#### 9 класс

### Задание 1.

Бесцветный газ «А» с резким характерным запахом, легче воздуха, реагирует с сильной кислотой «В», при этом образуется соль «С», водный раствор которой не образует осадков ни с хлоридом бария, ни с нитратом серебра.

- 1) Что из себя представляют вещества «А», «В», «С»? Напишите формулы и назовите вещества.
- 2) Напишите уравнения всех реакций, о которых шла речь в задании.
- 3) Что происходит с солью «С» при нагревании? Напишите уравнение реакции.
- 4) Возможно ли окислить газ «А» кислородом? Если да, то напишите все возможные реакции их взаимодействия.
- 5) Газ «А» сжижают и в жидком виде используют как растворитель. При этом, по аналогии с водой, он реагирует со щелочными металлами. Напишите уравнение реакции взаимодействия натрия с жидким соединением «А». Назовите главный продукт их взаимодействия.

#### Решение

- 1. Газ «А»  $NH_3$  аммиак, кислота «В»  $HNO_3$  азотная, соль «С»  $NH_4NO_3$  нитрат аммония.
- 2.  $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$

 $NH_4NO_3 + BaCl_2 \neq$ 

 $NH_4NO_3 + AgNO_3 \neq$ 

- 3)  $NH_4NO_3 \rightarrow N_2O + 2H_2O$
- 4)  $4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$  $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{Pt} 4NO + 6H_2O$
- 5)  $2Na + 2NH_3 \rightarrow 2NaNH_2 + H_2$ , продукт взаимодействия амид калия.

### Критерии оценивания:

1) каждое правильно названное вещество -	0,5 балла, всего 1,5 балла
каждая формула —	0,5 балла, всего 1,5 балла
2) уравнение реакции -	1 балл
указано на отсутствие взаимодействия с BaCl <sub>2</sub> и AgNO <sub>3</sub>	0,5 балла
3) реакция разложения $NH_4NO_3$ -	1 балл
4) реакции горения аммиака -	по 1 баллу, всего 2 балла
5) реакция взаимодействия натрия с аммиаком -	2 балла
дано название амида натрия -	0,5 балла
ИТОГО:	10 баллов

### Задание 2.

В кружке Юный химик руководитель предложил школьникам определить свойства сплава, состоящего из алюминия, кремния, меди и цинка, и его количественный состав.

Поместив 1 г сплава в прибор для сбора газов и обработав его соляной кислотой, ребята установили, что выделяется 843 мл водорода (н.у.) и остается 170 мг нерастворившегося остатка.

При обработке сплава массой 500 мг раствором гидроксида натрия, ребята получили 517 мл водорода (н.у.) и снова остался нерастворившийся остаток.

Помогите школьникам завершить их исследования:

- 1) напишите уравнения реакций взаимодействия компонентов сплава с соляной кислотой и гидроксидом натрия;
- 2) определите состав сплава (содержание компонентов сплава укажите в массовых процентах).

#### Решение

1. В реакцию с соляной кислотой вступают алюминий и цинк:

$$2Al + 6HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2$$

$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$$

$$\nu(H_2) = 0.843 / 22.4 = 0.0376$$
 моль

2. С раствором гидроксида натрия прореагируют алюминий, цинк и кремний:

$$2Al + 2NaOH + 6H2O \rightarrow 2Na[Al(OH)4] + 3H2$$

$$Zn + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$$

$$Si + 2NaOH + H2O \rightarrow Na2SiO3 + 2H2$$

- $\nu(H_2)=0.517$  / 22.4=0.0231 моль из 500 г сплава, тогда из 1 г сплава выделится 0.0462 моль водорода.
- 3. Поскольку алюминий и цинк растворяются в кислоте и щелочи в одинаковых стехиометрических соотношениях, то разница в количестве водорода, выделившегося при взаимодействии сплава с кислотой и щелочью это количество водорода, получившееся при взаимодействии кремния со щелочью:

$$\nu(H_2)_{Si} = 0.0462 - 0.0376 = 0.0086$$
 моль, =>

$$\nu$$
( Si) = 0,0086 /2 = 0,0043 моль

$$m(Si) = 0.0043 \cdot 28 = 0.1204 \Gamma$$

$$\omega$$
(Si) = (0,1204 / 1) · 100% = 12,04%

4. Нерастворившийся после обработки кислотой остаток содержит кремний и медь.

$$m(Cu) = 0.1700 - 0.1204 = 0.0496 \text{ r}$$

$$\omega$$
(Cu) = (0.0496 / 1) · 100% = 4.96 %

5. Разность в массах сплава и нерастворившегося остатка после обработки соляной кислотой – масса прореагировавших с ней алюминия и цинка:

$$m(Al + Zn) = 1.0 - 0.17 = 0.83 r$$

Пусть v(Al) = x моль, v(Zn) = y моль,  $v(H_2) = 0.0376$  моль, тогда по уравнениям:

$$1.5x + y = 0.0376$$

$$27x + 65y = 0.83$$

$$x = 0.0229$$
,  $m(A1) = 0.6181$  r

$$y = 0.0033$$
,  $m(Zn) = 0.2119$  r

6. 
$$\omega(A1) = (0.6181 / 1) \cdot 100\% = 61.81\%$$

$$\omega(Zn) = (0.2119 / 1) \cdot 100\% = 21.19\%$$

## Критерии оценивания:

1) уравнения реакций –

по 1 баллу, всего 5 баллов

2) расчет количества кремния -

1 балл

10 баллов

3) расчет массовых долей компонентов сплава –

по 1 баллу, всего 4 балла

## Задание 3.

итого:

Определите реагирующие вещества и составьте уравнения реакций по их правым частям (все вещества указаны с коэффициентами в уравнении реакции).

1) ... + ... + ... 
$$\rightarrow$$
 3H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 5NO

- 2) ... + ...  $\rightarrow$  5NaI + NaIO<sub>3</sub> + 3H<sub>2</sub>O
- 3) ... + ...  $\rightarrow$  2N<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 4H<sub>2</sub>O
- 4) ... + ... + ...  $\rightarrow$  4H<sub>2</sub> + K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>
- 5) ... + ... + ...  $\rightarrow$  K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2MnSO<sub>4</sub> + 2H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

#### Решение

- 1)  $5HNO_3 + 3P + 2H_2O \rightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$
- 2)  $3I_2 + 6NaOH \rightarrow 5NaI + NaIO_3 + 3H_2O$
- 3)  $2KNO_2 + (NH_4)_2SO_4 \rightarrow 2N_2 + K_2SO_4 + 4H_2O$
- 4)  $SiH_4 + 2KOH + H_2O \rightarrow 4H_2 + K_2SiO_3$
- 5)  $2KMnO_4 + 5SO_2 + 2H_2O \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

## Критерии оценивания:

1) за каждое правильно написанное уравнение - по 2 балла, всего 10 баллов Если в уравнении правильно указаны реагенты, но нет коэффициентов — 1 балл **ИТОГО:** 10 баллов

#### Задание 4

Запишите знаки химических элементов трех первых периодов периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева в ряд:

водород, гелий, литий, бериллий, бор, углерод, азот, кислород, фтор, неон, натрий, магний, алюминий, кремний, фосфор, сера, хлор, аргон.

Приглядитесь к этому ряду внимательно и подумайте, какие элементы нужно убрать, чтобы между любыми соседними оставшимися в ряду элементами (веществами) было возможно химическое взаимодействие. Составьте химические уравнения этих реакций и назовите получающиеся соединения.

#### Решение

1. Из данного ряда элементов необходимо убрать гелий, бериллий, фтор, неон, магний, алюминий и аргон. Оставшиеся элементы:

Все эти элементы при определенных условиях могут реагировать со своими соседями в ряду слева и справа с образованием следующих бинарных соединений:

1) гидрид лития

$$2Li + H_2 \rightarrow 2LiH$$

2) борид лития

$$3Li + B \rightarrow Li_3B$$
 (принимать  $LiB_{12}, Li_7B_6$ )

3) карбид бора

$$4B + C \rightarrow B_4C$$
 (принимать  $B_4C_3$ )

4) дициан

$$2C + N_2 \rightarrow (CN)_2$$
 или  $C_2N_2$ 

5) оксид азота (II)

$$N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$$

б) пероксид натрия

$$2Na + O_2 \rightarrow Na_2O_2$$

7) силицид натрия

8) фосфид кремния

$$P + Si \rightarrow Si_3P_4$$
 (принимать  $SiP$  или  $Si_2P$ )

9) сульфид фосфора (III)

$$4P + nS \rightarrow P_4S_n$$
 (n = 2, 3, 5, 7, 9, принимать любой из этих ответов)

10) хлорид серы

$$S + Cl_2 \rightarrow S_2Cl_2$$
 или  $S + Cl_2 \rightarrow SCl_2$ 

### Критерии оценивания:

1) каждое правильно написанное уравнение -

0,5 балла, всего 5 баллов

2) название продуктов взаимодействия веществ -

по 0,25 баллов, всего 2,5 балла

3) удавление всех лишних элементов

2,5 балла

10 баллов

Если не удален хотя бы 1 элемент, баллы не прибавляем

итого:

# Задание 5.

Напишите уравнения реакций, позволяющих осуществить следующие превращения, укажите условия проведения реакций:

$$AlBr_{3} \longrightarrow X_{1} \longrightarrow FeBr_{3} \longrightarrow X_{2} \longrightarrow Fe_{2}(SO_{4})_{3} \longrightarrow Fe_{2}O_{3}$$

$$\downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad \downarrow \qquad \qquad$$

#### Решение

3) 
$$FeBr_3 + 3NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3NaBr$$

4) 
$$2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O$$

5) 
$$Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{500-700^{0}C} Fe_2O_3 + 3SO_3$$

7) 
$$FeBr_2 + 2NaOH \longrightarrow Fe(OH)_2 + 2NaBr$$

6) 
$$2\text{FeBr}_3 + 2\text{KI} \xrightarrow{\text{на холоду}} 2\text{FeBr}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KBr}$$
7)  $\text{FeBr}_2 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{NaBr}$ 
8)  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 

### Критерии оценивания:

итого:

- 1) За названные вещества  $X_1$  и  $X_2$  -
- 2) За уравнения реакций с условиями без условий -

по 1 баллу, всего 2 балла по 1 баллу, всего 8 баллов по 0,5 балла

10 баллов

4