** содержит серу в максимальной степени окисления, а также то, что одной из стадий получения **D** было взаимодействие SO3 и воды – то есть получение серной кислоты – допустим, что в **D** содержится как минимум 1 сульфат-анион. Если число молекул воды равно 5, то молярная масса **D** равна 249.65 г/моль. После вычитания молярной массы пяти молекул воды и одной молярной массы сульфат-аниона, получаем 63.65 г/моль, что хорошо совпадает с молярной массой меди. Исходя из полученных результатов, запишем зашифрованные на схеме в задаче реакции:

*а*) Cu2S + O2 = Cu2O + SO2

*б*) 2Cu2O = 2Cu + O2

*в*) 2Cu + O2 = 2CuO

*г*) 2H2S + 3O2 = 2SO2 + 2H2O

*д*) 2SO2 + O2 = 2SO3

*е*) SO3 + H2O = H2SO4

*ж*) CuO + H2SO4 + 4H2O = CuSO4×5H2O

***Критерии оценивания:***

1) Реакция образования медного купороса (*ж*) *1 × 2.5 = 2.5 б.*

2) Реакции *а*–*е* – по 1.25 балла *6 × 1.25 = 7.5 б.*

Если какая-либо реакция уравнена неверно, то ставится 0.5 балла

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**4. *Решение:***

1) Гипсом называют двуводный сульфат кальция, тогда **D** – CaSO4. Значит **A** содержит в своем составе ион кальция, а **B** – серная кислота. Рассчитаем молярную массу **A**:

Mr(**A**) = 40/0.5128 = 78, вычитая из этого числа молярную массу кальция, находим, что **A** – это фторид кальция. Тогда газ **C** – HF.

2) При обработке оконного стекла (оксиды натрия, кальция и кремния) разбавленным раствором HF протекают следующие реакции:

Na2O + 2HF = 2NaF + H2O

CaO + 2HF = CaF2 + H2O

SiO2 + 4HF = SiF4 + 2H2O

При смешении тетрафторида кремния с концентрированной HF образуется гескафторкремниевая кислота **E**:

SiF4 + 2HF = H2[SiF6]

3) Так как при реакции **F** с водородом при низких температурах образуется HF, то **F** – это фтор. Эту реакцию необходимо проводить при пониженных температурах из-за повышенной экзотермичности процесса, вследствие чего при нормальных температурах эта реакция протекает неконтролируемо и часто со взрывом.

Действительно, в полостях флюорита (основным компонентом которого является CaF2) находится фтор, который при реакции с влагой воздуха образует озон (**G**).

4) **A** – CaF2, **B** – H2SO4, **C** – HF, **D** – CaSO4, **E** – H2[SiF6], **F** – F2, **G** – O3.

***Критерии оценивания:***

1) Вещества **A**–**G** *7 × 1 = 7 б.*

2) Реакция с SiO2 *1 × 1 = 1 б.*

3) Реакции с оксидами натрия и кальция *2 × 0.5 = 1 б.*

4) Объяснение необходимости проведения реакции *1 × 1 = 1 б.*

при пониженной температуре

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*

**5. *Решение:***

Очевидно, что фильтрат, полученный после добавления воды к исходной навеске, содержит лишь бесцветное соединение. Выпавший после добавления раствора нитрата серебра («ляписа») белый творожистый осадок хлорида серебра говорит о том, что в фильтрате присутствуют хлорид-ионы:

Cl- + AgNO3 = AgCl + NO3-

Осадок, полученный при добавлении щелочи к фильтрату и растворяющийся в избытке щелочи, может быть гидроксидом бериллия, алюминия или цинка, поэтому одно из соединений в навеске – это хлорид алюминия, цинка или бериллия.

Al3+ + 3OH- = Al(OH)3

Zn2+ + 2OH- = Zn(OH)2

Be2+ + 2OH- = Be(OH)2

Al(OH)3 + OH- = [Al(OH)4]-

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

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

Газ, который барботировали через гашеную известь, – углекислый газ, выделившийся при обработке белого кристаллического вещества уксусной кислотой; очевидно, что это какой-то карбонат. Окрашивание полученным уксуснокислым раствором пламени в зеленый цвет говорит о наличии в растворе катионов бария, тогда второе вещество в навеске – карбонат бария:

BaCO3 + 2CH3COOH = (CH3COO)2Ba + H2O + CO2

Ca(OH)2 + CO2 = CaCO3 + H2O

Наконец, появление голубой окраски раствора при обработке черных частиц соляной кислотой свидетельствует о наличии в растворе катиона меди (II); вещество черного цвета – оксид меди (II) либо сульфид меди (II), а голубой студенистый осадок – гидроксид меди (II):

СuO + 2HCl = CuCl2 + H2O

СuS + 2HCl = CuCl2 + H2S

CuCl2 + 2OH- = Cu(OH)2 + 2Cl-

***Критерии оценивания:***

1) Определение веществ из навески – по 1 баллу *3 × 1 = 3 б.*

2) Реакции, упомянутые в задаче – по 1 баллу *7 × 1 = 7 б.*

*Примечание:* в решении указаны лишь несколько возможных вариантов, подходящих под условие задачи. Если в ответе обучающийся предложил соединения, полностью удовлетворяющие условию задачи, а также привел соответствующие реакции – ставится полный балл. Если какое-либо соединение полностью не удовлетворяет условию задачи, баллы не ставятся.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ИТОГО:** *10 баллов*