

**Областная олимпиада по химии им. Н.Н. Семёнова  
2021-2022 учебный год**

**7-8 КЛАСС**

(продолжительность – 3 часа; общее количество баллов 100)

**Задача 1**

**Решение.**

1. Из условия задания можно сделать вывод о том, что вещества **A** и **B** – основание и кислота, поскольку они вступают в реакцию нейтрализации.

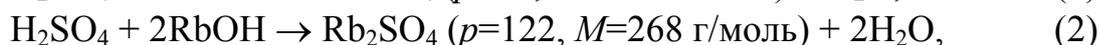
2. Пусть вещество **A** – кислота ( $H_nZO_m$ ). Разложим кислоту **A** на составные части, а полученные результаты занесём в таблицу:

$n(H)$	$n \cdot A(H)$	$M(ZO_m)$	$p = m \cdot 8 + p_Z$	$p_Z$	$A(Z)$	ВЫВОД
1	1	97	$49 = 1 \cdot 8 + p_Z$	41	81	<i>не подходит</i>
			$49 = 2 \cdot 8 + p_Z$	33	65	<i>не подходит</i>
			$49 = 3 \cdot 8 + p_Z$	25	49	<i>не подходит</i>
			$49 = 4 \cdot 8 + p_Z$	17	33	<i>не подходит</i>
2	2	96	$48 = 1 \cdot 8 + p_Z$	40	88	<i>не подходит</i>
			$48 = 2 \cdot 8 + p_Z$	32	64	<i>не подходит</i>
			$48 = 3 \cdot 8 + p_Z$	24	48	<i>не подходит</i>
			$48 = 4 \cdot 8 + p_Z$	16	32	<b>подходит, S</b> вещество <b>A</b> – $H_2SO_4$
3	3	95	$47 = 1 \cdot 8 + p_Z$	39	79	<i>не подходит</i>
			$47 = 2 \cdot 8 + p_Z$	31	63	<i>не подходит</i>
			$47 = 3 \cdot 8 + p_Z$	23	47	<i>не подходит</i>
			$47 = 4 \cdot 8 + p_Z$	15	31	<b>подходит, P</b> вещество <b>A</b> – $H_3PO_4$

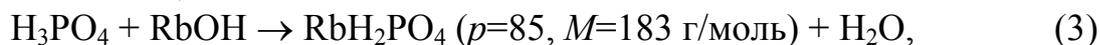
3. Вещество **B** – основание ( $\mathcal{E}(OH)_z$ ). Разложим кислоту **A** на составные части, а полученные результаты занесём в таблицу:

$z(OH)$	$z \cdot M(OH)$	$A(\mathcal{E})$	$p = z \cdot 9 + p_{\mathcal{E}}$	$p_{\mathcal{E}}$	ВЫВОД
1	17	86	$46 = 1 \cdot 9 + p_{\mathcal{E}}$	37	<b>подходит, Rb</b> вещество <b>B</b> – $RbOH$
2	34	69	$46 = 2 \cdot 9 + p_{\mathcal{E}}$	28	<i>не подходит</i>
3	51	52	$46 = 3 \cdot 9 + p_{\mathcal{E}}$	19	<i>не подходит</i>

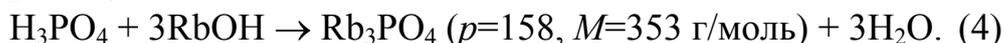
4. Запишем реакции между найденными веществами (вещество **D** –  $H_2O$  ( $M(D)=18$  г/моль)):



вещество **C** -  $Rb_2SO_4$ ,



вещество **C** -  $Rb_2HPO_4$ ,



**Ответ:** **A** -  $H_2SO_4$  или  $H_3PO_4$ ; **B** -  $RbOH$ ; **C** -  $Rb_2SO_4$  или  $Rb_2HPO_4$ ; **D** -  $H_2O$ .

**Разбалловка: (10 баллов)**

за определение кислоты – 3 балла,

за определение основания – 3 балла,

за определение соли и воды (по 1.5 балла за вещество) – 3 балла,

за уравнение реакции – 1 балл.

**Задача 2**

**Решение.**

1. Составим выражения для массовой доли водорода в кислотах **A** и **B**:

$$\omega(\text{H})_{\text{A}} = \frac{A(\text{H}) \cdot 100\%}{M(\text{A})} = \frac{1 \cdot 100\%}{M(\text{A})}, \quad \omega(\text{H})_{\text{B}} = \frac{A(\text{H}) \cdot 100\%}{M(\text{B})} = \frac{1 \cdot 100\%}{M(\text{B})},$$

$$\frac{\omega(\text{H})_{\text{B}}}{\omega(\text{H})_{\text{A}}} = \frac{\frac{1 \cdot 100\%}{M(\text{B})}}{\frac{1 \cdot 100\%}{M(\text{A})}} = \frac{M(\text{A})}{M(\text{B})} = 3.507.$$

2. Из условия задачи известно, что кислоты **A** и **B** – одноосновные, а образуемые ими соли с металлами **X** и **Y** имеют одинаковые молекулярные массы и содержат равные числа атомов ( $n$  – валентность металлов **X** и **Y**):

$$\begin{aligned} M(\text{Z}) &= A(\text{X}) + n \cdot (M(\text{A}) - 1), \\ M(\text{L}) &= A(\text{Y}) + n \cdot (M(\text{B}) - 1), \\ A(\text{X}) + n \cdot (M(\text{A}) - 1) &= A(\text{Y}) + n \cdot (M(\text{B}) - 1), \\ A(\text{X}) + n \cdot M(\text{A}) &= A(\text{Y}) + n \cdot M(\text{B}), \\ A(\text{X}) + n \cdot 3.507 \cdot M(\text{B}) &= A(\text{Y}) + n \cdot M(\text{B}), \\ A(\text{Y}) - A(\text{X}) &= n \cdot 2.507 \cdot M(\text{B}) \quad (*). \end{aligned}$$

3. Запишем выражения для массовых долей металлов **X** и **Y** в солях **Z** и **L**:

$$\omega(\text{X})_{\text{Z}} = \frac{A(\text{X}) \cdot 100\%}{M(\text{Z})} = 8.633\%, \quad \omega(\text{H})_{\text{L}} = \frac{A(\text{Y}) \cdot 100\%}{M(\text{L})} = 74.460\%,$$

$$\begin{aligned} M(\text{Z}) &= 11.58346 \cdot A(\text{X}), & M(\text{L}) &= 1.343 \cdot A(\text{Y}), \\ 11.58346 \cdot A(\text{X}) &= 1.343 \cdot A(\text{Y}), & A(\text{X}) &= 0.11594 \cdot A(\text{Y}) \quad (**). \end{aligned}$$

4. Объединяя уравнения (\*) и (\*\*), получаем:

$$A(\text{Y}) - 0.11594 \cdot A(\text{Y}) = n \cdot 2.507 \cdot M(\text{B}), \quad A(\text{Y}) = n \cdot 2.8358 \cdot M(\text{B}).$$

Подставляя полученное в выражение для массовой доли **Y** в соли **L**, находим  $M(\text{B})$ :

$$\frac{n \cdot 2.8358 M(\text{B}) \cdot 100\%}{n \cdot (M(\text{B}) - 1) + n \cdot 2.8358 M(\text{B})} = 74.460\%, \quad M(\text{B}) = 36.6 \text{ г/моль}.$$

Полученная молекулярная масса соответствует хлороводородной кислоте (HCl). Из соотношения  $M(\text{A})/M(\text{B})=3.507$  следует, что  $M(\text{A})=128$  г/моль. Это соответствует молекулярной массе йодоводородной кислоты (HI).

5. Определим атомную массу металла **Y**:

$$A(\text{Y}) = n \cdot 2.8358 \cdot M(\text{B}),$$

при  $n=1$ ,  $A(\text{Y}) = 103.7$  г/моль – не подходит (одновалентного металла с такой атомной массой нет);

при  $n=2$ ,  $A(\text{Y}) = 207.5$  г/моль – подходит Pb, значит **Y**- это свинец (Pb).

Из уравнения (\*\*) находим металл **X**. Это магний (Mg). Значит **Z** - это  $MgI_2$  ( $M(MgI_2)=278$  г/моль), а **L** – это  $PbCl_2$  ( $M(PbCl_2)=278$  г/моль).

**Ответ:** **X** – Mg; **Y** – Pb; **Z** –  $MgI_2$ ; **L** –  $PbCl_2$ ; **A** – HI; **B** – HCl.

**Разбалловка: (12 баллов)**

за определение кислот (по 3 балла за кислоту) – 6 баллов,

за определение металлов (по 2 балла за металл) – 4 балла,

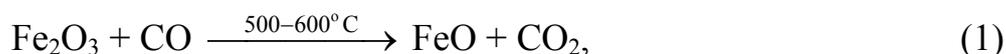
за определение солей (по 1 баллу за соль) – 2 балла.

### Задача 3

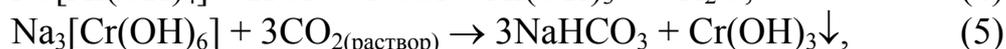
**Решение.**

Приведём по три примера реакций:

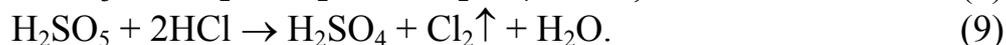
а) между двумя оксидами, приводящей к образованию двух других оксидов:



б) между солью и кислотой, приводящей к образованию основания:



в) между двумя кислотами, приводящей к образованию другой кислоты:



**Разбалловка: (9 баллов)**

за реакцию из каждого пункта по 3 балла – 9 баллов.

**Внимание! Разбалловка дана применительно к данному решению. В случае другого правильного варианта можно использовать другую разбалловку, но суммарное число баллов не должно превышать 9!**

### Задача 4

**Решение.**

1. Определим массовые доли урана и кислорода в  $U_3O_8$  исходя из атомной массы урана 238 г/моль (по Менделееву):

$$\omega(U) = \frac{A(U) \cdot 100\%}{M(U_3O_8)} = \frac{3 \cdot 240 \text{ г/моль} \cdot 100\%}{848 \text{ г/моль}} = 84.9\%,$$

$$\omega(O) = 100\% - 84.9\% = 15.1\%.$$

2. Пусть состав урановой смолки по Берцелиусу  $U_xO_y$ . Определим коэффициенты  $x$  и  $y$ , составив атомный фактор, приняв  $A(U)=120$  г/моль:

$$x : y = \frac{84.9}{120} : \frac{15.1}{16} = 0.7075 : 0.9438 = 1 : 1.333 = 3 : 4.$$

Таким образом, формула урановой смолки по Берцелиусу –  $U_3O_4$ .

3. Пусть состав урановой смолки по Армстронгу  $U_zO_n$ . Определим коэффициенты  $z$  и  $n$  составив атомный фактор, приняв  $A(U)=180$  г/моль:

$$z : n = \frac{84.9}{180} : \frac{15.1}{16} = 0.4717 : 0.9438 = 1 : 2.$$

Таким образом, формула урановой смолки по *Армстронгу* –  $UO_2$ .  
**Ответ:**  $U_3O_4$  (если  $A(U)=120$  г/моль);  $UO_2$  (если  $A(U)=180$  г/моль).

**Разбалловка: (10 баллов)**

за определение массовой доли урана и кислорода в урановой смолке (по 2 балла за элемент) – 4 балла,

за вывод формулы урановой смолки по *Берцелиусу* – 3 балла,

за вывод формулы урановой смолки по *Армстронгу* – 3 балла.

### Задача 5

#### Решение.

Обозначим за  $A(X)$  атомную массу металла  $X$ . Предположим, что во всех перечисленных в условии солях металл  $X$  имеет одинаковую валентность ( $n$ ). Составим выражение, связывающее молекулярные массы сульфида, фторида и других неизвестных солей металла  $X$  ( $Y1, Y2$  – кислотные остатки солей, причём  $M(Y1) = M(Y2)$ ) для разных  $n$ :

при  $n=1$ ,  $2 \cdot A(X) + 32 + A(X) + 19 = m \cdot A(X) + M(Y)$ , где  $m$  – "валентность" кислотного остатка

при  $m = 1$

X	A	B
$2 \cdot A(X) + 51 = M(Y)$		
Li ( $A=7$ г/моль)	<b>LiHS<sub>2</sub></b> ( $M=65$ г/моль) (соль H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> – персульфида водорода)	<b>LiHSO<sub>2</sub></b> ( $M=65$ г/моль) (соль H <sub>2</sub> SO <sub>2</sub> – сульфоксиловый кислоты)
Na ( $A=23$ г/моль)	<b>NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub></b> ( $M=120$ г/моль) (соль H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> – ортофосфорной кислоты)	<b>NaHSO<sub>4</sub></b> ( $M=120$ г/моль) (соль H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – серной кислоты)
K ( $A=39$ г/моль)	<b>KHTe</b> ( $M=168$ г/моль) (соль H <sub>2</sub> Te – теллурической кислоты)	<b>KH<sub>3</sub>P<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b> ( $M=168$ г/моль) (соль H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> – гиподифосфорной кислоты)

Очевидно, что можно найти ещё несколько примеров решений. В качестве ответа приведём, пожалуй, самый очевидный вариант: соль А -  $NaH_2PO_4$ , соль Б -  $NaHSO_4$ .

**Ответ:** Na;  $NaH_2PO_4$  и  $NaHSO_4$ .

**Разбалловка: (10 баллов)**

за вывод о том, что кислотные остатки солей имеют одинаковую молекулярную массу - 2 балла,

за определение солей  $NaH_2PO_4$  и  $NaHSO_4$  (по 4 балла за соль) – 8 баллов.

**Внимание!** Разбалловка дана применительно к данному решению. В случае другого правильного варианта можно использовать другую разбалловку, но суммарное число баллов не должно превышать 10!

### Задача 6

#### Решение.

1. Убедимся, что в состав *струвита* не входят другие элементы, кроме тех, что указаны в условии задачи:  $9.796\% + 5.714\% + 12.653\% + 6.531\% + 65.306\% = 100\%$ . Значит, общая формула *струвита* -  $Mg_xN_yP_zH_kO_m$ .

2. Определим коэффициенты  $x, y, z, k$  и  $m$ , составив атомный фактор:

$$x : y : z : k : m = \frac{9.796}{24} : \frac{5.714}{14} : \frac{12.653}{31} : \frac{6.531}{1} : \frac{65.306}{16} = \\ = 0.408 : 0.408 : 0.408 : 6.531 : 4.081 = 1 : 1 : 1 : 16 : 10.$$

Таким образом, получаем –  $MgNPH_{16}O_{10}$  или  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$  (двойная соль, кристаллогидрат) – гексагидрат ортофосфата магния-аммония.

**Ответ:**  $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ .

**Разбалловка: (10 баллов)**

за вывод о качественном составе минерала - 1 балл,

за составление атомного фактора – 5 баллов,

за составление молекулярной формулы – 2 балла,

за определение типа соли – 2 балла.

### Задача 7

#### Решение.

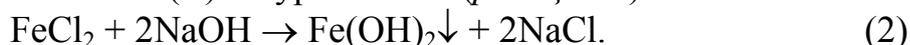
1. Реакция между железом и соляной кислотой приводит к образованию  $FeCl_2$  (вещество **A**) и выделению молекулярного водорода. Чтобы в этом убедиться, можно рассчитать массовую долю Fe и веществе **A** ( $M(A)=127$  г/моль):

$$\omega(Fe) = \frac{A(Fe) \cdot 100\%}{M(FeCl_2)} = \frac{56 \text{ г/моль} \cdot 100\%}{127 \text{ г/моль}} = 44.09\%.$$

Таким образом, уравнение *реакции 1* имеет вид:



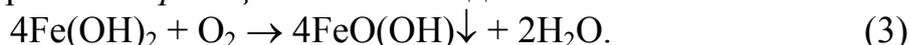
2. Веществом **B**, очевидно, является какая-нибудь щелочь (водный раствор) ( $LiOH, NaOH$  или др.) или водный раствор аммиака (правильным ответом будет любое из перечисленных соединений), которые будут реагировать с хлоридом железа (II) по уравнению (*реакция 2*):



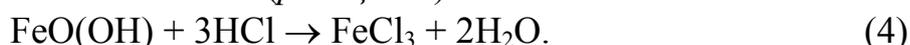
3. Веществом **C** является метагидроксид железа (III) ( $FeO(OH)$ ), что подтверждается расчетом массовой доли кислорода в  $FeO(OH)$ :

$$\omega(O) = \frac{2 \cdot A(O) \cdot 100\%}{M(FeO(OH))} = \frac{2 \cdot 16 \text{ г/моль} \cdot 100\%}{89 \text{ г/моль}} = 35.96\%.$$

Таким образом, уравнение *реакции 3* имеет вид:



4. Вещество **D** представляет собой хлорид железа (III) ( $FeCl_3$  ( $\omega(Cl)=65.54\%$ )), образующийся в результате реакции нейтрализации  $FeO(OH)$  раствором соляной кислоты (*реакция 4*):



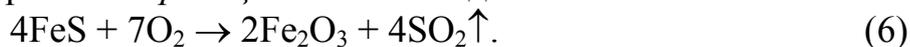
5. Реакция между  $FeCl_3$  и  $Na_2S$  протекает по уравнению (*реакция 5*):



6. Взаимодействие FeS с кислородом может приводить к различным продуктам, содержащим железо (FeSO<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), однако в данном случае речь идёт о Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (вещество **Е**), в котором массовая доля железа составляет 70%:

$$\omega(\text{Fe}) = \frac{2 \cdot A(\text{Fe}) \cdot 100\%}{M(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 56 \text{ г/моль} \cdot 100\%}{160 \text{ г/моль}} = 70.0\%.$$

Таким образом, уравнение *реакции 6* имеет вид:



**Ответ:** **А** – FeCl<sub>2</sub>; **В** – щелочь или NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O; **С** - FeO(OH); **Д** - FeCl<sub>3</sub>; **Е** - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

**Разбалловка: (11 баллов)**

за определение веществ (по 1 баллу за вещество) – 5 баллов,

за реакции 1-6 (за каждую по 1 баллу) – 6 баллов.

### Задача 8

#### Решение.

Представим решение задачи в виде таблицы:

Исходный состав	Формула	Название (трив./систем.)	Класс
CaMgC <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	CaCO <sub>3</sub> ·MgCO <sub>3</sub>	<i>доломит</i> / карбонат кальция-магния	двойная соль
CaO <sub>6</sub> SH <sub>4</sub>	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	<i>гипс</i> / дигидрат сульфата кальция	кристаллогидрат
CaS <sub>2</sub> O <sub>8</sub> Na <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub> ·Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	<i>глауберит</i> / сульфат кальция-натрия	двойная соль
O <sub>14</sub> Na <sub>2</sub> H <sub>20</sub> S	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	<i>мирабилит</i> / декагидрат сульфата натрия	кристаллогидрат
H <sub>8</sub> O <sub>12</sub> Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> Mg	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·MgSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	<i>астраханит</i> / тетрагидрат сульфата магния-натрия	двойная соль, кристаллогидрат
O <sub>6</sub> H <sub>12</sub> Cl <sub>3</sub> MgK	KCl·MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	<i>карналлит</i> / гексагидрат хлорида калия-магния	двойная соль, кристаллогидрат
MgH <sub>6</sub> O <sub>7</sub> ClSK	KCl·MgSO <sub>4</sub> ·3H <sub>2</sub> O	<i>калнит</i> / тригидрат хлорида калия и сульфата магния	кристаллогидрат
S <sub>4</sub> MgO <sub>18</sub> K <sub>2</sub> H <sub>4</sub> Ca <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·MgSO <sub>4</sub> · ·2CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	<i>полигалит</i> / дигидрат сульфата калия-кальция-магния	двойная соль, кристаллогидрат

$Mg_5O_{18}C_4H_6$	$4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$	гидромагнезит / тетрагидрат гидрокарбоната магния	основная соль, кристаллогидрат
--------------------	--------------------------------------	--	-----------------------------------

**Разбалловка: (9 баллов)**

за правильный ответ по 1 баллу за каждое вещество - 9 баллов.

### Задача 9

#### Решение.

1. Определим массу натрия и магния в 30.7 г левеита:

$$v(Na_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2.5H_2O) = \frac{30.7 \text{ г}}{307 \text{ г/моль}} = 0.1 \text{ моль,}$$

$$v(Na) = 0.2 \text{ моль,} \quad m(Na) = 4.6 \text{ г,}$$

$$v(Mg) = 0.1 \text{ моль,} \quad m(Mg) = 2.4 \text{ г.}$$

2. Рассчитаем массовые доли натрия и магния в полученном растворе ( $m(\text{раствор}) = 30.7 \text{ г} + 169.3 \text{ г} = 200 \text{ г}$ ):

$$\omega(Na) = \frac{m(Na) \cdot 100\%}{m(\text{раствор})} = \frac{4.6 \cdot 100\%}{200} = 2.3\%,$$

$$\omega(Mg) = \frac{m(Mg) \cdot 100\%}{m(\text{раствор})} = \frac{2.4 \cdot 100\%}{200} = 1.2\%.$$

3. Поскольку  $\omega(Na) > \omega(Mg)$ , следовательно для выравнивания массовых долей металлов в растворе необходимо добавить  $x$  г  $MgSO_4$ . По разнице масс натрия и магния в исходном растворе определим массу магния, который будет входить в  $x$  г  $MgSO_4$ :  $4.6 - 2.4 = 2.2$  г. С учетом этого по пропорции находим  $x$  г  $MgSO_4$  ( $M(MgSO_4) = 120$  г/моль):

$$24 \text{ г Mg содержится в } 120 \text{ г } MgSO_4,$$

$$2.2 \text{ г Mg содержится в } x \text{ г } MgSO_4,$$

$$x = 11 \text{ г.}$$

**Ответ:**  $\omega(Na) = 2.3\%$ ,  $\omega(Mg) = 1.2\%$ ;  $m(MgSO_4) = 11$  г.

**Разбалловка: (10 баллов)**

за определение массовых долей Na и Mg (по 2.5 балла за металл) - 5 баллов,

за вывод о недостатке  $MgSO_4$  - 1 балл,

за расчет необходимой массы  $MgSO_4$  - 4 балла.

### Задача 10

#### Решение.

По вертикали. 1. Щелочи. 2. Соли. 3. Кислот. 7. Карбонат. 8. Перманганат. 10. Основания. 12. Углерод. 17. Йодид.

По горизонтали. 4. Оксид. 5. Бромид. 6. Силикат. 9. Сероводород. 11. Угольная. 13. Ацетат. 14. Сульфат. 15. Цианид. 16. Хромат. 18. Хлорид.

**Разбалловка: (9 баллов)**

за каждое верно указанное слово по 0.5 балла - 9 баллов.

## Экспериментальный тур

(продолжительность – 3 часа; общее количество баллов 30)

Предлагается *одна из возможных схем* проведения анализа, что необходимо при оценивании результатов данного этапа олимпиады.

1. Заполним таблицу, содержащую информацию о возможных взаимодействиях между исследуемыми веществами

	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	ZnCl <sub>2</sub>	KI	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			-	-	-	-
AgNO <sub>3</sub>	↓		↓	↓	-	↓
ZnCl <sub>2</sub>	-	↓		-	-	↓
KI	-	↓	-		-	-
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-		↓
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-	↓	↓	-	↓	

2. На основании данных таблицы можем исключить пары веществ, которые не могут совместно присутствовать в одном растворе: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/AgNO<sub>3</sub> (теоретически возможно образование Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, но осадок в данных условиях не образуется), AgNO<sub>3</sub>/ZnCl<sub>2</sub>, AgNO<sub>3</sub>/KI, AgNO<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, ZnCl<sub>2</sub>/K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>/K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. В рассмотренной выше таблице выделим (желтым цветом) ячейки тех пар веществ, которые не могут совместно присутствовать в растворе:

	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	ZnCl <sub>2</sub>	KI	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		-	-	-	-	-
AgNO <sub>3</sub>	↓		↓	↓	-	↓
ZnCl <sub>2</sub>	-	↓		-	-	↓
KI	-	↓	-		-	-
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-		↓
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-	↓	↓	-	↓	

3. Из полученной в п.2 таблицы видно, что для предложенной группы веществ возможно 10 различных комбинаций пар веществ. Добавим к каждой возможной паре последовательно раствор гидроксида натрия. Занесем возможные изменения в бинарных системах в таблицу (ячейки с возможными осадками или выделяющимся газом) выделим голубым:

	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	ZnCl <sub>2</sub>	KI	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		↓ бур.	↓ бел.	-	↓ бел.	-
AgNO <sub>3</sub>	↓		↓	↓	↓ бел., бур.	↓
ZnCl <sub>2</sub>	-	↓		↓ бел.	↓ бел.	↓
KI	-	↓	-		↓ бел.	-
Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	-	-	-	-		↓
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-	↓	↓	-	↓	

4. К осадкам, полученным после действия раствором щелочи добавим концентрированный водный раствор аммиака. В случае, если осадок образован гидроксидом цинка или оксидом серебра – осадки растворятся вследствие образования растворимых в воде  $[Zn(NH_3)_4](OH)_2$  или  $[Ag(NH_3)_2](OH)$ . На полученной в п.3 таблицы соответствующие клетки выделены зелёным:

	$K_2SO_4$	$AgNO_3$	$ZnCl_2$	KI	$Al(NO_3)_3$	$K_2CO_3$
$K_2SO_4$				-	↓	-
$AgNO_3$	↓		↓	↓	↓	↓
$ZnCl_2$	-	↓			↓	↓
KI	-	↓	-		↓	-
$Al(NO_3)_3$	-	-	-	-		↓
$K_2CO_3$	-	↓	↓	-	↓	

5. Добавим к каждой возможной паре последовательно раствор серной кислоты. Занесем возможные изменения в бинарных системах в таблицу из п.2 (ячейки с возможными осадками или выделяющимся газом) выделим красным:

	$K_2SO_4$	$AgNO_3$	$ZnCl_2$	KI	$Al(NO_3)_3$	$K_2CO_3$
$K_2SO_4$		-	-	-	-	↑
$AgNO_3$	↓		↓	↓	↓ бел.	↓
$ZnCl_2$	-	↓		-	-	↓
KI	-	↓	-		-	↑
$Al(NO_3)_3$	-	-	-	-		↓
$K_2CO_3$	-	↓	↓	-	↓	

6. Добавим к каждой возможной паре последовательно раствор хлорида бария. Занесем возможные изменения в бинарных системах в таблицу из п.2 (ячейки с возможными осадками) выделим розовым:

	$K_2SO_4$	$AgNO_3$	$ZnCl_2$	KI	$Al(NO_3)_3$	$K_2CO_3$
$K_2SO_4$		↓ бел.	↓ бел.	↓ бел.	↓ бел.	↓ бел.
$AgNO_3$	↓		↓	↓	↓ бел.	↓
$ZnCl_2$	-	↓		-	-	↓
KI	-	↓	-		-	↓ бел.
$Al(NO_3)_3$	-	-	-	-		↓
$K_2CO_3$	-	↓	↓	-	↓	

7. Составим таблицу с наблюдаемыми эффектами после действия разных реагентов на четыре исследуемые пробирки:

	Пробирка II	Пробирка III	Пробирка IV
NaOH	↓ белый+бурый	↓ белый	-

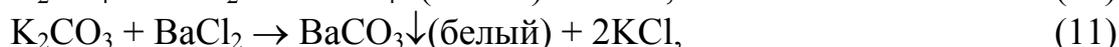
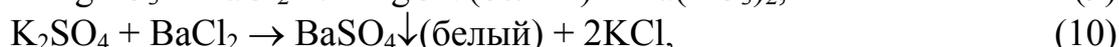
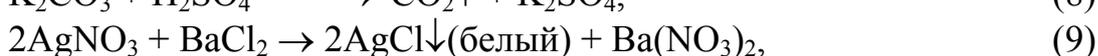
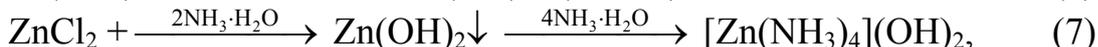
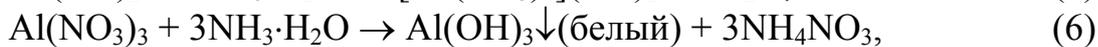
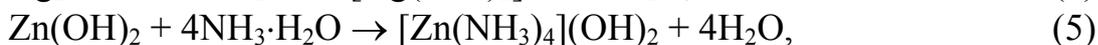
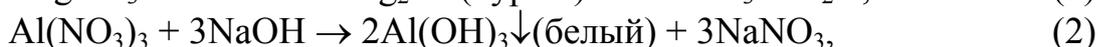
+ NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	↓ белый, бурый растворился	растворился	-
NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	↓ белый	↓ белый, с избытком NH <sub>3</sub> растворился	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	-	↑ без запаха
BaCl <sub>2</sub>	↓ белый (творож.)	↓ белый (кристал.)	↓ белый (кристал.)
Варианты	AgNO <sub>3</sub> /Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	ZnCl <sub>2</sub> /KI ZnCl <sub>2</sub> /K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> /KI

Из полученной таблицы следует, что содержимое первой пробирки определяется однозначно. Чтобы обнаружить KI, необходимо к пробе из пробирки I отдельно добавить пробы из пробирок II и III. Образование ярко жёлтого осадка йодида серебра указывает на присутствие ионов I<sup>-</sup> в пробирке III.

В итоге, получаем:

- пробирка №1 - водные растворы AgNO<sub>3</sub> и Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>;
- пробирка №2 - водные растворы ZnCl<sub>2</sub> и K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- пробирка №3 - водные растворы K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и KI.

8. Уравнения возможных реакций:



9. Названия соединений:

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	- сульфат калия,	KI	- йодид калия,
AgNO <sub>3</sub>	- нитрат серебра,	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	- нитрат алюминия,
ZnCl <sub>2</sub>	- хлорид цинка,	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	- карбонат калия.

**Разбалловка: (30 баллов)**

- за составление общего хода анализа и составление таблицы – 2 балла,
- за определение числа комбинаций возможных смесей – 2 балла,
- за составление таблицы после действия раствором щелочи - 2 балла,
- за составление таблицы после действия раствором аммиака - 2 балла,
- за составление таблицы после действия раствором кислоты - 2 балла,
- за составление таблицы после действия раствором хлорида бария - 2 балла,

за определение смеси  $\text{AgNO}_3/\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  – 1 балл,

за определение  $\text{ZnCl}_2$  – 1 балл,

за определение  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – 1 балл,

за определение смеси  $\text{K}_2\text{CO}_3/\text{KI}$  – 1.5 балла,

за уравнения реакций (по 1 баллу за реакцию) – 12 баллов,

за названия веществ (по 0.25 балла за вещество) – 1.5 балла.

**Внимание! Разбалловка дана применительно к данному решению. В случае другого правильного варианта решения можно использовать другую разбалловку, но суммарное число баллов не должно превышать 30!**