

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Специализированный учебно-научный центр

## **ПРОГРАММА ПО ХИМИИ**

ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В  
10 ХИМИЧЕСКИЙ,  
10 БИОЛОГИЧЕСКИЙ КЛАССЫ

Екатеринбург  
2020

Программа утверждена на заседании  
кафедры химии и биологии СУНЦ УрФУ  
Зав. кафедрой – Данилова М.Н.

Автор-составитель: И.А. Черемичкина,  
учитель кафедры химии и биологии СУНЦ УрФУ

## Тема 1. Важнейшие понятия и законы химии

### Знать:

1. Вещество, химический элемент, атом, молекула, ион.
2. Классификация веществ: простые и сложные; атомного, молекулярного и ионного строения.
3. Физические и химические явления. Признаки химических реакций.
4. Чистые вещества и смеси. Способы разделения смесей.
5. Классификации химических реакций:
  - соединения, разложения, замещения, обмена
  - экзотермические и эндотермические реакции
  - обратимые и необратимые реакции
  - окислительно-восстановительные реакции и реакции без изменения степеней окисления.
  - окислительно-восстановительные реакции и реакции без изменения степеней окисления элементов
6. Закон сохранения массы веществ.
7. Закон постоянства состава вещества.
8. Масса атома и молекулы. Относительная атомная и относительная молекулярная массы.
9. Количество вещества. Моль. Число Авогадро. Молярная масса. Молярный объем.

### Уметь:

Дать определение каждому понятию, формулировку - закону химии. Раскрыть сущность этих понятий и законов.

Рассчитать по формулам: относительную массу, молярную массу, массовые доли элементов, относительную плотность газов, количество вещества элемента в определенном количестве вещества. Выводить молекулярную формулу вещества по массовым долям элементов.

По формуле вещества узнавать простое оно или сложное. Определять, является ли процесс физическим или химическим явлением. Узнавать типы химических реакций.

## Тема 2. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Строение атома.

### Знать:

1. Периодический закон Д.И.Менделеева. Современная трактовка Периодического закона.
2. Строение атома: ядро (протоны и нейтроны) и электронные оболочки. Распределение электронов по энергетическим уровням, подуровням, орбиталям для элементов первых пяти периодов.
3. Строение Периодической системы. Период. Группа. Главная и побочная подгруппы. Физический смысл порядкового номера элемента, номера периода, номера

группы. Положение в таблице щелочных металлов, щелочноземельных металлов, галогенов, инертных газов. Формулы высших оксидов и летучих водородных соединений элементов. Взаимосвязь между строением атома элемента и положением элемента в Периодической системе.

**Уметь:**

Дать формулировку Периодического закона (классическую и современную). Пользуясь таблицей, определить положение элемента (номер периода, номер группы, название подгруппы), заряд ядра атома, количество протонов и нейтронов в ядре, количество электронов – в электронной оболочке. Написать электронно-графическую схему атомов первых пяти периодов, располагая электроны по энергетическим уровням, подуровням и орбиталям. Написать полную и сокращенную электронные формулы элементов первых пяти периодов. Определить формулы высших оксидов и летучих водородных соединений элементов. Определить, является ли элемент металлом или неметаллом, характер его высшего оксида, формулу и характер соответствующего гидроксида. По сокращенной электронной формуле определить номер химического элемента, его название, высшую и низшую степени окисления элемента, формулы и характер высших оксида и гидроксида, формулу летучего водородного соединения.

### **Тема 3. Основные классы неорганических веществ.**

**Знать:**

Простые вещества: металлы и неметаллы. Сложные вещества: оксиды, гидроксиды, соли. Оксиды: солеобразующие и несолеобразующие. Солеобразующие оксиды: кислотные, основные и амфотерные. Химические свойства и методы получения солеобразующих оксидов. Гидроксиды: кислоты, основания, амфотерные гидроксиды. Кислоты: одно-, двух- и трехосновные; кислородсодержащие и бескислородные. Химические свойства и методы получения кислот. Основания: щелочи и нерастворимые в воде основания. Химические свойства и методы получения щелочей и нерастворимых в воде оснований. Амфотерные гидроксиды: гидроксид цинка, гидроксид алюминия, гидроксид хрома(III), гидроксид бериллия. Химические свойства (взаимодействие с кислотами и щелочами) и методы получения амфотерных гидроксидов. Соли: средние, кислые, основные. Химические свойства и методы получения средних солей.

Взаимосвязь между классами неорганических веществ.

**Уметь:**

Дать определение основным классам неорганических веществ. Определить по формуле принадлежность вещества к классу неорганических веществ. Уметь написать уравнения реакций для предложенного неорганического соединения и способы его получения. Осуществлять цепочки превращений с участием веществ, принадлежащих к основным классам неорганических веществ. Уметь из предложенных веществ выбрать пары веществ, способных взаимодействовать друг с дру-

гом, написать уравнения реакций. Уметь по описанию химического эксперимента написать уравнения происходящих реакций.

#### **Тема 4. Строение вещества.**

##### **Знать:**

1. Виды химической связи: ковалентная, ионная и металлическая. Ковалентная связь: полярная и неполярная.
2. Валентность, электроотрицательность, степень окисления элементов.

##### **Уметь:**

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий. По формуле вещества определить вид химической связи в его структурных единицах. Составить молекулярную формулу вещества, учитывая значения валентности его элементов. Определять валентность и степень окисления элемента по молекулярной формуле вещества. Объяснить смещение электронной плотности в молекуле, судя по значениям электроотрицательности элементов.

#### **Тема 5. Химические процессы.**

##### **Знать:**

1. Тепловой эффект химической реакции.
2. Термохимические уравнения.
3. Скорость химической реакции. Зависимость скорости реакции от природы, концентрации, площади соприкосновения реагирующих веществ, температуры и катализатора.
4. Химическое равновесие. Принцип Ле-Шателье. Способы смещения химического равновесия (изменение концентрации реагирующих веществ, температуры, давления).

##### **Уметь:**

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий. Проводить расчеты по термохимическим уравнениям. Определять направление смещения химического равновесия при изменении какого-либо из параметров - концентрации реагирующих веществ, температуры, давления.

#### **Тема 6. Растворы.**

##### **Знать:**

1. Вода, ее строение и свойства.
2. Истинные растворы.
3. Способы выражения концентрации растворов: массовая доля и молярная концентрация.
4. Процессы, протекающие при растворении веществ: электролитическая диссоциация, ионные реакции.
5. Условия протекания реакций ионного обмена.
6. Качественные реакции на ионы.

##### **Уметь:**

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий. Рассчитывать массовую долю, молярную концентрацию растворенного вещества в растворе, решать задачи на растворы.

Писать уравнения электролитической диссоциации кислот, оснований и солей. Составить уравнение реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионных формах. Для уравнения реакции, написанного в молекулярной форме составить уравнение в полной и сокращенной ионных формах. Для уравнения реакции, написанного в сокращенной ионной форме составить уравнение в молекулярной форме. Определить возможность совместного нахождения в растворе различных ионов.

Предложить способ определения катионов и анионов с помощью качественных реакций.

### **Тема 7. Гидролиз солей**

#### **Знать:**

1. Гидролиз по катиону.
2. Гидролиз по аниону.
3. Гидролиз по катиону и аниону. Полный необратимый гидролиз.
4. Цвета индикаторов (лакмуса, фенолфталеина, метилового оранжевого, универсальной индикаторной бумаги) в кислой, щелочной и нейтральной средах.

#### **Уметь:**

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий. Написать уравнения всех типов гидролиза в сокращенной, полной ионных формах и молекулярной форме. Определить характер среды (кислая, щелочная, нейтральная) раствора соли и цвета индикаторов.

### **Тема 8. Окислительно-восстановительные реакции.**

#### **Знать:**

Классификация реакций: окислительно-восстановительные реакции и реакции, идущие без изменения степеней окисления. Окислитель. Восстановитель. Процессы окисления и восстановления. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.

#### **Уметь:**

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий. По схеме химической реакции определить является ли реакция окислительно-восстановительной или нет. Определить формулу вещества (элемента)-окислителя, вещества (элемента)-восстановителя. Составить электронные уравнения процессов окисления и восстановления. Расставить коэффициенты в схеме реакции методом электронного баланса.

## Тема 9. Электролиз растворов и расплавов электролитов.

### Знать:

Процессы, идущие при пропускании электрического тока в расплавы солей бескислородных кислот и щелочей. Процессы, идущие при пропускании электрического тока в растворы солей бескислородных и кислородсодержащих кислот, щелочей и кислот. Катод. Анод. Окисление. Восстановление.

### Уметь:

Дать определение каждому понятию. Раскрыть сущность этих понятий.

Написать уравнения полуреакций, идущих на катоде и аноде при пропускании электрического тока в расплавы солей бескислородных кислот и щелочей и в растворы солей бескислородных и кислородсодержащих кислот, щелочей и кислот. Написать молекулярные уравнения происходящих процессов.

Определить, какой процесс является окислением, какой восстановлением.

## Тема 10. Свойства простых веществ и соединений.

### Знать:

Металлы. Положение в Периодической системе. Металлическая связь. Металлическая решетка. Физические свойства металлов. Важнейшие металлы: щелочные (на примере калия и натрия), щелочно-земельные (на примере кальция и бария), железо, алюминий, цинк, медь. Их химические свойства и методы получения. Химические свойства оксидов и гидроксидов этих металлов ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{BaO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$ ,  $\text{Fe(OH)}_2$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$ ,  $\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Zn(OH)}_2$ ,  $\text{Cu(OH)}_2$ ).

Неметаллы. Положение в Периодической системе. Общая характеристика. Физические, химические свойства и методы получения важнейших неметаллов: водород, кислород, хлор, сера, азот, фосфор, углерод. Свойства и получение соединений важнейших неметаллов:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ .

### Уметь:

Написать уравнения реакций, характерных для данного вещества: металла, неметалла или их соединений. Написать уравнения реакций, позволяющих получить то или иное простое вещество, соединение металла или неметалла.

### Расчетные задачи

1. Нахождение молекулярной формулы вещества по массовым долям элементов.
2. Вычисление по химическим уравнениям массы (объема, количества вещества) одного из участников реакции, если известна масса (объем, количество вещества) другого участника.
3. Нахождение формулы вещества по химическим уравнениям.
4. Вычисление по химическим уравнениям массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если даны массы (объемы, количества веществ) двух исходных веществ (задачи на «избыток-недостаток»).
5. Вычисление выхода продукта реакции.

6. Вычисление по химическим уравнениям массы (объема, количества вещества), если дана смесь нескольких веществ.
7. Нахождение процентного содержания примесей в исходном образце или процентного содержания чистого вещества.
8. Вычисление истинных масс атомов и молекул, числа частиц.
9. Задачи на вычисления по термохимическим уравнениям.
10. Задачи на определение массовой доли растворенного вещества в растворе или молярной концентрации растворенного вещества в растворе.
11. Задачи с использованием понятий «массовая доля» и «молярная концентрация».
12. Комбинированные задачи, включающие несколько видов, рассмотренных выше заданий.

Знания по химии на вступительных испытаниях оцениваются с помощью тестовых заданий.

*Часть 1* содержит тестовые задания (А) закрытого типа (т.е. с имеющимися вариантами ответов). В каждом тестовом задании необходимо выбрать один правильный ответ из четырех предложенных и обвести его кружком. Правильный ответ на каждое тестовое задание этого раздела оценивается в 1 (один) балл.

*Часть 2* содержит задания (В) более сложные, чем в части 1, некоторые из них на установление соответствия предложенных взаимосвязанных данных. Другие задания части 2 требуют выбора нескольких правильных вариантов из широкого набора представленных ответов. Эти задания предполагают выбор нескольких ответов (2 или 3) и поэтому оцениваются в 2 балла. Некоторые задания части 2 являются обычными химическими задачами, представленными в форме открытых тестовых заданий (т.е. без вариантов ответов). Они оцениваются по 1 баллу.

Часть 3 содержит задания и расчетные задачи (С) по общей и неорганической химии. Решение должно быть максимально подробным. За каждую задачу ставится определенное количество баллов в зависимости от ее сложности. Максимальное количество баллов будет приведено к 100 (% правильных ответов от максимального количества баллов).

## **ПРИМЕР ТЕСТА ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В 10-ХИМИЧЕСКИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИЙ КЛАССЫ**

### **Часть 1**

**Обведите номер одного правильного ответа кружком. При правильном ответе вы получите 1 балл, при неправильном – 0 баллов.**

**А1.** Химический элемент образует высший оксид  $RO_3$ . Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атома этого элемента в невозбужденном состоянии:

- 1)  $ns^2np^2$                       2)  $ns^2np^4$                       3)  $ns^2np^6$                       4)  $ns^2np^5$

**А2.** Формула вещества, все связи в котором ковалентные полярные



- 1)  $O_3$                       2)  $KBr$                       3)  $H_2O_2$                       4)  $NH_3$

**A3.** Высшую степень окисления хром проявляет в соединении:

- 1)  $Cr(OH)_3$                       2)  $Cr_2(SO_4)_3$                       3)  $CrSO_4$                       4)  $K_2Cr_2O_7$

**A4.** Амфотерным оксидом и солью соответственно являются

- 1)  $Cr_2O_3$  и  $KHCO_3$   
2)  $BaO$  и  $NH_4Br$   
3)  $Cl_2O_3$  и  $NaCl$   
4)  $Al_2O_3$  и  $H_2S$

**A5.** Верны ли следующие суждения о металлах?

А. Высшие гидроксиды металлов всегда являются основаниями.

Б. При взаимодействии металлов с неметаллами металлы являются восстановителями.

- 1) верно только А  
2) верно только Б  
3) верны оба суждения  
4) оба суждения неверны

**A6.** Хлор взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1)  $KOH$  и  $NaBr$   
2)  $Ca(OH)_2$  и  $KF$   
3)  $H_2O$  и  $Cu(OH)_2$   
4)  $LiF$  и  $HNO_3$

**A7.** Гидроксид натрия в водном растворе взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) Серная кислота и гидроксид бария  
2) Хлорид бария и оксид алюминия  
3) Оксид углерода (IV) и оксид цинка  
4) Хлорид бария и соляная кислота

**A8.** Бромоводородная кислота не взаимодействует с

- 1)  $Ca(OH)_2$                       2)  $Al_2O_3$                       3)  $CO_2$                       4)  $AgNO_3$

**A9.** Оксид фосфора (V) взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1)  $H_2O$  и  $NaOH$   
2)  $Ca(OH)_2$  и  $H_2SO_4$   
3)  $BaO$  и  $CO_2$   
4)  $LiOH$  и  $HCl$



**A10.** В схеме превращений  $Fe \rightarrow X_2 \rightarrow Fe(OH)_3$

Веществами  $X_1$  и  $X_2$  являются соответственно

- 1)  $O_2, Fe_2O_3$   
2)  $HCl, FeCl_3$   
3)  $Cl_2, FeCl_3$   
4)  $S, FeS$

**A11.** Фтороводородная кислота не взаимодействует с

- 1) SiO<sub>2</sub>                    2) NH<sub>3</sub>                    3) CO<sub>2</sub>                    4) CaO

**A12.** Верны ли следующие суждения о молекуле?

А. Молекула обладает такими же химическими свойствами, как и вещество.

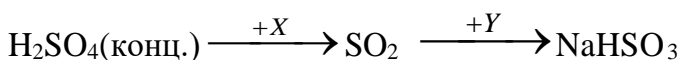
Б. Молекула состоит из атомов.

- 1) верно только А  
 2) верно только Б  
 3) верны оба суждения  
 4) оба суждения неверны

**A13.** Электронная формула иона S<sup>-2</sup>

- 1) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>    2) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>2</sup>    3) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>    4) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3d<sup>6</sup>

**A14.** В схеме превращений



веществами X и Y являются:

- 1) X – Cu;                    2) X – Au;                    3) X – Zn;                    4) X – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
           Y – NaOH                    Y – NaOH                    Y – NaH                    Y – NaHCO<sub>3</sub>

**A15.** Формула вещества, в котором сера может проявлять только окислительные свойства, следующая:

- 1) SO<sub>3</sub>  
 2) K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
 3) H<sub>2</sub>S  
 4) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

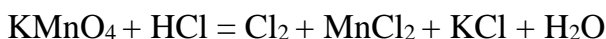
**A16.** Электролитом является каждое вещество в ряду:

- 1) Ba(OH)<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CuSO<sub>4</sub>  
 2) Mg(OH)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa  
 3) P<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
 4) CH<sub>3</sub>OH, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**A17.** Сокращенное ионное уравнение Cu<sup>2+</sup> + 2OH<sup>-</sup> = Cu(OH)<sub>2</sub> соответствует реакции между:

- 1) CuS и NaOH  
 2) CuO и Ba(OH)<sub>2</sub>  
 3) CuCl<sub>2</sub> и KOH  
 4) Cu и Ca(OH)<sub>2</sub>

**A18.** В уравнении реакции



коэффициент перед формулой вещества, являющегося восстановителем

- 1) 2                                    2) 16                                    3) 5                                    4) 1

**19.** Металлический алюминий взаимодействует с каждым из двух реагентов:

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{KCl}$  (раствор)
- 2)  $\text{NaOH}$  (раствор) и  $\text{CuO}$
- 3)  $\text{Ca}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (раствор)
- 4)  $\text{Ca(OH)}_2$  (раствор) и  $\text{He}$

**A20.** В схеме превращений  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Cu}$  формулами промежуточных продуктов **X** и **Y** являются

- 1)  $\text{CuO}$  и  $\text{Cu(OH)}_2$
- 2)  $\text{Cu(NO}_3)_2$  и  $\text{CuO}$
- 3)  $\text{CuCO}_3$  и  $\text{Cu(OH)}_2$
- 4)  $\text{CuCl}_2$  и  $\text{CuO}$

## Часть 2

**Правильно выполненные задания В1 – В6 оцениваются по 2 балла каждое.**

**При одной ошибке в этих заданиях ставится 1 балл, при 2-х и более ошибках – 0 баллов.**

**В1.** Установите соответствие между формулой неорганического соединения и классом, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ      КЛАСС НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| А) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ | 1) Кислотные оксиды        |
| Б) $\text{H}_2\text{SeO}_4$           | 2) Основные оксиды         |
| В) $\text{NO}$                        | 3) Амфотерные оксиды       |
| Г) $\text{Cr}_2\text{O}_3$            | 4) Несолеобразующие оксиды |
|                                       | 5) Соли                    |
|                                       | 6) Гидроксиды              |

А	Б	В	Г

**В2.** Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и веществом, которое является восстановителем

- |  |                   |
|--|-------------------|
| СХЕМА РЕАКЦИИ  | Восстановитель    |
| А) $\text{NO}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3$                    | 1) $\text{HNO}_3$ |
| Б) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$                       | 2) $\text{Cu}$    |
| В) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$                      | 3) $\text{NO}_2$  |
| Г) $\text{HNO}_3 + \text{Cu} = \text{Cu(NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 4) $\text{NO}$    |
|  | 5) $\text{O}_2$   |
|  | 6) $\text{NH}_3$  |

А	Б	В	Г

**В3.** Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может взаимодействовать в водном растворе.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ

- A)  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- Б)  $\text{CO}_2$
- B)  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Г)  $\text{NaOH}$

- 1)  $\text{KOH}, \text{NaOH}, \text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{NaNO}_3, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{ZnCl}_2$
- 3)  $\text{Ba}(\text{OH})_2, \text{Cu}, \text{BaCl}_2$
- 4)  $\text{NaOH}, \text{H}_2\text{SO}_4, \text{HClO}_4$
- 5)  $\text{LiOH}, \text{MgO}, \text{KHCO}_3$
- 6)  $\text{CO}_2, \text{HBr}, \text{FeCl}_3$

А	Б	В	Г

**Ответом к заданиям В4 – В6 является последовательность трех цифр. Запишите выбранные цифры в порядке возрастания**

**В4.** И алюминий, и магний взаимодействуют с:

- 1) Хлоридом меди (II)
- 2) Гидроксидом калия
- 3) Серной кислотой
- 4) Водородом
- 5) Натрием
- 6) Сульфатом цинка

Ответ: \_\_\_\_\_.

**В5.** Азотная кислота (конц.) на холоду взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1)  $\text{KOH}, \text{Fe}$
- 2)  $\text{H}_2\text{S}, \text{Cu}$
- 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{Al}$
- 4)  $\text{Au}, \text{Ca}$
- 5)  $\text{Ba}, \text{Na}_2\text{SO}_3$
- 6)  $\text{Zn}, \text{NaHSO}_3$

Ответ: \_\_\_\_\_.

**В6.** Йодоводород

- 1) При нормальных условиях является жидкостью
- 2) Не имеет цвета
- 3) Взаимодействует с хлором
- 4) Взаимодействует с сульфатом натрия
- 5) Более слабая кислота, чем соляная
- 6) Взаимодействует с водным раствором гидроксида натрия

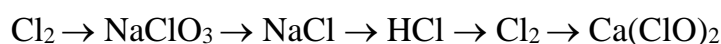
Ответ: \_\_\_\_\_.

### Часть 3

**Напишите подробные ответы на задания**

**С1.** Даны вещества: хлор, соляная кислота, гидроксид натрия (раствор), железо. Напишите уравнения четырех возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары веществ. Укажите условия их проведения. (макс. 4 балла)

**С2.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения (макс. 5 баллов):



**С3.** Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



Определите окислитель и восстановитель

**(макс. 3 балла).**

**С5.** Какую массу воды необходимо выпарить из 500 г раствора гидроксида калия с массовой долей 4%, чтобы получить раствор с массовой долей 10 %?

**(макс. 4 балла)**

**С6.** Смешали раствор массой 200 г с массовой долей сульфата цинка 16,1 % с раствором массой 100 г с массовой долей сульфида натрия 7,8 %. Определите массу осадка и массовую долю соли в растворе.

**(макс. 6 баллов)**

**С7.** При термическом разложении карбоната кальция образовалось 8 г оксида кальция. Известно, что реакция прошла с выходом 85%. Вычислите массу карбоната кальция, взятого для проведения реакции разложения и объем образовавшегося углекислого газа.

**(макс. 4 балла)**

**С8.** При нагревании без доступа воздуха 2,6286 г неизвестного щелочноземельного металла с серой металл полностью прореагировал, а полученный сухой остаток при обработке соляной кислотой образовал 672 мл газа (н.у.). Определите металл.

**(макс. 4 балла)**

**Ответы к предложенным заданиям (выделены жирным шрифтом)**

### Часть 1

Обведите номер **одного** правильного ответа кружком

**За каждый правильный ответ дается 1 балл**

**А1.** Химический элемент образует высший оксид  $\text{RO}_3$ . Электронная конфигурация внешнего энергетического уровня атома этого элемента в невозбужденном состоянии:

- 1)  $ns^2np^2$                       2)  **$ns^2np^4$**                       3)  $ns^2np^6$                       4)  $ns^2np^5$

**А2.** Формула вещества, все связи в котором ковалентные полярные

- 1)  $\text{O}_3$                               2)  $\text{KBr}$                               3)  $\text{H}_2\text{O}_2$                               4)  **$\text{NH}_3$**

**А3.** Высшую степень окисления хром проявляет в соединении:

- 1)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$                       2)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$                       3)  $\text{CrSO}_4$                               4)  **$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$**

**А4.** Амфотерным оксидом и солью соответственно являются

- 1)  **$\text{Cr}_2\text{O}_3$  и  $\text{KHCO}_3$**   
2)  $\text{BaO}$  и  $\text{NH}_4\text{Br}$   
3)  $\text{Cl}_2\text{O}_3$  и  $\text{NaCl}$   
4)  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$

**А5.** Верны ли следующие суждения о металлах?

А. Высшие гидроксиды металлов всегда являются основаниями.

Б. При взаимодействии металлов с неметаллами металлы являются восстановителями.

- 1) верно только А
- 2) **верно только Б**
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

**А6.** Хлор взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) **КОН и NaBr**
- 2) Ca(OH)<sub>2</sub> и KF
- 3) H<sub>2</sub>O и Cu(OH)<sub>2</sub>
- 4) LiF и HNO<sub>3</sub>

**А7.** Гидроксид натрия в водном растворе взаимодействует с каждым из двух веществ:

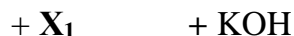
- 1) Серная кислота и гидроксид бария
- 2) Хлорид бария и оксид алюминия
- 3) **Оксид углерода (IV) и оксид цинка**
- 4) Хлорид бария и соляная кислота

**А8.** Бромоводородная кислота не взаимодействует с

- 1) Ca(OH)<sub>2</sub>
- 2) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 3) **CO<sub>2</sub>**
- 4) AgNO<sub>3</sub>

**А9.** Оксид фосфора (V) взаимодействует с каждым из двух веществ:

- 1) **H<sub>2</sub>O и NaOH**
- 2) Ca(OH)<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- 3) BaO и CO<sub>2</sub>
- 4) LiOH и HCl



**А10.** В схеме превращений Fe → X<sub>2</sub> → Fe(OH)<sub>3</sub>

Веществами X<sub>1</sub> и X<sub>2</sub> являются соответственно

- 1) O<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 2) HCl, FeCl<sub>3</sub>
- 3) **Cl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>**
- 4) S, FeS

**А11.** Фтороводородная кислота не взаимодействует с

- 1) SiO<sub>2</sub>
- 2) NH<sub>3</sub>
- 3) **CO<sub>2</sub>**
- 4) CaO

**А12.** Верны ли следующие суждения о молекуле?

А. Молекула обладает такими же химическими свойствами, как и вещество.

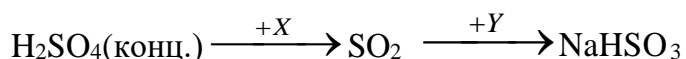
Б. Молекула состоит из атомов.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) **верны оба суждения**
- 4) оба суждения неверны

**А13.** Электронная формула иона S<sup>-2</sup>

- 1) **1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>6</sup>**
- 2) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>2</sup>
- 3) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3p<sup>4</sup>
- 4) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>6</sup>3s<sup>2</sup>3d<sup>6</sup>

**A14.** В схеме превращений



веществами X и Y являются:

- 1) **X – Cu;**            2) X – Au;            3) X – Zn;            4) X – Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;  
   **Y – NaOH**            Y – NaOH            Y – NaH            Y – NaHCO<sub>3</sub>

**A15.** Формула вещества, в котором сера может проявлять только окислительные свойства, следующая:

- 1) **SO<sub>3</sub>**  
2) K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
3) H<sub>2</sub>S  
4) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

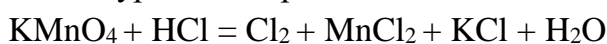
**A16.** Электролитом является каждое вещество в ряду:

- 1) Ba(OH)<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CuSO<sub>4</sub>  
2) **Mg(OH)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>COONa**  
3) P<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>  
4) CH<sub>3</sub>OH, NaCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**A17.** Сокращенное ионное уравнение  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2$  соответствует реакции между:

- 1) CuS и NaOH  
2) CuO и Ba(OH)<sub>2</sub>  
3) **CuCl<sub>2</sub> и KOH**  
4) Cu и Ca(OH)<sub>2</sub>

**A18.** В уравнении реакции



коэффициент перед формулой вещества, являющегося восстановителем

- 1) 2                            2) **16**                            3) 5                            4) 1

**A19.** Металлический алюминий взаимодействует с каждым из двух реагентов:

- 1) H<sub>2</sub>O и KCl (раствор)  
2) **NaOH (раствор) и CuO**  
3) Ca и H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (раствор)  
4) Ca(OH)<sub>2</sub> (раствор) и He

**A20.** В схеме превращений  $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{Cu}$  формулами промежуточных продуктов X и Y являются

- 1) CuO и Cu(OH)<sub>2</sub>  
2) **Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и CuO**  
3) CuCO<sub>3</sub> и Cu(OH)<sub>2</sub>  
4) CuCl<sub>2</sub> и CuO

## Часть 2

За правильно определенное соответствие в заданиях B1, B2, B3 ставится 2 балла, при одной ошибке ставится 1 балл

**В1.** Установите соответствие между формулой неорганического соединения и классом, к которому оно принадлежит.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ



1) Кислотные оксиды



2) Основные оксиды



3) Амфотерные оксиды



4) Несолеобразующие оксиды

5) Соли

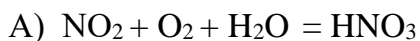
6) Гидроксиды

А	Б	В	Г
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>

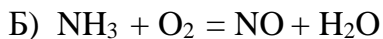
**В2.** Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и веществом, которое является восстановителем

СХЕМА РЕАКЦИИ

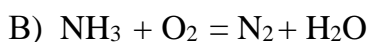
Восстановитель



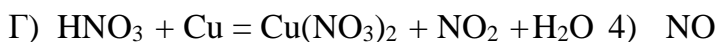
1)  $\text{HNO}_3$



2)  $\text{Cu}$



3)  $\text{NO}_2$



4)  $\text{NO}$

5)  $\text{O}_2$

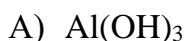
6)  $\text{NH}_3$

А	Б	В	Г
<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

**В3.** Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых оно может взаимодействовать в водном растворе.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ



1)  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$



2)  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$



3)  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{BaCl}_2$



4)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$

5)  $\text{LiOH}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{KHCO}_3$

6)  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{FeCl}_3$

А	Б	В	Г
<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

*Ответом к заданиям В4 – В6 является последовательность трех цифр. Запишите выбранные цифры в порядке возрастания*

*За полный правильный ответ ставится 2 балла, если в ответе есть одна ошибка – 1 балл.*



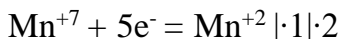
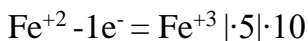


- 3)  $\text{NaCl(тв)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$   
 4)  $2\text{KMnO}_4 + 16\text{HCl} = 5\text{Cl}_2 + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$   
 5)  $\text{Cl}_2 + 2\text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl}_2 + \text{Ca(ClO)}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**С3.** Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции:



Определите окислитель и восстановитель.



$\text{Fe}^{+2}$  – восстановитель

$\text{Mn}^{+7}$  – окислитель

**С5.** Какую массу воды необходимо выпарить из 500 г раствора гидроксида калия с массовой долей 4%, чтобы получить раствор с массовой долей 10 %?

**Решение:**

Обозначим массу выпаренной воды – x г.

1. Вычислим массу гидроксида калия в 4%-ном растворе:

$$m(\text{KOH}) = \frac{m(\text{раствора}) \cdot \omega}{100\%} = 500 \cdot 0,04 = 20\text{г} \quad (\mathbf{1 \text{ балл}})$$

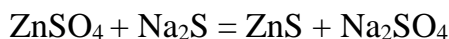
2. Поскольку из первого раствора выпарили воду, то масса чистого КОН не изменилась, а масса раствора уменьшилась на массу выпаренной воды и стала равной 500-x. Выразим массовую долю щелочи во втором растворе:

$$10\% = \frac{20}{500-x} \cdot 100\% \quad (\mathbf{2 \text{ балла}})$$

Решая это уравнение, получаем x = 300 г (**1 балл**)

**С6.** Смешали раствор массой 200 г с массовой долей сульфата цинка 16,1 % с раствором массой 100 г с массовой долей сульфида натрия 7,8 %. Определите массу осадка и массовую долю соли в растворе.

**Решение:**



1. Определим массы чистых веществ, количества исходных веществ, избыток и недостаток (**2 балла**).

$$m(\text{чист.в} - \text{ва}) = \frac{m(\text{раствора}) \cdot \omega}{100\%}$$

$$v = \frac{m(\text{чист})}{M}$$

$$m_{\text{ч}}(\text{ZnSO}_4) = 200 \cdot 0,161 = 32,2 \text{ г}$$

$$v(\text{ZnSO}_4) = 32,2/161 = 0,2 \text{ моль} - \text{избыток}$$

$$m_{\text{ч}}(\text{Na}_2\text{S}) = 100 \cdot 0,078 = 7,8 \text{ г}$$

$$v(\text{Na}_2\text{S}) = 7,8/78 = 0,1 \text{ моль} - \text{недостаток}$$

2. Расчет ведем по  $v(\text{Na}_2\text{S})$ , он - в недостатке. Определим количество вещества  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ , вступившего в реакцию и оставшегося после реакции в растворе. (1 балл)

$$v(\text{Na}_2\text{S}) = v(\text{ZnS}) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{ZnSO}_4 \text{ вступ. в рекцию}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$v_{\text{остав.}}(\text{ZnSO}_4) = 0,2 - 0,1 = 0,1 \text{ моль}$$

3. Вычислим массы  $\text{ZnS}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ , оставшегося после реакции в растворе. (1 балл)

$$m(\text{ZnS}) = 0,1 \cdot 97 = 9,7 \text{ г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \cdot 142 = 14,2 \text{ г}$$

$$m(\text{ZnSO}_4, \text{ оставш.}) = 0,1 \cdot 161 = 16,1 \text{ г}$$

4. Вычислим массу нового раствора, для этого сложим массы исходных растворов  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{S}$ , вычтем массу образовавшегося осадка  $\text{ZnS}$ . (1 балл)

$$m(\text{нов. р-ра}) = 200 + 100 - 9,7 = 290,3 \text{ г}$$

5. Вычислим массовые доли  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ , оставшегося после реакции в растворе. (1 балл)

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (14,2/290,3) \cdot 100\% = 4,89\%$$

$$\omega(\text{ZnSO}_4 \text{ ост}) = (16,1/290,3) \cdot 100\% = 5,55\%$$

С7. При термическом разложении карбоната кальция образовалось 8 г оксида кальция. Известно, что реакция прошла с выходом 85%. Вычислите массу карбоната кальция, взятого для проведения реакции разложения и объем образовавшегося углекислого газа.

Решение:



$$\eta = \frac{m(\text{практ})}{m(\text{теор})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{теор})(\text{CaO}) = \frac{m(\text{практ})}{\eta} \cdot 100\% = 9,41 \text{ г (1 балл)}$$

Вычислим количество вещества  $\text{CaO}$

$$v(\text{CaO}) = \frac{m(\text{чист})}{M} = \frac{9,41}{56} = 0,168 \text{ моль}$$

По уравнению реакции

$$v(\text{CaCO}_3) = v(\text{CaO}) = 0,168 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = v \cdot M = 0,168 \cdot 100 = 16,8 \text{ г (1 балл)}$$

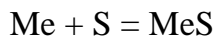
$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CaO}) = 0,168 \text{ моль}$$

$$V_{\text{теор}}(\text{CO}_2) = v \cdot V_m = 0,168 \cdot 22,4 = 3,76 \text{ л (1 балл)}$$

$$V_{\text{практ}}(\text{CO}_2) = \frac{V_{\text{теор}} \cdot \eta}{100\%} = 3,2 \text{ л (1 балл)}$$

С8. При нагревании без доступа воздуха 2,6286 г неизвестного щелочноземельного металла с серой металл полностью прореагировал, а полученный сухой остаток при обработке соляной кислотой образовал 672 мл газа (н.у.). Определите металл.

Решение:



$$v(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V}{V_m} = \frac{0,672\text{л}}{22,4\text{л/моль}} = 0,03\text{моль} \text{ (1 балл)}$$

$$v(\text{H}_2\text{S}) = v(\text{MeS}) = v(\text{Me}) = 0,03 \text{ моль (1 балл)}$$

$$M(\text{Me}) = \frac{m}{\nu} = \frac{2,6286}{0,03} = 87,62\text{г/моль}; \text{Me} - \text{Sr} \text{ (1 балл)}$$

Приведенные ниже задачи с решениями отражают необходимый уровень знаний по химии для успешной подготовки к конкурсу.

### ЗАДАЧИ

1. Вычислите массовые доли веществ в растворе, полученном добавлением 4,5г оксида лития к 100 мл воды.
2. К 75 г 5%-ного раствора азотной кислоты добавили 37,8 г оксида азота (V). Вычислите массовые доли веществ в получившемся растворе.
3. Технический образец сульфида железа (II) массой 25 г, содержащий 2,5% примесей, обработали избытком разбавленного раствора серной кислоты. Выделившийся газ пропустили через избыток раствора нитрата свинца (II). Вычислите массу выделившегося осадка.
4. При термическом разложении не загрязненного примесями карбоната кальция образовалось 8 г оксида кальция. Известно, что реакция прошла с выходом 85%. Вычислите массу карбоната кальция, взятого для проведения реакции разложения, и объем (н.у.) образовавшегося углекислого газа.
5. Смешали 52,7 мл 25%-ного раствора сульфата алюминия (пл. 1,3 г/мл) и 135 мл 14%-ного раствора хлорида бария (пл. 1,1 г/мл). Вычислите массу образовавшегося осадка.
6. Массовые доли элементов в соединении составляют:  $\omega(\text{N}) = 12,17\%$ ,  $\omega(\text{H}) = 4,35\%$ ,  $\omega(\text{O}) = 55,65\%$ ,  $\omega(\text{S}) = 27,83\%$ . Определите формулу этого соединения.
7. Массовые доли в соединении составляют:  $\omega(\text{N}) = 87,75\%$ ,  $\omega(\text{H}) = 12,5\%$ . Относительная плотность этого вещества по воздуху 1,103. Определите формулу вещества.
8. 200 г раствора нитрата двухвалентного металла разделили на две равные части. К одной добавили избыток раствора сульфида аммония, причем выпало 4,78 г осадка, к другой – избыток раствора сульфата калия, при этом выпало 6,06 г осадка. Найдите массовую долю соли (какой?) в исходном растворе.
9. Смесь солей сульфида натрия, сульфата натрия и хлорида натрия массой 20 г растворили в воде. К половине полученного раствора добавили избыток раствора сульфата меди (II), при этом образовался осадок массой

4,8 г. При добавлении к другой половине раствора избытка хлорида бария образовался осадок массой 4,66 г. Определите массовые доли солей в исходной смеси.

10. К раствору, содержащему хлорид кальция массой 4,5 г, прилили раствор, содержащий фосфат натрия массой 4,1 г. Определите массу полученного осадка, если выход продукта составляет 88%.

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ



В растворе после реакции будет находиться гидроксид лития.

$$v(\text{Li}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{4.5}{7 \cdot 2 + 16} = 0.15 \text{ моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{100 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл}}{18} = 5,56 \text{ моль}$$

По уравнению реакции вещества взаимодействуют в соотношении 1:1, для 0,15 моль  $\text{Li}_2\text{O}$  надо 0.15 моль  $\text{H}_2\text{O}$ . Значит, вода взята в избытке. Расчет всегда ведут по недостатку. 1 моль  $\text{Li}_2\text{O}$  дает 2 моль  $\text{LiOH}$  (по уравнению реакции), следовательно, из 0,15 моль оксида лития получится 0,3 моль гидроксида лития.

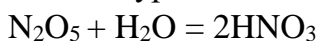
$$m(\text{LiOH}) = v \cdot M = 0.3 \cdot 24 = 7.2 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{Li}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O}) - \text{по закону сохранения массы веществ}$$

$$m(\text{раствора}) = 4,5 + 100 = 104,5 \text{ г}$$

$$\omega(\text{LiOH}) = \frac{m(\text{LiOH})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\% = \frac{7,2}{104,5} \cdot 100 = 6,89\%$$

2. С оксидом азота(V) взаимодействует вода, находящаяся в растворе азотной кислоты по уравнению:



$$v(\text{N}_2\text{O}_5) = \frac{m}{M} = \frac{37.8}{108} = 0.35 \text{ моль}$$

$$v(\text{N}_2\text{O}_5) : v(\text{HNO}_3) = 1 : 2 \text{ (по уравнению реакции)}$$

Следовательно, из 0,35 моль  $\text{N}_2\text{O}_5$  получится 0,7 моль  $\text{HNO}_3$ .

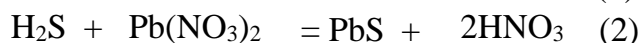
$$m(\text{новой HNO}_3) = 0,7 \cdot 63 = 44,1 \text{ г}$$

$$\text{В исходном растворе: } m(\text{исх. HNO}_3) = \frac{m(p - pa) \cdot \omega(\text{HNO}_3)}{100\%} = \frac{75 \cdot 5}{100} = 3,75 \text{ г}$$

$$m(\text{всей HNO}_3) = m(\text{исх. HNO}_3) + m(\text{новой HNO}_3) = 3,75 + 44,1 = 47,85 \text{ г}$$

$$m(\text{нов. p-ра}) = m(\text{исх. p-ра}) + m(\text{N}_2\text{O}_5) = 75 + 37.8 = 112.8 \text{ г}$$

$$\omega = \frac{m(\text{всей HNO}_3)}{m(\text{нов. p-ра})} \cdot 100\% = \frac{47,85}{112,8} \cdot 100\% = 42,42\%$$



В техническом образце сульфида железа(II) 2,5% примесей, значит чистого  $\text{FeS}$

$$\omega(\text{FeS}) = 100\% - \omega(\text{примесей}) = 100 - 2,5 = 97,5\%$$

$$m(\text{чист. FeS}) = \frac{m(\text{техн. FeS}) \cdot \omega(\text{чист. FeS})}{100\%} = \frac{25 \cdot 97,5}{100} = 24,375 \text{ г}$$

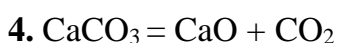
$$v(\text{FeS}) = \frac{m(\text{чист. FeS})}{M(\text{FeS})} = \frac{24,375}{88} = 0,277 \text{ моль}$$

По уравнениям реакций(1) и (2):

$$v(\text{FeS}) : v(\text{H}_2\text{S}) : v(\text{PbS}) = 1:1:1$$

$$v(\text{FeS}) = v(\text{PbS}) = 0,277 \text{ моль}$$

$$m(\text{PbS}) = v(\text{PbS}) \cdot M(\text{PbS}) = 0,277 \cdot 239 = 66,2 \text{ г}$$



$$m(\text{практич. CaO}) = 8 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практ.})}{m(\text{теор.})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{теор. CaO}) = \frac{m(\text{практ. CaO})}{\eta} \cdot 100\% = \frac{8}{85} \cdot 100 = 9,41 \text{ г}$$

$$v(\text{теор. CaO}) = \frac{m(\text{теор. CaO})}{M(\text{CaO})} = \frac{9,41}{56} = 0,168 \text{ моль}$$

$v(\text{CaO}) = v(\text{CaCO}_3) = v(\text{CO}_2)$  по уравнению реакции

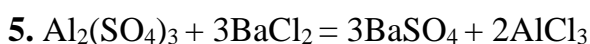
$$v(\text{CaCO}_3) = 0,168 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = v \cdot M = 0,168 \cdot 100 = 16,8 \text{ г}$$

$$V(\text{теор. CO}_2) = v \cdot V_m = 0,168 \cdot 22,4 = 3,76 \text{ л}$$

$$V(\text{практ.}) = \frac{V(\text{теор.}) \cdot \eta}{100}$$

$$V(\text{практ. CO}_2) = \frac{3,76 \cdot 85}{100} = 3,2 \text{ л}$$



$$m(\text{р-ра Al}_2(\text{SO}_4)_3) = V \cdot \rho = 52,6 \cdot 1,3 = 68,38 \text{ г}$$

$$m(\text{чист. Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m(\text{р-ра}) \cdot \omega}{100\%} = \frac{68,38 \cdot 25}{100} = 17,095 \text{ г}$$

$$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{m}{M} = \frac{17,095}{342} = 0,05 \text{ моль}$$

$$m(\text{р-ра BaCl}_2) = V \cdot \rho = 135 \cdot 1,1 = 148,5 \text{ г}$$

$$m(\text{чист. BaCl}_2) = \frac{148,5 \cdot 14}{100} = 20,79 \text{ г}$$

$$v(\text{BaCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{20,79}{208} = 0,1 \text{ моль}$$

$v(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) : v(\text{BaCl}_2) = 1:3$  (по уравнению реакции)

Значит, для 1 моль  $Al_2(SO_4)_3$  надо 3 моль  $BaCl_2$ , а для 0,05 моль  $Al_2(SO_4)_3 - 0,05 \cdot 3 = 0,15$  моль  $BaCl_2$ . Взяли по условию задачи 0,1 моль  $BaCl_2$ , то есть  $BaCl_2$  взят в недостатке. Расчет ведем по недостатку:

$$v(BaCl_2): v(BaSO_4) = 3:3 = 1:1 \text{ (по уравнению реакции)}$$

$$v(BaSO_4) = v(BaCl_2) = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(BaSO_4) = v \cdot M = 0,1 \cdot 233 = 23,3 \text{ г}$$

6. Запишем формулу неизвестного вещества в виде:  $N_xH_yS_zO_k$ . Индексы элементов в любом соединении относятся друг к другу как количества вещества элементов:

$$x:y:z:k = v(N): v(H): v(S): v(O)$$

Пусть масса неизвестного вещества, формула которого  $N_xH_yS_zO_k$ , равна 100 г. Тогда

$$\omega(N) = \frac{m(N)}{m(\text{в} - \text{ва})} \cdot 100 \%$$

$$m(N) = \frac{\omega(N) \cdot m(\text{в} - \text{ва})}{100} = 12,17 \text{ г}$$

$$v(N) = \frac{m}{M} = \frac{12,17}{14} = 0,87 \text{ моль}$$

$$m(H) = 4,35 \text{ г}$$

$$v(H) = 4,35 \text{ моль}$$

$$m(O) = 55,65 \text{ г}$$

$$v(O) = 3,45 \text{ моль}$$

$$m(S) = 27,83 \text{ г}$$

$$v(S) = 0,87 \text{ моль}$$

$$x:y:z:k = 0,87:4,35:3,45:0,87$$

Из всех чисел выбираем самое маленькое (0,87) и все числа делим на него:

$$\frac{0,87}{0,87} = \frac{4,35}{0,87} = \frac{3,45}{0,87} = \frac{0,87}{0,87} = 1:5:4:1$$



Скомпануем знаки химических элементов и индексы, чтобы получилось известное соединение:

$NH_4HSO_4$  – гидросульфат аммония

## 7. $N_xH_y$

$$x:y = v(N): v(H)$$

Пусть  $m(N_xH_y) = 100$  г, тогда

$$m(N) = 87,5 \text{ г}$$

$$m(H) = 12,5 \text{ г}$$

$$v(N) = \frac{m}{M} = \frac{87,5}{14} = 6,25 \text{ моль}$$

$$v(H) = 12,5 \text{ моль}$$

$$x:y = 6,25:12,5 = \frac{6,25}{6,25} : \frac{12,5}{6,25} = 1:2$$

$\text{NH}_2$  – простейшая (эмпирическая) формула вещества воздуха

$$D_{\text{возд.}} = \frac{M_{\text{в}} - \nu a}{M_{\text{воздуха}}}$$

$$M_{\text{в-ва}} = D_{\text{возд.}} \cdot M_{\text{возд.}} = 1,103 \cdot 29 = 32 \text{ г/моль}$$

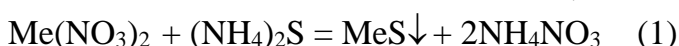
Сравним  $M(\text{NH}_2)$  с  $M_{\text{в-ва}}$ :

$$M(\text{NH}_2) = 14 + 2 \cdot 1 = 16 \text{ г/моль}$$

$$\frac{32}{16} = 2, \text{ следовательно, индексы в простейшей формуле надо умножить на 2:}$$

$\text{N}_2\text{H}_4$  – истинная формула вещества

8. Обозначим неизвестный металл  $\text{Me}$ , а его молярную массу –  $M$ .



$$\nu(\text{MeS}) = \frac{m}{M} = \frac{4.78}{M + 32}$$

$$\nu(\text{MeSO}_4) \frac{m}{M} = \frac{6.06}{M + 32 + 16 \cdot 4} = \frac{6.06}{M + 96}$$

Так как раствор разделили на две равные части, то  $\nu(\text{Me}(\text{NO}_3)_2)$  (в первой реакции) =  $\nu(\text{Me}(\text{NO}_3)_2)$  (во второй реакции)

По уравнениям реакций (1) и (2):

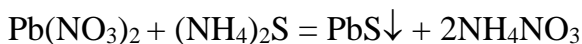
$$\nu(\text{Me}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{MeS})$$

$$\nu(\text{Me}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{MeSO}_4)$$

Значит,  $\nu(\text{MeS}) = \nu(\text{MeSO}_4)$

$$\frac{4.78}{M + 32} = \frac{6.06}{M + 96}$$

Решая это уравнение, получаем  $M = 207$  г/моль. Неизвестный металл – свинец.



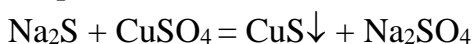
$$\nu(\text{PbS}) = \frac{m}{M} = \frac{4.78}{239} = 0.02 \text{ моль} = \nu(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)$$

$$m(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \nu \cdot M = 0.02 \cdot 331 = 6.62 \text{ г}$$

Поскольку это количество  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  содержалось в половине раствора, то есть в 100 г, то

$$\omega(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = \frac{6.62}{100} \cdot 100\% = 6.62\%$$

9. Из трех солей с раствором сульфата меди (II) взаимодействует только сульфид натрия:



$$\nu(\text{CuS}) = \frac{m}{M} = \frac{4.8}{96} = 0.05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CuS}) = \nu(\text{Na}_2\text{S}) = 0.05 \text{ моль (по уравнению реакции)}$$

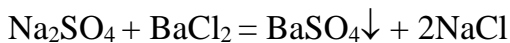
$$m(\text{Na}_2\text{S}) = \nu \cdot M = 0.05 \cdot 78 = 3.9 \text{ г}$$



3,9 г сульфида натрия содержится в половине раствора, а значит и в половине смеси, то есть в 10 г смеси.

$$\omega(\text{Na}_2\text{S}) = \frac{m(\text{Na}_2\text{S})}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{3,9}{10} \cdot 100\% = 39\%$$

Хлорид бария взаимодействует далее с сульфатом натрия:



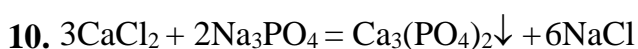
$$v(\text{BaSO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{4,66}{233} = 0,02 \text{ моль}$$

$v(\text{BaSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,02$  моль (по уравнению реакции)

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,02 \cdot 142 = 2,84$  г (в половине раствора, в половине смеси, в 10 г)

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{2,84}{10} \cdot 100\% = 28,4\%$$

$$\omega(\text{NaCl}) = 100\% - \omega(\text{Na}_2\text{S}) - \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 100\% - 39\% - 28,4\% = 32,6\%$$



$$v(\text{CaCl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{4,5}{111} = 0,04 \text{ моль}$$

$$v(\text{Na}_3\text{PO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{4,1}{164} = 0,025 \text{ моль}$$

$v(\text{CaCl}_2) : v(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 3:2$  (по уравнению реакции)

Для 2 моль  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  надо 3 моль  $\text{CaCl}_2$ ;

для 0,025 моль  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  надо  $0,025 \cdot 1,5 = 0,0375$  моль  $\text{CaCl}_2$ , а взяли 0,04 моль  $\text{CaCl}_2$ , то есть  $\text{CaCl}_2$  – в избытке. Расчет ведем по недостатку – по  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

$v(\text{Na}_3\text{PO}_4) : v(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 2:1$  (по уравнению реакции).

Из 0,025 моль  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  теоретически должно получиться  $0,025:2 = 0,0125$  моль  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

$$m(\text{теор. Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = v \cdot M = 0,0125 \cdot 310 = 3,875 \text{ г}$$

$$\eta = \frac{m(\text{практ})}{m(\text{теор})} \cdot 100\%$$

$$m(\text{практ. Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = \frac{m(\text{теор}) \cdot \eta}{100} = \frac{3,875 \cdot 88}{100} = 3,412$$

## Вступительная работа по химии в химический и биологический классы 2020.

## 1 часть

За правильный ответ на каждое из заданий 1 – 5 ставится 1 балл. Задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде последовательности цифр, указанной в задании.

1. Дан ряд химических элементов:

- 1) Al 2) Sb 3) Mg 4) Bi 5) N

Определите, катионы каких из этих элементов имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня  $3s^0$ .

Ответ:

--	--

Максимальный балл - 1

2. Дан ряд химических элементов:

- 1) Al 2) Sb 3) Mg 4) Bi 5) N

Выберите три элемента, которые в периодической системе химических элементов Д.И.

Менделеева находятся в главной подгруппе одной группы. Расположите выбранные элементы в порядке уменьшения кислотных свойств их высших оксидов.

Ответ:

--	--	--

Максимальный балл - 1

3. Из предложенного перечня выберите два вещества, имеющих немолекулярное строение, в которых присутствует несколько типов химической связи

- 1)  $H_2O_2$   
2)  $K_2O_2$   
3) LiOH  
4)  $Na_2O$   
5)  $H_2O$

Ответ:

--	--

Максимальный балл - 1

4. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые НЕЛЬЗЯ получить растворением оксида в воде

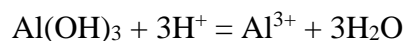
- 1) серная кислота  
2) сернистая кислота  
3) азотная кислота  
4) плавиковая кислота  
5) гидроксид меди (II)

Ответ:

--	--

Максимальный балл – 1

5. Из предложенного перечня выберите два фактора, от которых НЕ ЗАВИСИТ скорость химической реакции



- 1) концентрация кислоты  
2) концентрация ионов алюминия  
3) давление  
4) температура  
5) природа взятой кислоты

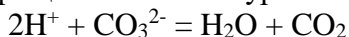
Ответ:

--	--

Максимальный балл – 1

За полный правильный ответ в заданиях 6 – 11 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, - 1 балл; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

6. В пробирку с веществом X добавили раствор соли Y. В результате произошла реакция, которую описывает следующее сокращенное ионное уравнение:



Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступить в описанную реакцию

- 1) карбонат кальция
- 2) гидрокарбонат натрия
- 3) карбонат калия
- 4) азотная кислота
- 5) уксусная кислота

Ответ:

X	Y

Максимальный балл – 2

7. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодействовать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| А) NaOH                           | 1) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , CH <sub>3</sub> COOH, KOH |
| Б) FeSO <sub>4</sub>              | 2) BaCl <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, LiOH                 |
| В) Zn(OH) <sub>2</sub>            | 3) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al, CuS                   |
| Г) K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 4) Al, S, SiO <sub>2</sub>                                    |
|                                   | 5) HNO <sub>3</sub> , BaCl <sub>2</sub> , MgSO <sub>4</sub>   |

Ответ:

А	Б	В	Г

Максимальный балл – 2

8. Установите соответствие между схемой окислительно-восстановительной реакции и коэффициентом, стоящим в уравнении реакции перед формулой вещества-окислителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

СХЕМА ОВР

КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕД  
ФОРМУЛОЙ ВЕЩЕСТВА-ОКИСЛИТЕЛЯ

- |  |      |
|--|------|
| А) Cl <sub>2</sub> + KOH = KCl + KClO + H <sub>2</sub> O                           | 1) 1 |
| Б) FeCl <sub>2</sub> + Cl <sub>2</sub> = FeCl <sub>3</sub>                         | 2) 2 |
| В) MnO <sub>2</sub> + HCl = Cl <sub>2</sub> + MnCl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O | 3) 3 |
| Г) FeCl <sub>3</sub> + Fe = FeCl <sub>2</sub>                                      | 4) 4 |
|  | 5) 0 |

Ответ:

А	Б	В	Г

Максимальный балл – 2

9. Установите соответствие между формулой соли и окраской лакмуса в ее водном растворе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

ФОРМУЛА СОЛИ

ОКРАСКА ЛАКМУСА

- |                      |            |
|----------------------|------------|
| А) NH <sub>4</sub> I | 1) красная |
|----------------------|------------|

- Б) KF  
 В) Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
 Г) K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>

- 2) синяя  
 3) фиолетовая  
 4) бесцветная

Ответ:

А	Б	В	Г

Максимальный балл – 2

10. Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе ее раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ

А) нитрат меди

1) кислород

Б) хлорид кальция

2) бром

В) сульфат калия

3) медь

Г) бромид магния

4) хлор

5) калий

6) водород

Ответ:

А	Б	В	Г

Максимальный балл – 2

11. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком химической реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРИЗНАК ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ

А) Хлорид меди (II) (раствор) и гидроксид калия (раствор)

1) образование осадка

2) растворение осадка

Б) Гидроксид меди (II) и соляная кислота

3) выделение газа

В) Гидроксид алюминия и соляная кислота

4) нет видимых признаков реакции

Г) Гидроксид калия (раствор) и соляная кислота

5) образование осадка и выделение газа

Ответ:

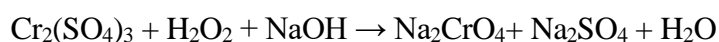
А	Б	В	Г

Максимальный балл – 2

2 часть

**Напишите подробные решения заданий**

12. Используя метод электронного баланса, составьте уравнение реакции



Определите окислитель и восстановитель. (Максимальный балл – 3)

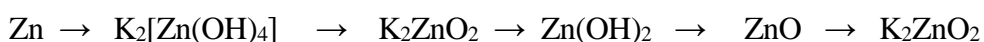
13. К раствору хлорида кальция добавили раствор карбоната калия. Выпал осадок. Этот осадок растворился при пропускании углекислого газа в реакционную смесь. К получившемуся раствору добавили раствор гидроксида кальция, при этом снова выпал осадок. Осадок отфильтровали и

прокалили. Напишите уравнения четырех описанных реакций. (Максимальный балл – 8)

14. В 278, 125 г 12%-го раствора хлорида алюминия пропустили 13,44 (н.у.) аммиака. К получившейся смеси добавили раствор гидроксида натрия. Определите минимальную массу 10%-го раствора гидроксида натрия, необходимого для завершения всех химических реакций.

(Максимальный балл – 7)

15. Написать уравнения реакций, расставив в них коэффициенты, позволяющих осуществить следующую цепочку превращений:



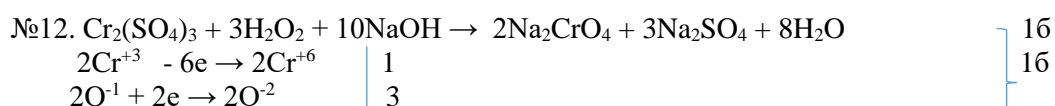
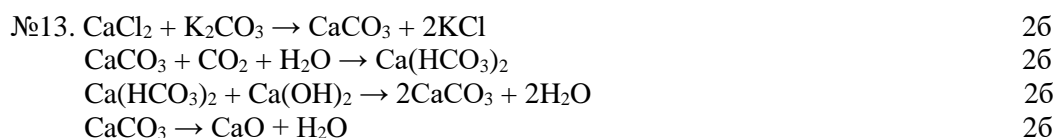
(Максимальный балл – 8)

16. 5,75 г натрия поместили в 100 г воды. После завершения реакции к получившемуся раствору добавили 8,875 г оксида фосфора (V). Раствор охладили, часть образовавшейся соли выпала в осадок. Определите массу осадка, если известно, что при данных условиях в 100г воды растворяется 5,66 г соли. (Максимальный балл – 7)

Ответы. Экзаменационная работа в 10 химический и биологический классы 2020г.

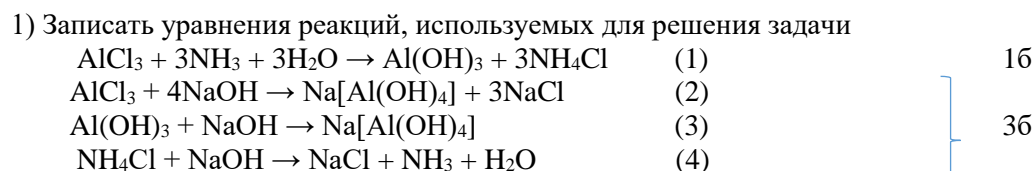
За правильно выполненные задания 1 – 11 ставится 1балл, за №13 – 4балла.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
13	524	23	45	23	43	4215	1112	1232	1412	1224



$\text{Cr}^{+3}$  (в  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ) – восстановитель 16  
 $\text{O}^{-1}$  (в  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) – окислитель

№14.



2) Найти количества веществ данных по условию задачи

$$v(\text{AlCl}_3) = m(\text{в-ва}) / M = w \cdot m(\text{р-ра}) / M = 0,12 \cdot 278,125 / 133,5 = 0,25 \text{ моль}$$

$$v(\text{NH}_3) = V / V_m = 13,44 / 22,4 = 0,6 \text{ моль}$$

т.к.  $v(\text{AlCl}_3) : v(\text{NH}_3) = 1 : 3$ , следовательно  $\text{AlCl}_3$  – в избытке,  $v(\text{AlCl}_3)_{\text{изб.}} = 0,05 \text{ моль}$

$$v(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0,2 \text{ моль (из 1 ур.р.)}, v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,6 \text{ моль (из 1 ур.р.)}$$

26

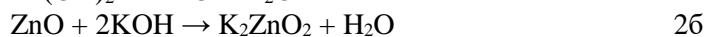
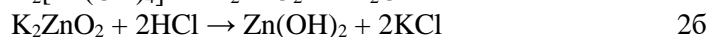
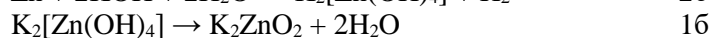
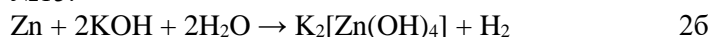
3) Вычислить минимальную массу раствора гидроксида натрия

$\nu(\text{NaOH})_{\text{общее}} = 1 \text{ моль}$  (из ур.р. 2,3,4)

$$m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = m_{\text{в-ва}} / w = \nu \cdot M / w = 1 \cdot 40 / 0,1 = 400\text{г}$$

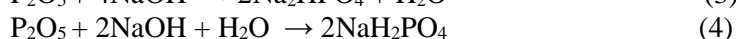
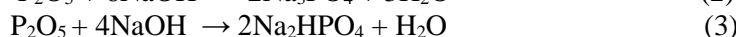
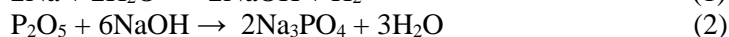
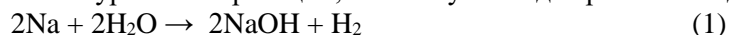
16

№15.



№16.

1) Записать уравнения реакций, используемых для решения задачи



16

16

2) Найти количества веществ данных по условию задачи

$$\nu(\text{Na}) = m(\text{в-ва}) / M = 5,75 / 23 = 0,25 \text{ моль},$$

т.к. по ур.р. (1)  $\nu(\text{Na}) : \nu(\text{NaOH}) = 2 : 2$ , следовательно,  $\nu(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}$

$$\nu(\text{P}_2\text{O}_5) = m(\text{в-ва}) / M = 8,875 / 142 = 0,0625 \text{ моль}$$

определяем, какая соль будет образовываться в результате взаимодействия

оксида фосфора (V) со щелочью и каково её количество вещества и масса:

$\nu(\text{P}_2\text{O}_5) : \nu(\text{NaOH}) = 0,0625 : 0,25 = 1 : 4$ , следовательно выбираем для решения ур.р. №3

$$\nu(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,125 \text{ моль}; m(\text{Na}_2\text{HPO}_4)_{\text{чист}} = \nu \cdot M = 0,125 \cdot 142 = 17,75\text{г};$$

26

3) Определяем массу получившегося в ходе реакции раствора и количество в нем воды

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{Na}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{H}_2) + m(\text{P}_2\text{O}_5) = 5,75 + 100 - 0,25 + 8,875 = 114,375\text{г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 114,375 - 17,75 = 96,625\text{г}$$

26

4) Определяем массу соли, выпавшей в осадок, при данных условиях задачи

В 100г воды – растворяется 5,66г соли

В 96,625г воды – растворяется x г соли

$$x = 5,66 \cdot 96,625 : 100 = 5,47\text{г}$$

$$m(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 17,75 - 5,47 = 12,28\text{г}$$

16

Рекомендуем решить задачи из сборника Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы, в следующем порядке:

№№ 1.46, 1.48, 1.49, 4.73, 1.50, 1.52, 4.62, 4.63, 4.64, 4.74, 8.1, 8.5, 12.17, 1.54, 1.56, 1.66, 10.8, 13.16, 1.58, 4.65, 5.41, 4.66, 4.69, 4.72, 8.8, 8.16, 9.2, 11.9, 1.55, 8.13, 12.11, 1.59, 11.21, 9.5, 9.7, 9.26, 14.6, 1.60, 1.61, 1.63, 8.7, 8.11, 9.23, 10.20, 12.19, 20, 33. Задачи №№ 20, 33 - из раздела «Задачи повышенной трудности».

#### Рекомендуемая литература

1. Хомченко Г.П. Химия для поступающих в вузы. – М. Высшая школа, 1993  
Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы. – М. Высшая школа, 1994 г.