



**ПОДГОТОВКА УЧАЩИХСЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАНИЙ  
В ЕГЭ ПО ХИМИИ  
(экспериментальные задачи)**

Кузакова Н.Н.  
Учитель химии гимназии №8  
г. Дубны Московской области  
06.11.2016г

Формулировка условия задания, проверяющее знание генетической связи неорганических веществ, включает описание конкретного химического эксперимента, ход которого необходимо отразить соответствующими химическими реакциями. Выполнение этого задания требует знаний химических свойств веществ, условия проведения химических реакций и изменений, которые сопровождают различные превращения: цвет, структура, агрегатное состояние, запах и другие. Эти признаки веществ, качественные реакции отмечаем на протяжении изучения всего курса химии. Чтобы не возникали затруднения у учащихся, им необходимы следующие знания:

**1. Таблица ионов:**

А) качественные реакции на катионы

Катион	Реагент или воздействие	Признаки реакции	Уравнение реакции на катион
$H^+$	Индикаторы	Изменение цвета: универсальный индикатор и лакмус покраснеют, метиловый оранжевый — порозовеет.	
$Na^+$	Пламя	Окраска пламени становится равномерно желтой.	.
$K^+$	Пламя	Окраска пламени становится равномерно фиолетовой.	
$Ag^+$	Раствор с анионом $Cl^-$	Выпадает белый творожистый осадок, не растворимый в азотной кислоте, чернеющий на свету.	$Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$
$NH_4^+$	Раствор щелочи при нагревании	Запах аммиака. Влажная индикаторная бумага дает изменение как на ион $OH^-$	$NH_4^+ + OH^- = NH_3 \uparrow + H_2O$
$Cu^{2+}$	Раствор щелочи	В голубом или синем растворе соли выпадает осадок синего цвета.	$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$
$Ba^{2+}$	1) пламя; 2) раствор с анионом $SO_4^{2-}$	1) Окраска пламени становится равномерно желто-зеленой; 2) выпадает белый осадок, который в кислотах не растворяется.	1) Не записываем; 2) $Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$
$Fe^{2+}$	Красная кровяная соль $K_3(Fe(CN)_6)$	Выпадение темно-синего осадка.	$K^+ + Fe^{2+} + (Fe(CN)_6)^{3-} = KFe(Fe(CN)_6) \downarrow$
$Ca^{2+}$	Пламя	Окраска пламени становится равномерно кирпично-красной.	Не записываем.
$Fe^{3+}$	1) Желтая кровяная соль $K_4(Fe(CN)_6)$ ; 2) роданид-ион $SCN^-$ ; 3) раствор щелочи	1) Выпадение синего осадка; 2) кроваво-красное окрашивание раствора; 3) выпадение бурого осадка.	1) $K^+ + Fe^{3+} + (Fe(CN)_6)^{4-} = KFe(Fe(CN)_6) \downarrow$ 2) не записываем 3) $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3 \downarrow$

Б) Качественные реакции на анионы.

Анион	Реагент	Признаки реакции	Уравнение реакции на катион
ОН <sup>-</sup>	Индикаторы	Изменение цвета: универсальный индикатор и лакмус посинеют, метиловый оранжевый—пожелтеет.	
Cl <sup>-</sup>	Раствор с катионом Ag <sup>+</sup>	Выпадает белый творожистый осадок, не растворимый в азотной кислоте, чернеющий на свету.	Cl <sup>-</sup> +Ag <sup>+</sup> = AgCl↓
Br <sup>-</sup>	Раствор с катионом Ag <sup>+</sup>	Выпадение светло-желтого осадка, который растворяется в азотной кислоте и темнеет на свету.	Br <sup>-</sup> +Ag <sup>+</sup> = AgBr↓
I <sup>-</sup>	Раствор с катионом Ag <sup>+</sup>	Выпадение желтого осадка, который растворяется в азотной кислоте и темнеет на свету.	I <sup>-</sup> +Ag <sup>+</sup> = AgI↓
S <sup>2-</sup>	Раствор с катионом Pb <sup>2+</sup>	Выпадение черного осадка.	S <sup>2-</sup> +Pb <sup>2+</sup> = PbS↓
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Раствор с катионом Ba <sup>2+</sup>	Выпадает белый осадок, который в кислотах не растворяется.	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +Ba <sup>2+</sup> = BaSO <sub>4</sub> ↓
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Раствор с катионом H <sup>+</sup>	Выделяется газ, имеющий запах жженой спички.	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +2H <sup>+</sup> = H <sub>2</sub> O+SO <sub>2</sub> ↑
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Раствор с катионом Ca <sup>2+</sup>	Выпадает белый осадок, который в кислотах растворяется с выделением газа без цвета и запаха.	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +Ca <sup>2+</sup> = CaCO <sub>3</sub> ↓
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Раствор с катионом Ag <sup>+</sup>	Выпадение желтого осадка, который растворяется в азотной кислоте.	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> +3Ag <sup>+</sup> = Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> ↓

**2.Описание характерных признаков веществ (цвет, запах, агрегатное состояние).**

**Газы : Окрашенные:**

Cl<sub>2</sub> – желто-зеленый;

NO<sub>2</sub> – бурый;

O<sub>3</sub> – голубой

Все имеют запахи, ядовиты.

Растворяются в воде, Cl<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> реагируют с ней.

**Газы: Бесцветные без запаха:**

H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO (яд), NO (яд), инертные газы.

Все плохо растворимы в воде.

**Газы:Бесцветные с запахом:**

HF, HCl, HBr, HI, SO<sub>2</sub> (резкие запахи),

NH<sub>3</sub>(нашатырного спирта)

хорошо растворимы в воде и ядовиты,

PH<sub>3</sub>(чесночный),

H<sub>2</sub>S(тухлых яиц)

мало растворимы в воде, ядовиты.

**Окрашенные растворы :**

<b>желтые</b>	Хроматы, например K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Растворы солей железа (III), например, FeCl <sub>3</sub> , бромная вода, спиртовые и спиртово-водные растворы йода – в зависимости от концентрации от <b>жёлтого</b> до <b>бурого</b>
<b>оранжевые</b>	Дихроматы, например, K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	
<b>зеленые</b>	Гидроксикомплексы хрома (III), например, K <sub>3</sub> [Cr(OH) <sub>6</sub> ], соли никеля (II), например NiSO <sub>4</sub> , манганаты, например, K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	
<b>голубые</b>	Соли меди (II), например CuSO <sub>4</sub>	
От <b>розового</b> до <b>фио-</b>	Перманганаты, например, KMnO <sub>4</sub>	

летнего	
От зеленого до синего	Соли хрома (III), например, CrCl <sub>3</sub>

### ОКРАШЕННЫЕ ОСАДКИ, ПОЛУЧАЮЩИЕСЯ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАСТВОРОВ

желтые	AgBr, AgI, Ag <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , BaCrO <sub>4</sub> , PbI <sub>2</sub> , CdS
бурые	Fe(OH) <sub>3</sub> , MnO <sub>2</sub>
черные, черно-бурые	Сульфиды меди, серебра, железа, свинца
синие	Cu(OH) <sub>2</sub> , KFe[Fe(CN) <sub>6</sub> ]
зеленые	Cr(OH) <sub>3</sub> – серо-зеленый Fe(OH) <sub>2</sub> – грязно-зеленый, бурет на воздухе

### ДРУГИЕ ОКРАШЕННЫЕ ВЕЩЕСТВА

желтые	сера, золото, хроматы
оранжевые	оксид меди (I) – Cu <sub>2</sub> O дихроматы
красные	бром (жидкость), медь (аморфная), фосфор красный, Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CrO <sub>3</sub>
черные	CuO, FeO, CrO
Серые с металлическим блеском	Графит, кристаллический кремний, кристаллический йод (при возгонке – фиолетовые пары), большинство металлов.
зеленые	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , малахит (CuOH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (жидкость)

### 3. Основные понятия и описание действий с веществами

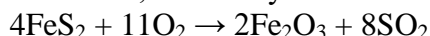
1. Продукт - вещество, образующееся в результате в реакции.
2. Реагент - вещество, вступающее в реакцию.
3. Навеска - порция вещества определенной массы.
4. Осадок - твердое малорастворимое или нерастворимое вещество, получившееся в результате реакции.
5. Остаток - вещество, которое в результате реакции не истратилось полностью или не прореагировало.
6. Фильтрат - раствор, прошедший через фильтр.
7. Профильтровать (отфильтровать) - пропустить раствор через фильтр, чтобы отделить осадок.
8. Растворить - переход вещества в раствор (растворить в воде, кислоте, щелочи, соли и т.д.)
9. Разбавленный раствор - концентрация вещества в данном растворе невелика.
10. Насыщенный раствор - раствор, в котором при данной температуре вещество больше не растворяется.
11. Ненасыщенный раствор - раствор, в котором при данной температуре вещество еще может растворяться.
12. "Взорвали смесь газов" - вещества прореагировали со взрывом.
13. Прокаливание - нагревание вещества до высокой температуры и греть до окончания химической реакции. При прокаливании на воздухе кристаллогидраты теряют кристаллизационную воду:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$   
Термически нестойкие вещества разлагаются  $\text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$   
Вещества, неустойчивые к действию компонентов воздуха, при прокаливании окисляются, реагируют с компонентами воздуха:  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$   
 $4\text{Fe(OH)}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$   
Для того, чтобы окисление при прокаливании не происходило, процесс проводят в инертной атмосфере:  $\text{Fe(OH)}_2 \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2\text{O}$
14. Сплавление - совместное нагревание двух или более твердых веществ до температуры, когда начинается их плавление и взаимодействие. Если реагенты устойчивы к действию окислителей, то спекание можно проводить на воздухе  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$

15 Выпаривание - удаление из раствора воды и летучих веществ без разложения содержащихся в растворе твёрдых веществ.

16. Упаривание - уменьшение массы воды в растворе с помощью кипячения.

17. Обжиг – процесс термической обработки, приводящий к сгоранию вещества (в узком смысле. В более широком понимании, обжиг – разнообразные термические воздействия на вещества в химическом производстве и металлургии).

В основном, используется по отношению к сульфидным рудам. Например, обжиг пирита:



### Примеры заданий:

1. Нитрат марганца (II) прокалили, к полученному твёрдому бурому веществу прилили концентрированную хлороводородную кислоту. Выделившийся газ пропустили через сероводородную кислоту. Образовавшийся раствор образует осадок с хлоридом бария.

Решение:

Выделение опорных моментов:

Нитрат марганца (II) –  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ ,

Прокалили – нагрели до разложения,

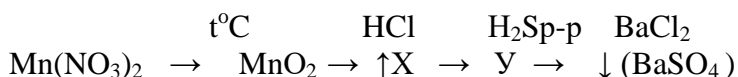
Твёрдое бурое вещество –  $\text{MnO}_2$ ,

Концентрированная хлороводородная кислота –  $\text{HCl}$ ,

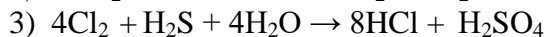
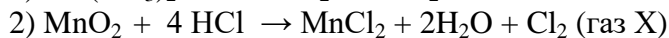
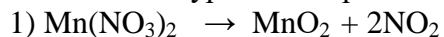
Сероводородная кислота – р-р  $\text{H}_2\text{S}$ ,

Хлорид бария –  $\text{BaCl}_2$ , образует осадок с сульфат-ионом –  $\text{BaSO}_4\downarrow$

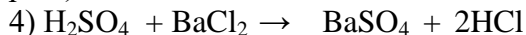
Составление схемы превращений:



Составление уравнений реакций:



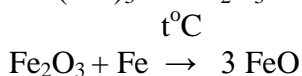
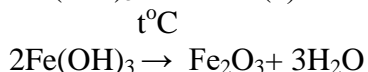
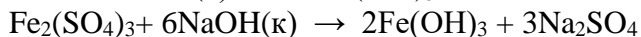
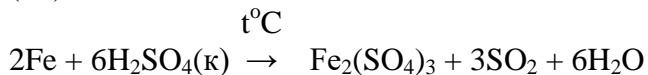
$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{HCl} + \text{S}$  (не подходит, т.к. нет продукта, который дает осадок с хлоридом бария)



2. Соль, полученную при растворении железа в горячей концентрированной серной кислоте, обработали избытком раствора гидроксида натрия. Выпавший бурый осадок отфильтровали и прокалили. Полученное вещество сплавляли с железом. Напишите уравнения описанных реакций. Решение:

Выделяем подсказки, ключевые моменты, например:

бурый осадок – гидроксид железа (III), говорит о том, что соль образована ионом железа (3+)



Можно предложить учащимся составить тексты заданий в соответствии со схемами превращений. Это задание позволит учащимся освоить терминологию и запомнить характерные признаки веществ.

3. Оранжевый оксид меди поместили в концентрированную серную кислоту и нагрели. К полученному голубому раствору прилили избыток раствора гидроксида калия. Выпавший синий осадок отфильтровали, просушили и прокалили. Полученное при этом твёрдое черное вещество поместили в стеклянную трубку, нагрели и пропустили над ним аммиак.

Решение:

Выделение опорных моментов:

Оранжевый оксид меди –  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,

Концентрированная серная кислота –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,

Голубой раствор – соль меди (II),  $\text{CuSO}_4$

Гидроксид калия –  $\text{KOH}$ ,

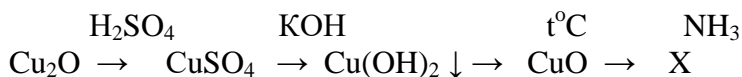
Синий осадок –  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,

Прокалили – нагрели до разложения,

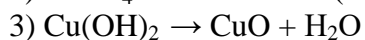
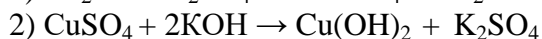
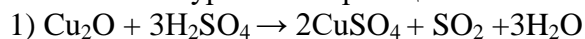
Твёрдое черное вещество –  $\text{CuO}$ ,

Аммиак –  $\text{NH}_3$ .

Составление схемы превращений:

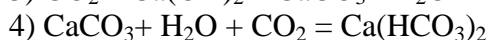
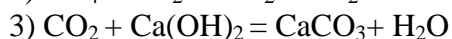
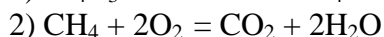
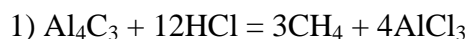


Составление уравнений реакций:



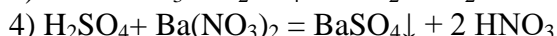
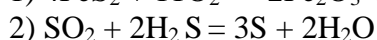
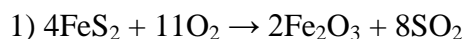
1. Карбид алюминия обработали соляной кислотой. Выделившийся газ сожгли, продукты сгорания пропустили через известковую воду до образования белого осадка, дальнейшее пропускание продуктов сгорания в полученную взвесь привело к растворению осадка.

Решение:



2. Пирит подвергли обжигу, полученный газ с резким запахом пропустили через сероводородную кислоту. Образовавшийся желтоватый осадок отфильтровали, просушили, смешали с концентрированной азотной кислотой и нагрели. Полученный раствор дает осадок с нитратом бария.

Решение:



#### Примеры заданий для самостоятельного решения

1. Кремний сожгли в атмосфере хлора. Полученный хлорид обработали водой. Выделившийся при этом осадок прокалили. Затем сплавляли с фосфатом кальция и углём. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

2. Газ, полученный при обработке нитрида кальция водой, пропустили над раскалённым порошком оксида меди(II). Полученное при этом твёрдое вещество растворили в концентрированной азотной кислоте, раствор выпарили, а полученный твёрдый остаток прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

3. Некоторое количество сульфида железа(II) разделили на две части. Одну из них обработали соляной кислотой, а другую подвергли обжигу на воздухе. При взаимодействии выделившихся газов образовалось простое вещество жёлтого цвета. Полученное вещество нагрели с концентрированной азотной кислотой, при этом выделился бурый газ. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

4. При взаимодействии оксида алюминия с азотной кислотой образовалась соль. Соль высушили и прокалили. Образовавшийся при прокаливании твёрдый остаток подвергли электролизу в расплавленном криолите. Полученный при электролизе металл нагрели с кон-

центрированным раствором, содержащим нитрат калия и гидроксид калия, при этом выделился газ с резким запахом. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

5. Оксид хрома(VI) прореагировал с гидроксидом калия. Полученное вещество обработали серной кислотой, из образовавшегося раствора выделили соль оранжевого цвета. Эту соль обработали бромоводородной кислотой. Полученное простое вещество вступило в реакцию с сероводородом.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

6. Порошок магния нагрели в атмосфере азота. При взаимодействии полученного вещества с водой выделился газ. Газ пропустили через водный раствор сульфата хрома(III), в результате чего образовался серый осадок. Осадок отделили и обработали при нагревании раствором, содержащим пероксид водорода и гидроксид калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

7. Аммиак пропустили через бромоводородную кислоту. К полученному раствору добавили раствор нитрата серебра. Выпавший осадок отделили и нагрели с порошком цинка. На образовавшийся в ходе реакции металл подействовали концентрированным раствором серной кислоты, при этом выделился газ с резким запахом.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

8. Хлорат калия нагрели в присутствии катализатора, при этом выделился бесцветный газ. Сжиганием железа в атмосфере этого газа была получена железная окалина. Её растворили в избытке соляной кислоты. К полученному при этом раствору добавили раствор, содержащий дихромат натрия и соляную кислоту.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

9. Натрий нагрели в атмосфере водорода. При добавлении к полученному веществу воды наблюдали выделение газа и образование прозрачного раствора. Через этот раствор пропустили бурый газ, который был получен

в результате взаимодействия меди с концентрированным раствором азотной кислоты.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

10. Алюминий прореагировал с раствором гидроксида натрия. Выделившийся газ пропустили над нагретым порошком оксида меди(II). Образовавшееся простое вещество растворили при нагревании в концентрированной серной кислоте. Полученную соль выделили и добавили к раствору иодида калия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

11. Провели электролиз раствора хлорида натрия. К полученному раствору добавили хлорид железа(III). Выпавший осадок отфильтровали и прокалили. Твёрдый остаток растворили в иодоводородной кислоте.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

12. К раствору гидроксида натрия добавили порошок алюминия. Через раствор полученного вещества пропустили избыток углекислого газа. Выпавший осадок отделили и прокалили. Полученный продукт сплавляли с карбонатом натрия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

### **Используемая литература:**

- 1.В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева. Химия. Тематические тесты. Новые задания ЕГЭ-2012. Химический эксперимент : учебно-методическое пособие. – Ростов н/Д: Легион, 2012. – 92 с.
- 2.В. Г. Денисова. Методика подготовки учащихся к решению заданий (мысленный эксперимент) ЕГЭ по химии .
- 3.Титов Н.А., Гайдукова А.П. О подготовке учащихся к выполнению заданий С2 .Химия в школе. – 2012. - №8 \_С.40-42.