

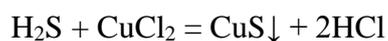
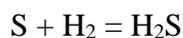
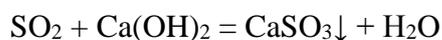
## 9 класс

Максимальный балл:  $10 \times 5 = 50$  баллов. Ответственный редактор: Коронатов А.Н..

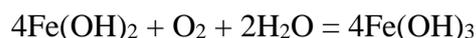
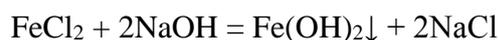
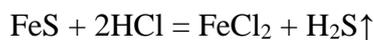
Авторы заданий: Булдаков А.В. (№1,3), Попов Р.А. (№2), Коронатов А.Н. (№4), Филиппов И.П. (№5).

**1. Решение:**

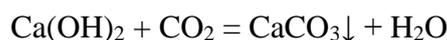
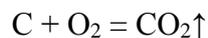
Учитывая, что **В** – это желтый порошок, продукт его горения имеет запах горелых спичек, а газ **Х** имеет запах тухлых яиц, можно сделать вывод, что **В** – это сера. При ее определении проводились следующие реакции:



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  $\text{NaOH}$  к раствору **Д**, с зеленого на бурый. При определении железа проводились следующие реакции:



Газ без цвета и запаха, который образуется при сгорании **А** и дает осадок с известковым молоком – это  $\text{CO}_2$ . 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:

**Критерии оценивания:**

1) 10 реакции, каждая по 1 баллу

$10 \times 1 = 10$  б.

---

**ИТОГО:**

10 баллов

**2. Решение:**

Установим формулу соединений **A**, **B**, **C**:

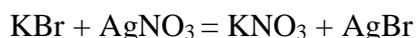
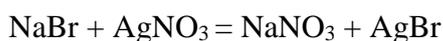
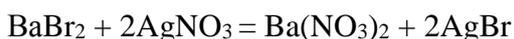
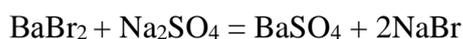
$M_r(\mathbf{A}) = 80n/0.5387 = 148.5n$ , где  $n$  – число атомов брома. При  $n = 1$  разумных вариантов нет; если  $n = 2$ , то  $M_r(\mathbf{A}) = 297$ , такой молекулярной массе соответствует  $\text{BaBr}_2$ .

$M_r(\mathbf{B}) = 80m/0.7767 = 103m$ , где  $m$  – число атомов брома. При  $m = 1$   $M_r(\mathbf{B}) = 103$ , это  $\text{NaBr}$ .

$M_r(\mathbf{C}) = 80k/0.6723 = 119k$ . При  $k = 1$   $M_r(\mathbf{C}) = 119$ , **C** – это  $\text{KBr}$ .

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:



По данным первой реакции можно определить массу бромида бария:

$m(\text{BaSO}_4) = 4.66$  г, откуда  $n(\text{BaSO}_4) = m/M = 4.66/233 = 0.02$  моль =  $n(\text{BaBr}_2)$ ,  $m(\text{BaBr}_2) = 0.02 \times 297 = 5.94$  г.

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

$$103 \times x + 119 \times (0.04 - x) = 4.28$$

Решая уравнение, получаем  $x = 0.03$ .

$n(\text{NaBr}) = 0.03$  моль,  $n(\text{KBr}) = 0.01$  моль, тогда  $m(\text{NaBr}) = 3.09$  г и  $m(\text{KBr}) = 1.19$  г.

**Критерии оценивания:**

1) Вещества **A**, **B**, **C** – по 1 баллу

$$3 \times 1 = 3 \text{ б.}$$

Если состав не был подтвержден расчетом – по 0.5 балла

2) 4 реакции – по 0.5 балла

$$4 \times 0.5 = 2 \text{ б.}$$

Если реакция уравнена неверно, ставится 0.25 балла

3) Расчет массы $\text{BaBr}_2$	$2 \times 1 = 2 \text{ б.}$
4) Расчет массы $\text{NaBr}$ и $\text{KBr}$ – по 1.5 балла	$2 \times 1.5 = 3 \text{ б.}$

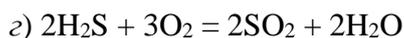
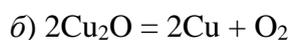
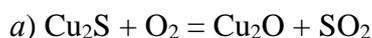
---

**ИТОГО:** 10 баллов

### 3. Решение:

По условию задачи можно определить, что вещество **D** – это медный купорос, имеющий состав  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ , и, исходя из его формулы, написать уравнения реакций, необходимых для его получения. С другой стороны, можно начать решать задачу с попытки определить состав  $\text{YX}_3$ .  $\text{X}_2$  – это простое вещество. Из диатомных молекул состоят некоторые газы, например, хлор, фтор, кислород и азот. Перебором можно получить, что если **X** – это кислород, то **Y** – это сера, и тогда  $\text{YX}_3$  – это  $\text{SO}_3$ . 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  $\text{SO}_3$  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:



### Критерии оценивания:

1) Реакция образования медного купороса (ж)	$1 \times 2.5 = 2.5 \text{ б.}$
---	---------------------------------

2) Реакции *a–e* – по 1.25 балла

$6 \times 1.25 = 7.5$  б.

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

---

**ИТОГО:**

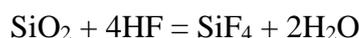
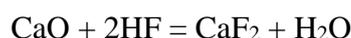
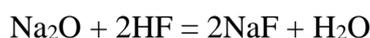
10 баллов

#### 4. Решение:

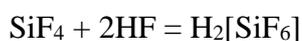
1) Гипсом называют двуводный сульфат кальция, тогда **D** – CaSO<sub>4</sub>. Значит **A** содержит в своем составе ион кальция, а **B** – серная кислота. Рассчитаем молярную массу **A**:

$M_r(\mathbf{A}) = 40/0.5128 = 78$ , 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:



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



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 CaF<sub>2</sub>) находится фтор, который при реакции с влагой воздуха образует озон (**G**).

4) **A** – CaF<sub>2</sub>, **B** – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **C** – HF, **D** – CaSO<sub>4</sub>, **E** – H<sub>2</sub>[SiF<sub>6</sub>], **F** – F<sub>2</sub>, **G** – O<sub>3</sub>.

**Критерии оценивания:**

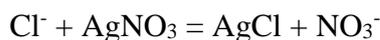
1) Вещества А–Г	$7 \times 1 = 7$ б.
2) Реакция с SiO <sub>2</sub>	$1 \times 1 = 1$ б.
3) Реакции с оксидами натрия и кальция	$2 \times 0.5 = 1$ б.
4) Объяснение необходимости проведения реакции при пониженной температуре	$1 \times 1 = 1$ б.

**ИТОГО:**

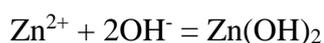
10 баллов

**5. Решение:**

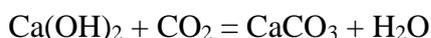
Очевидно, что фильтрат, полученный после добавления воды к исходной навеске, содержит лишь бесцветное соединение. Выпавший после добавления раствора нитрата серебра («ляписа») белый творожистый осадок хлорида серебра говорит о том, что в фильтрате присутствуют хлорид-ионы:



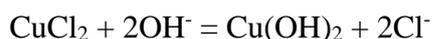
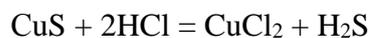
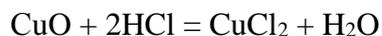
Осадок, полученный при добавлении щелочи к фильтрату и растворяющийся в избытке щелочи, может быть гидроксидом бериллия, алюминия или цинка, поэтому одно из соединений в навеске – это хлорид алюминия, цинка или бериллия.



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:



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):



**Критерии оценивания:**

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
| 1) Определение веществ из навески – по 1 баллу | $3 \times 1 = 3 \text{ б.}$ |
| 2) Реакции, упомянутые в задаче – по 1 баллу   | $7 \times 1 = 7 \text{ б.}$ |

*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