

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность - 90 минут***  
**(6 ноября 2020 года)**

**9 класс**

**Задача 9-1**

При взаимодействии 3.34 г сплава железа и алюминия с избытком соляной кислоты выделилось 1.792 л газа (условия нормальные). Вычислите массу каждого металла в сплаве. Какой объем газа выделится при обработке той же массы того же сплава избытком раствора щелочи. Напишите уравнения протекающих реакций.

**Решение**

Пусть  $x$  г – масса железа в смеси, тогда  $(3.34-x)$  г – масса алюминия в смеси. Выразим количества вещества железа и алюминия через  $x$ :

$n(\text{Fe})=x/56=[0.01786 \cdot x]$  моль;  $n(\text{Al})=(3.34-x)/27=[0.1237-0.03703 \cdot x]$  моль.

Сплав железа и алюминия растворяют в соляной кислоте:



При растворении железа в избытке соляной кислоты выделяется  $n_1(\text{H}_2)=n(\text{Fe})=0.01786 \cdot x$  моль водорода, который при нормальных условиях занимает объем  $0.01786 \cdot x \cdot 22.4=0.4 \cdot x$  л.

Растворение алюминия приводит к выделению

$n_2(\text{H}_2)=1.5 \cdot n(\text{Al})=1.5 \cdot [0.1237-0.03703 \cdot x]=[0.1856-0.05555 \cdot x]$  моль водорода объемом  $[0.1856-0.05555 \cdot x] \cdot 22.4=[4.157-1.244 \cdot x]$  л.

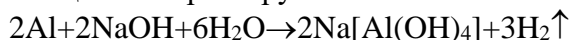
Суммарный объем выделившегося водорода равен:

$0.4 \cdot x+4.157-1.244 \cdot x=4.157-0.844 \cdot x$  или  $1.792$  л.

$4.157-0.844 \cdot x=1.792$ . Отсюда  $x=2.8$ .

Следовательно, сплав содержит 2.8 г железа и  $3.34-2.8=0.54$  г алюминия.

Со щелочью реагирует только алюминий:



При растворении 0.54 г или  $0.54/27=0.02$  моль алюминия в избытке щелочи выделится  $0.02 \cdot 1.5=0.03$  моль водорода, который при нормальных условиях занимает объем  $0.03 \cdot 22.4=67.2$  л.

**Разбалловка:**

За расчет массы металлов в сплаве

5+5 = 10 б

За уравнения реакций

5+5 = 10 б

За расчет объема газа

5 б

**Итого 25 баллов**

**Задача 9-2**

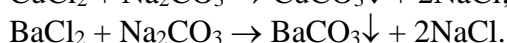
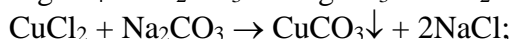
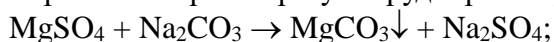
Какие три соли из перечисленных пяти могут одновременно находиться в водном растворе: сульфат магния, карбонат натрия, хлорид меди (II), хлорид бария, нитрат натрия? Приведите два варианта ответа и поясните, сопроводив их при необходимости уравнениями реакций.

**Решение**

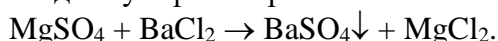
Одновременно в растворе могут находиться следующие три соли:

а)  $\text{MgSO}_4, \text{CuCl}_2, \text{NaNO}_3$ ; б)  $\text{CuCl}_2, \text{BaCl}_2, \text{NaNO}_3$ .

Карбонат натрия образует труднорастворимые соединения с солями магния, меди и бария:



Сульфат магния и хлорид бария не смогут существовать вместе в растворе из-за образования осадка сульфата бария:



**Разбалловка:**

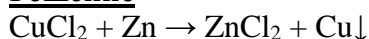
За каждый вариант по 6 б	12 б
За уравнения реакций по 2 б	8 б
За пояснения	5 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 9-3

В колбу засыпали 102.6 г дигидрата хлорида меди (II), 52 г цинковой пыли, долили воды, смесь перемешивали до прекращения изменений. Затем добавили избыток раствора гидроксида натрия и снова перемешивали до прекращения изменений. Вычислите количество моль цинка в растворимой форме, находящейся в растворе, а также качественный и количественный (моль) состав осадка. Запишите уравнения протекающих реакций. При вычислениях атомные массы металлов округляйте до целых значений.

#### Решение



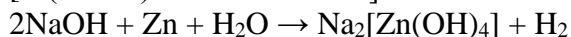
$$n(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 102.6/171 = 0.6 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Zn}) = 52/65 = 0.8 \text{ моль, цинк в избытке.}$$

В растворе получится  $\text{ZnCl}_2$  0.6 моль.

В осадке получится медь 0.6 моль, и останется цинк 0.2 моль.

Прибавленная щелочь прореагирует с цинком [ $n_1(\text{NaOH}) = 0.2 \cdot 2 = 0.4$  моль] и  $\text{ZnCl}_2$  [ $n_2(\text{NaOH}) = 0.6 \cdot 4 = 2.4$  моль].



В конечном растворе будет присутствовать **0.8 моль** растворимого  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ .

В осадке будет **0.6 моль меди**.

#### **Разбалловка:**

За расчет  $n(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4])$ ,  $n(\text{Cu})$  по 8 б.

16 б

За 3 уравнения реакций по 3 б

9 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 9-4

В состав некоторого минерала входят медь, железо, сера с массовыми долями соответственно 34.63%, 30.46% и 34.91%. Определите его формулу. Атомные массы металлов при вычислениях округляйте до целых значений.

#### Решение

Примем за 100 г массу вещества и найдем соотношение количеств меди, железа и серы:

$$n(\text{Cu}) : n(\text{Fe}) : n(\text{S}) = 34.63/64 : 30.46/56 : 34.91/32 = 0.5411 : 0.5439 : 1.09 = 1 : 1.005 : 2.01 = 1 : 1 : 2. \text{ Это минерал халькопирит } \text{CuFeS}_2.$$

#### **Разбалловка:**

За определение количеств элементов в 100 г вещества по 5 б.

15 б

За вывод формулы  $\text{CuFeS}_2$

10 б

**Итого 25 баллов**

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность – 90 минут***  
**(7 ноября 2020 года)**

**9 класс**

**Задача 9-1**

При взаимодействии 3.34 г сплава железа и алюминия с избытком соляной кислоты выделилось 1.792 л газа (условия нормальные). Вычислите массу каждого металла в сплаве. Какой объем газа выделится при обработке той же массы того же сплава избытком раствора щелочи. Напишите уравнения протекающих реакций.

**Решение**

Пусть  $x$  г – масса железа в смеси, тогда  $(3.34-x)$  г – масса алюминия в смеси. Выразим количества вещества железа и алюминия через  $x$ :

$n(\text{Fe})=x/56=[0.01786 \cdot x]$  моль;  $n(\text{Al})=(3.34-x)/27=[0.1237-0.03703 \cdot x]$  моль.

Сплав железа и алюминия растворяют в соляной кислоте:



При растворении железа в избытке соляной кислоты выделяется  $n_1(\text{H}_2)=n(\text{Fe})=0.01786 \cdot x$  моль водорода, который при нормальных условиях занимает объем  $0.01786 \cdot x \cdot 22.4=0.4 \cdot x$  л.

Растворение алюминия приводит к выделению

$n_2(\text{H}_2)=1.5 \cdot n(\text{Al})=1.5 \cdot [0.1237-0.03703 \cdot x]=[0.1856-0.05555 \cdot x]$  моль водорода объемом  $[0.1856-0.05555 \cdot x] \cdot 22.4=[4.157-1.244 \cdot x]$  л.

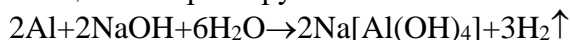
Суммарный объем выделившегося водорода равен:

$0.4 \cdot x+4.157-1.244 \cdot x=4.157-0.844 \cdot x$  или  $1.792$  л.

$4.157-0.844 \cdot x=1.792$ . Отсюда  $x=2.8$ .

Следовательно, сплав содержит 2.8 г железа и  $3.34-2.8=0.54$  г алюминия.

Со щелочью реагирует только алюминий:



При растворении 0.54 г или  $0.54/27=0.02$  моль алюминия в избытке щелочи выделится  $0.02 \cdot 1.5=0.03$  моль водорода, который при нормальных условиях занимает объем  $0.03 \cdot 22.4=67.2$  л.

**Разбалловка:**

За расчет массы металлов в сплаве

5+5 = 10 б

За уравнения реакций

5+5 = 10 б

За расчет объема газа

5 б

**Итого 25 баллов**

**Задача 9-2**

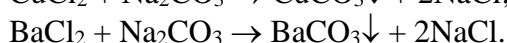
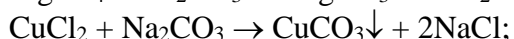
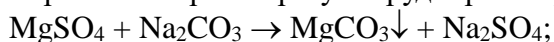
Какие три соли из перечисленных пяти могут одновременно находиться в водном растворе: сульфат магния, карбонат натрия, хлорид меди (II), хлорид бария, нитрат натрия? Приведите два варианта ответа и поясните, сопроводив их при необходимости уравнениями реакций.

**Решение**

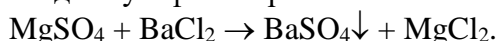
Одновременно в растворе могут находиться следующие три соли:

а)  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ ; б)  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ .

Карбонат натрия образует труднорастворимые соединения с солями магния, меди и бария:



Сульфат магния и хлорид бария не смогут существовать вместе в растворе из-за образования осадка сульфата бария:



**Разбалловка:**

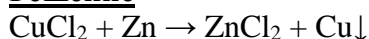
За каждый вариант по 6 б	12 б
За уравнения реакций по 2 б	8 б
За пояснения	5 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 9-3

В колбу засыпали 102.6 г дигидрата хлорида меди (II), 52 г цинковой пыли, долили воды, смесь перемешивали до прекращения изменений. Затем добавили избыток раствора гидроксида натрия и снова перемешивали до прекращения изменений. Вычислите количество моль цинка в растворимой форме, находящейся в растворе, а также качественный и количественный (моль) состав осадка. Запишите уравнения протекающих реакций. При вычислениях атомные массы металлов округляйте до целых значений.

#### Решение



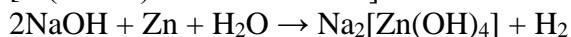
$$n(\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 102.6/171 = 0.6 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Zn}) = 52/65 = 0.8 \text{ моль, цинк в избытке.}$$

В растворе получится  $\text{ZnCl}_2$  0.6 моль.

В осадке получится медь 0.6 моль, и останется цинк 0.2 моль.

Прибавленная щелочь прореагирует с цинком [ $n_1(\text{NaOH}) = 0.2 \cdot 2 = 0.4$  моль] и  $\text{ZnCl}_2$  [ $n_2(\text{NaOH}) = 0.6 \cdot 4 = 2.4$  моль].



В конечном растворе будет присутствовать **0.8 моль** растворимого  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ .

В осадке будет **0.6 моль меди**.

#### **Разбалловка:**

За расчет  $n(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4])$ ,  $n(\text{Cu})$  по 8 б.

16 б

За 3 уравнения реакций по 3 б

9 б

**Итого 25 баллов**

### Задача 9-4

В состав некоторого минерала входят медь, железо, сера с массовыми долями соответственно 34.63%, 30.46% и 34.91%. Определите его формулу. Атомные массы металлов при вычислениях округляйте до целых значений.

#### Решение

Примем за 100 г массу вещества и найдем соотношение количеств меди, железа и серы:

$$n(\text{Cu}) : n(\text{Fe}) : n(\text{S}) = 34.63/64 : 30.46/56 : 34.91/32 = 0.5411 : 0.5439 : 1.09 = 1 : 1.005 : 2.01 = 1 : 1 : 2. \text{ Это минерал халькопирит } \text{CuFeS}_2.$$

#### **Разбалловка:**

За определение количеств элементов в 100 г вещества по 5 б.

15 б

За вывод формулы  $\text{CuFeS}_2$

10 б

**Итого 25 баллов**

**«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ» - Химия**  
**ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР. *Продолжительность – 90 минут***  
**(8 ноября 2020 года)**

**9 класс**

**Задача 9-1**

Металлическую пластинку массой 50 г выдержали в растворе соляной кислоты. В результате ее масса уменьшилась на 1.68% и при этом выделилось 0.336 л газа (н. у.).

Из какого металла может быть изготовлена пластинка? Напишите уравнение протекающей реакции. Приведите расчеты и все необходимые пояснения.

**Решение:**

Запишем уравнение реакции, протекающей на поверхности пластинки:



где n – валентность металла M.

Растворилось  $(50 \text{ г} \cdot 0.0168)/M(M)$  металла, M(M) – молярная масса металла. При этом выделилось  $0.336/22.4=0.015$  моль газа. С другой стороны, количество выделившегося газа можно рассчитать исходя из количества растворившегося металла:

$$0.5 \cdot n \cdot (50 \text{ г} \cdot 0.0168)/M(M) = 0.015.$$

$$\text{Отсюда } M(M)/n = 0.5 \cdot 50 \cdot 0.0168 / 0.015 = 28.$$

Для n=1 получаем M(M) = 28 г/моль (Si) – не подходит по условию задачи, так как кремний не является металлом.

Для n=2 получаем M(M) = 56 г/моль (Fe).

Для n=3 получаем M(M) = 84 г/моль (Kr) – не подходит по условию задачи, так как криптон не является металлом.

Для n=4 получаем M(M) = 112 г/моль (Cd) – не подходит по условию задачи, так как кадмий не проявляет валентность 4.

Таким образом, единственно верным ответом является железо.

**Разбалловка:**

За установление природы металла (включая расчет)

5+10 = 15б

За написание химической реакции

5б

За объяснения

5б

**Итого 25 баллов**

**Задача 9-2**

Рассчитайте число атомов кислорода, находящихся в 8.96 л углекислого газа при нормальных условиях.

**Решение**

В первую очередь, найдем количество вещества углекислого газа в 8.96 л при нормальных условиях:  $n(\text{CO}_2) = 8.96/22.4 = 0.4$  моль. В соответствии с химической формулой углекислого газа  $\text{CO}_2$ , количество атомов кислорода в два раза больше, т.е. 0.8 моль. Число атомов кислорода вычислим как произведение количества атомов на число Авогадро  $N_A$ :

$$0.8 \text{ моль} \cdot N_A = 0.8 \text{ моль} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 4.816 \cdot 10^{23}.$$

**Разбалловка:**

За расчет количества вещества углекислого газа

5б

За расчет числа атомов кислорода (вычисления + правильный ответ)

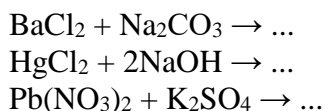
10+10=20б

**Итого 25 баллов**

**Задача 9-3**

Воспользуйтесь выданной таблицей растворимости и объясните, почему некоторые вещества можно, а некоторые невозможно синтезировать ожидаемыми реакциями простого ионного обмена в водном растворе. Составьте уравнения протекающих реакций.

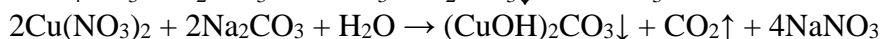




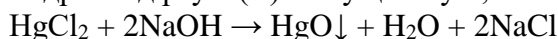
### Решение

В таблицах растворимости для некоторых продуктов реакций ионного обмена поставлены прочерки или вопросительные знаки с примечанием «не существуют или разлагаются водой».

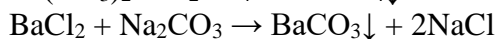
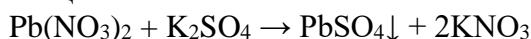
Продукты реакций 1 и 2 подвергаются гидролизу по катиону и аниону с образованием слабого основания и слабой кислоты:



Гидроксид ртути(II) не существует, так как разлагается до оксида и воды:



Сульфат свинца и карбонат бария не растворяются в воде, и реакции ионного обмена идут до конца:



### **Разбалловка:**

За 5 уравнений по 5 б.

25 б

**Итого 25 баллов**

### **Задача 9-4**

Какие массы 10%-го и 90%-го растворов серной кислоты надо смешать, чтобы получить 100 г 20%-го?

### Решение

Примем  $m_1(10\text{-го раствора}) = x$  г, тогда  $m_2(90\text{-го раствора}) = (100-x)$  г.

Найдем массу содержащейся кислоты  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1x + 0.9(100-x) = 90 - 0.8x$ .

Выразим массовую долю кислоты в полученном растворе:

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = (90 - 0.8x)/100 = 0.2 \quad 90 - 0.8x = 20 \quad 0.8x = 70 \quad x = 87.5$$

Ответ: **87.5 г** 10%-го раствора кислоты и **12.5 г** 90%-го раствора.

### **Разбалловка:**

За вывод выражения расчета массы кислоты в каждом растворе по 5б

10 б

За установление масс растворов

15 б

**Итого 25 баллов**