

# Контрольная работа 1

## 1. Важнейшие классы неорганических соединений

Все вещества делятся на простые и сложные. Сложные вещества подразделяются на четыре важнейших класса: оксиды, кислоты, основания, соли.

**Оксиды** - это сложные вещества, состоящие из двух элементов, одним из которых является кислород в степени окисления -2.

Формулы оксидов составляются с учетом валентности элементов и степени их окисления в соответствующем оксиде.

**Степень окисления (с.о.)** - это условный заряд элемента в соединении, вычисленный, исходя из предположения, что соединение состоит из ионов. Определение степени окисления проводят, используя следующие положения:

1. Степень окисления элемента в простом веществе, например, в Zn, Ca, H<sub>2</sub>, Br<sub>2</sub>, S, O<sub>2</sub>, равна нулю.

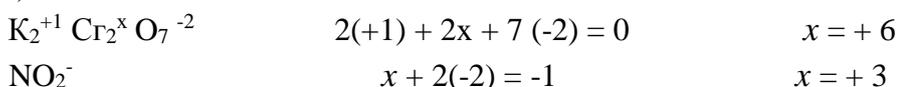
2. Степень окисления кислорода в соединениях обычно равна -2. Исключения составляют пероксиды H<sub>2</sub><sup>+1</sup>O<sub>2</sub><sup>-1</sup>, Na<sub>2</sub><sup>+1</sup>O<sub>2</sub><sup>-1</sup> и фторид кислорода O<sup>+2</sup>F<sub>2</sub>.

3. Степень окисления водорода в большинстве соединений равна +1, за исключением солеобразных гидридов, например, Na<sup>+1</sup>H<sup>-1</sup>.

4. Постоянную степень окисления имеют щелочные металлы (+1); щелочноземельные металлы, бериллий и магний (+2); фтор (-1).

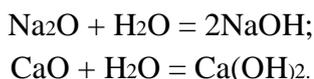
5. Алгебраическая сумма степеней окисления элементов в нейтральной молекуле равна нулю, в сложном ионе - заряду иона.

В качестве примера рассчитаем степень окисления хрома в соединении K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и азота в анионе (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>):

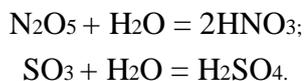


**ОКСИДЫ** разделяются на несолеобразующие (N<sub>2</sub>O, NO, SiO) и солеобразующие. Солеобразующие оксиды по химическим свойствам делятся на **основные** (Na<sub>2</sub>O, CaO, MgO), **кислотные** (CO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CrO<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) и **амфотерные** (ZnO, BeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, PbO, SnO).

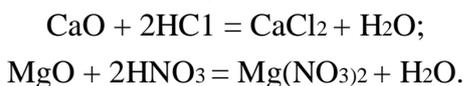
1. **Основные оксиды** щелочных и щелочноземельных металлов взаимодействуют с **водой**, образуя щелочи:



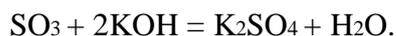
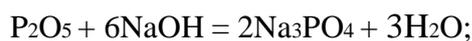
**Кислотные оксиды**, взаимодействуя с **водой**, образуют кислоты:



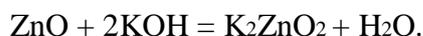
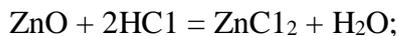
2. **Основные оксиды** взаимодействуют с **кислотами** с образованием соли и воды:



**Кислотные оксиды** взаимодействуют с **основаниями** с образованием соли и воды:



**Амфотерные оксиды** взаимодействуют с **кислотами**, как основные, и с **основаниями**, как кислотные:



3. При взаимодействии **основных и кислотных оксидов** образуются соли:



Характер оксида определяется природой элемента (металл или неметалл), его местом в периодической системе. **Неметаллы** образуют **кислотные оксиды**, **металлы** же образуют **основные, кислотные и амфотерные оксиды**. Тип оксида определяется также степенью окисления металла. Проследим за изменением характера высших оксидов элементов III периода периодической системы Д.И. Менделеева:

$\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$

основные

$\text{Al}_2\text{O}_3$

амфотерный

$\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$

кислотные

Металлы натрия и магния образуют основные оксиды, неметаллы кремний, фосфор, сера, хлор - кислотные. Алюминий стоит в периоде между металлом магнием и неметаллом кремнием, а поэтому должен иметь двойственные (амфотерные) свойства.

Переменно валентные металлы образуют различные по характеру оксиды. В низшей степени окисления оксиды имеют основной характер, в высшей - кислотный, в промежуточной - амфотерный. Например:

Основные оксиды

$\text{CrO}$

$\text{MnO}$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$

$\text{VO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$

Амфотерные оксиды

$\text{Cr}_2\text{O}_3$

$\text{MnO}_2$

$\text{VO}_2$

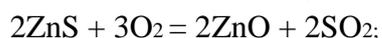
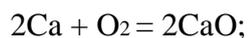
Кислотные оксиды

$\text{CrO}_3$

$\text{MnO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$

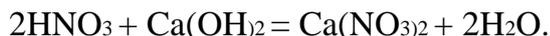
$\text{V}_2\text{O}_5$

Получаются оксиды взаимодействием простых и сложных веществ с кислородом, а также разложением некоторых кислородсодержащих веществ при нагревании:

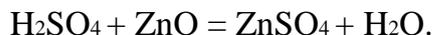
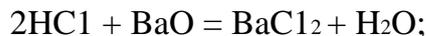


**КИСЛОТЫ** - сложные вещества, состоящие из атомов водорода и кислотного остатка ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ). Кислоты взаимодействуют:

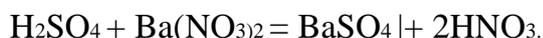
1. С основаниями с образованием соли и воды:



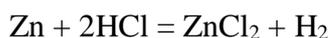
2. С основными и амфотерными оксидами с образованием соли и воды:



3. С солями с образованием новой соли и новой кислоты:



4. С металлами. Металлы, стоящие в ряду стандартных электродных потенциалов до водорода, вытесняют его из разбавленных кислот, исключая  $\text{HNO}_3$ :

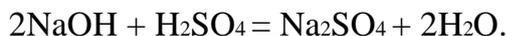


Одним из способов получения кислот является взаимодействие кислотного оксида с водой:

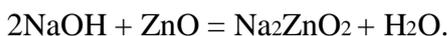
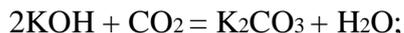


**ОСНОВАНИЯ** - сложные вещества, состоящие из атомов металла, связанных с одной или несколькими гидроксильными группами ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Основания взаимодействуют:

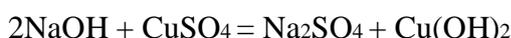
1. С кислотами с образованием соли и воды:



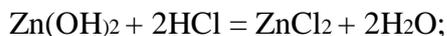
2. С кислотными и амфотерными оксидами с образованием соли и воды:



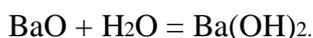
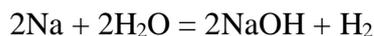
3. С солями с образованием новой соли и нового основания:



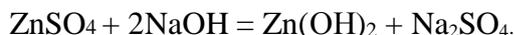
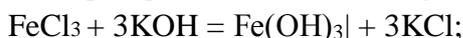
Гидроксиды металлов, которые взаимодействуют с кислотами и щелочами, называют **амфотерными**. К ним относятся:  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ .



Растворимые в воде основания (щелочи) получают взаимодействием щелочных и щелочноземельных металлов или их оксидов с водой:

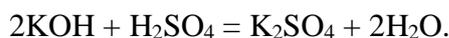


Нерастворимые в воде и амфотерные основания получают реакцией обмена:

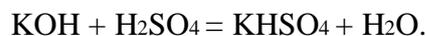


**СОЛИ** - это продукты замещения водорода в кислоте на металл или гидроксильной группы в основании на кислотный остаток. Соли бывают средние, кислые, основные.

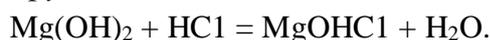
**Средние соли** ( $K_2SO_4$ ,  $Na_3PO_4$ ,  $MgCl_2$ ) - это продукты полного замещения водорода в кислоте на металл:



**Кислые соли** ( $KHSO_4$ ,  $Na_2HPO_4$ ,  $NaH_2PO_4$ ) - это продукты неполного замещения водорода в кислоте на металл:



**Основные соли** ( $MgOHCl$ ,  $(CuOH)_2CO_3$ ,  $FeOHCl_2$ ) - это продукты неполного замещения гидроксильной группы в основании на кислотный остаток:

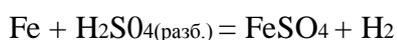


Средние соли получают:

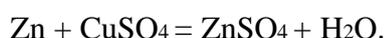
1. Взаимодействием металла с неметаллом:



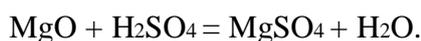
2. Взаимодействием металла с кислотой:



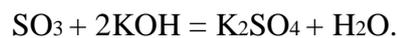
3. Взаимодействием металла с солью:



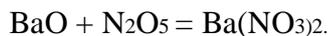
4. Взаимодействием основного оксида с кислотой:



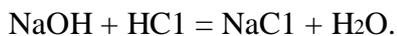
5. Взаимодействием кислотного оксида с основанием:



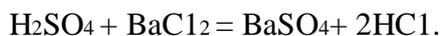
6. Взаимодействием основного и кислотного оксида:



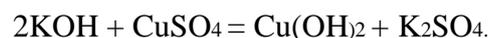
7. Взаимодействием основания с кислотой (реакция нейтрализации):



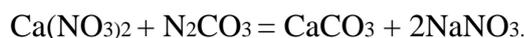
8. Взаимодействием кислоты с солью:



9. Взаимодействием основания с солью:

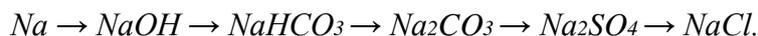


10. Взаимодействием между солями:

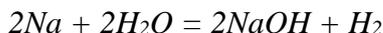


### Примеры решения задач

**Пример 1.1.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



**Решение.** Натрий взаимодействует с водой, образуя гидроксид натрия:



При пропускании оксида углерода (IV) через раствор гидроксида натрия можно получить гидрокарбонат натрия:



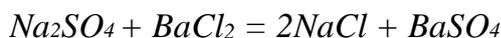
Карбонат натрия получается нагреванием гидрокарбоната натрия:



Сульфат натрия можно получить, действуя серной кислотой на карбонат натрия:



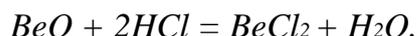
Раствор хлорида натрия можно получить, приливая раствор хлорида бария к раствору сульфата натрия:



**Пример 1.2.** Напишите уравнения реакций, которые доказывают амфотерный характер оксида бериллия.

**Решение.** Для доказательства амфотерного характера оксида или гидроксида необходимо привести уравнения реакций, в которых эти соединения проявляют основные и кислотные свойства.

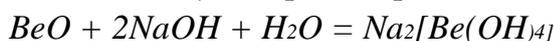
Оксид бериллия взаимодействует с растворами кислот, например:



Эта реакция показывает, что BeO проявляет основные свойства. Для характеристики основных свойств можно также привести примеры других реакций оксида бериллия с веществами кислотного характера, например:



Оксид бериллия взаимодействует с растворами щелочей:

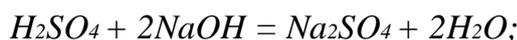


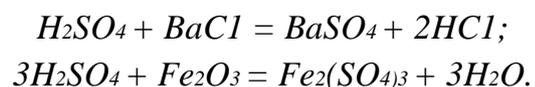
Эта реакция показывает проявление оксидом бериллия кислотных свойств. То же можно продемонстрировать реакцией с основным оксидом, например:



**Пример 1.3.** С какими из указанных ниже веществ будет взаимодействовать  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{CO}_2$ ;  $\text{NaOH}$ ;  $\text{BaCl}_2$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Напишите уравнения соответствующих реакций.

**Решение.** Определяем, к каким классам относятся указанные соединения:  $\text{CO}_2$  - кислотный оксид,  $\text{NaOH}$  - основание (щелочь),  $\text{BaCl}_2$  - соль,  $\text{HCl}$  - кислота,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - основной оксид. Серная кислота будет взаимодействовать с основным оксидом, основанием и солью:





**Пример 1.4.** *Могут ли одновременно находиться в растворе следующие вещества:  $H_2SO_4$  и  $KOH$ ;  $NaOH$  и  $BaCl_2$ . Дайте обоснованный ответ.*

**Решение.** *Вещества могут находиться в растворе, если они не взаимодействуют друг с другом.  $H_2SO_4$  – кислота и  $KOH$  – щелочь. Кислота и щелочь в растворе взаимодействуют с образованием соли и воды. Следовательно, в растворе совместно находиться не могут.  $NaOH$  – щелочь и  $BaCl_2$  – соль. Соль и щелочь взаимодействуют, если при этом образуется осадок. Данные вещества не образуют нерастворимых соединений, следовательно, могут находиться в растворе.*

### Задачи для самостоятельного решения

- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Sn} \rightarrow \text{SnCl}_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Sn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{SnOHNO}_3$ .

б) Какие из приведенных веществ будут взаимодействовать между собой:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и  $\text{NaOH}$ ;  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  и  $\text{KOH}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $\text{HCl}$  и  $\text{Na}_2\text{S}$ ;  $\text{HNO}_3$  и  $\text{MgO}$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .

б) Какие из приведенных оксидов будут растворяться в  $\text{HCl}$ :  
 $\text{N}_2\text{O}_5$ ;  $\text{SO}_3$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ;  $\text{ZnO}$ ;  $\text{K}_2\text{O}$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

б) Напишите уравнения реакций, которые доказывают амфотерный характер оксида хрома (III).
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{N}_2 \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$ .

б) Какие из приведенных оксидов растворяются в  $\text{NaOH}$ :  
 $\text{MgO}$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{CrO}_3$ ;  $\text{CaO}$ ;  $\text{CO}_2$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Si} \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow \text{SiO}_2$ .

б) С какими из указанных ниже веществ может взаимодействовать раствор  $\text{KOH}$ :  $\text{HI}$ ;  $\text{CuCl}_2$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ;  $\text{PbO}$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{CaSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{KHS}$ .

б) Составьте уравнения реакций между кислотами и основаниями, приводящих к образованию солей:  $\text{K}_2\text{S}$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

б) Составьте уравнения реакций между кислотами и основаниями, приводящих к образованию солей:  $\text{NaNO}_3$ ;  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ;  $\text{MgOHCl}$ .
- а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuCl}_2$ .

б) Между какими из приведенных пар веществ возможна реакция:  
 $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ ;  $\text{LiOH}$  и  $\text{CO}_2$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5$  и  $\text{CaO}$ ;  $\text{LiOH}$  и  $\text{KOH}$ ;  $\text{Li}_2\text{O}$  и  $\text{ZnO}$ ;  $\text{Li}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.

9. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Cd} \rightarrow \text{CdO} \rightarrow \text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CdSO}_4$ .  
б) С какими из указанных ниже веществ может взаимодействовать серная кислота:  $\text{HCl}$ ;  $\text{BaCl}_2$ ;  $\text{MgO}$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{NaOH}$ ;  $\text{ZnO}$ ?  
Напишите уравнения соответствующих реакций.
10. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2$ .  
б) Напишите уравнения реакций образования солей:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ;  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  в результате взаимодействия основания и кислотного оксида.
11. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaHSO}_4$ .  
б) Напишите уравнения реакций образования солей:  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  в результате взаимодействия основного и кислотного оксидов.
12. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{KAlO}_2$ .  
б) Докажите амфотерность оксида  $\text{SnO}$ , написав уравнения реакций взаимодействия его с  $\text{HNO}_3$  и  $\text{NaOH}$ .
13. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaCl}_2$ .  
б) Какие из приведенных оксидов взаимодействуют с  $\text{KOH}$ :  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{CO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{MgO}$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ? Напишите уравнения соответствующих реакций.
14. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{FeS}$ .  
б) Как, используя простые вещества - кальций, фосфор и кислород, можно получить фосфат кальция? Напишите уравнения соответствующих реакций.
15. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgOHCl} \rightarrow \text{MgCl}_2$ .  
б) Напишите уравнения реакций, при помощи которых, исходя из четырех простых веществ - калия, серы, водорода и кислорода, можно получить  $\text{KOH}$ ;  $\text{K}_2\text{S}$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ .
16. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{ZnSO}_4 \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{ZnS} \rightarrow \text{ZnCl}_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$ .  
б) Напишите уравнения не менее четырех реакций, при помощи которых можно получить карбонат кальция.
17. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{CuOHCl} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CuS} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2$ .  
б) Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерный характер оксида свинца(II).

18. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Fe} \rightarrow \text{FeSO}_4 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{FeCl}_3$ .
- б) Могут ли находиться совместно в растворе:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  и  $\text{FeCl}_3$ ;  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{NaOH}$  и  $\text{HBr}$ ;  $\text{NaOH}$  и  $\text{KOH}$ ;  $\text{HCl}$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ? Дайте обоснованный ответ и приведите уравнения соответствующих реакций.
19. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{KAlO}_2$ .
- б) Как, используя  $\text{BaO}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ , можно получить: гидроксид бария; гидроксид железа; сульфат меди? Напишите уравнения соответствующих реакций.
20. а) Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:  $\text{Pb} \rightarrow \text{PbS} \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{K}_2\text{PbO}_2$ .
- б) Составьте уравнения четырех реакций, в результате которых образуется бромид натрия.