**Подготовка к ЕГЭ. Задачи на смеси. Расчеты по уравнениям реакций**

**(Вопрос №33 (№39-2016 г.) (С4)).**

***Автор: Бабий Т.М. учитель химии МБОУ «СОШ № 198»***

***Бормотова Н.А. учитель химии МБОУ «СОШ № 89»***

Определение состава продукта реакции (задачи на "тип соли")".

В задании №39 встречаются задачи, которые можно разделить на пять типов:

1. расчеты по уравнениям реакций;
2. определение состава продукта реакции (задачи на "тип соли");
3. задачи на смеси веществ;
4. нахождение массовой доли одного из продуктов реакции в растворе по уравнению материального баланса;
5. нахождение массы одного из исходных веществ по уравнению материального баланса.

**Задачи на смеси. С4. ЕГЭ**

**Смеси** – это сложные системы, состоящие из двух или более веществ. Состав смесей выражают разными способами, наиболее часто встречающейся в задачах величиной является массовая доля вещества.  
**Массовая доля вещества** в смеси – это отношение массы вещества к массе всей смеси:  
ω( в-ва)**= m (в-ва) / m(смеси)**

выражается она в долях от единицы или процентах.

Задачи на смеси очень разнообразны, способы их решения –тоже. Главное при решении –правильно составить уравнения. реакций, а для этого нужно иметь

прочные знания о химических свойствах веществ. Напомним основные моменты.

***Взаимодействие металлов с кислотами***

* С растворимыми минеральными кислотами (кроме азотной и концентрированной серной) реагируют только металлы, находящиеся в электрохимическом ряду напряжений левее водорода. При этом металлы, имеющие несколько степеней окисления (железо, хром, марганец, никель), проявляют *минимальную* из возможных степень окисления – обычно это +2.
* Взаимодействие металлов (в том числе и тех, которые находятся в электрохимическом ряду правее водорода) с азотной кислотой приводит к образованию продуктов восстановления азота, а с серной концентрированной кислотой – к выделению продуктов восстановления серы. Поскольку в реальности образуется смесь продуктов восстановления, в задаче часто есть прямое указание на получающееся вещество.
* С холодными (без нагревания) концентрированными азотной и серной кислотами **не** реа-

гируют Al, Cr, Fe. При нагревании реакция протекает и образуются соли этих металлов

в степениокисления +3. Не реагируют с данными кислотами ни при какой концентрации

Au и Pt.

***Взаимодействие металлов с водой и щелочами***

• В воде при комнатной температуре растворяются только металлы, которым соответствуют растворимые основания (щелочи). Это щелочные металлы – Li, Na, K,

Rb, Cs, а также металлы IIа группы – Са, Sr, Ba. Образуется щелочь и водород. При кипячении в воде также можно растворить Mg.

• В щелочи могут раствориться только амфотерные металлы –алюминий, цинк, бериллий, олово. При этом образуются гидроксо-комплексы и выделяется водород,

например:

2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na[Al(OH)4] + 3H2↑,

Zn + 2NaOH + 2H2O = Na2[Zn(OH)4] + H2↑.

**ТИП I. НЕРАСТВОРИМОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ**.

**Задача 1.** Смесь алюминия и железа обработали избытком соляной кислоты, при этом выделилось 8,96 л газа (н.у.). Это же количество смеси обработали избытком раствора гидроксида натрия, выделилось 6,72 л газа (н.у.). Найти массовую долю железа в исходной смеси.

*Решение*

1) Составим уравнения реакций взаимодействия металлов с

кислотой и щелочью, при этом нужно учесть, что железо **не реагирует** с раствором щелочи:

2Al + 6HCl = 2AlCl3+ 3H2 ↑ (1)

2моль 3моль

Fe + 2HCl = FeCl2 +H2↑ (2)

1моль 1моль

2Al + 2NaOH + 6H2O == 2Na[Al(OH)4] + 3H2↑ (3)

2моль 3моль

2) Поскольку со щелочью реагирует только алюминий, то мож-

но найти его количество вещества:

ν(Н2) = *V*/*VM* = 6,72 (л) / 22,4 (л/моль) = 0,3 моль,

следовательно, **ν(Al)** = 0,2 моль.

3) Поскольку для обеих реакций были взяты одинаковые количества смеси, то в реакцию с

соляной кислотой вступило такое же количество алюминия, как и в реакцию со щелочью,

– 0,2 моль.

По уравнению (1) находим:

ν(Н2) = 0,3 моль.

4) Найдем количество вещества водорода, выделившегося в результате реакции металлов с кислотой:

νобщ(Н2) = *V* / *VМ* = 8,96 (л) / 22,4 (л/моль) = 0,4 моль.

5) Найдем количество вещества водорода, выделившегося при взаимодействии железа с кислотой, и затем количество вещества железа:

ν(Н2) = νобщ(Н2) – ν(Н2) = 0,4 – 0,3 = 0,1 моль,

ν(Fe) = 0,1 моль.

6) Найдем массы Al, Fe, массу смеси и массовую долю железа в смеси:

*m*(Al) = 27 (г/моль) \* 0,2 (моль) = 5,4 г,

*m*(Fe) = 56 (г/моль) \* 0,1 (моль) = 5,6 г,

*m*смеси(Al, Fe) = 5,4 + 5,6 = 11 г,

ω(Fe) = *m*в-ва / *m*см = 5,6 / 11 = 0,5091 (50,91 %).

*Ответ*. ω(Fe) = 50,91 %.

**ТИП II. ≪ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ≫**

Речь идет об одновременно происходящих реакциях, с реагентом (реагентами) взаимодействуют все компоненты смеси. Для определения порций отдельных компонентов придется использовать алгебраический алгоритм. Поскольку в дальнейшем предстоят расчеты по уравнениям реакций, в качестве неизвестной величины лучше всего выбрать количество вещества.

***Алгоритм 1. Решение через систему уравнений с двумя неизвестными***

*(подходит для любой задачи такого типа)*

**1.** Составить уравнения реакций.

**2.** Количества веществ (ν) в исходной смеси обозначить через *х*, *у* моль и, согласно молярным соотношениям по уравнениям реакций, выразить через *х*, *у* моль количества веществ в

образовавшейся смеси.

**3.** Составить математические уравнения. Для этого следует выразить массу (или объем)

веществ через *х*, *у* и молярную массу (молярный объем) по формулам:

*m* = ν\**M*; *V* = ν\**VМ*.

**4.** Составить систему уравнений и решить ее.

**5.** Далее решать согласно условиям задачи

**Задача 1.** Пластинку из магниево-алюминиевого сплава массой 3,9 г поместили

в раствор соляной кислоты. Пластинка растворилась, и выделилось 4,48 л газа. Найти массовые доли металлов в сплаве.

*Решение*

1) Запишем уравнения реакции:

Mg + 2HCl = MgCl2 +H2↑

1моль 1моль

2Al+ 6HCl = 2AlCl3 +3H2↑

2моль 3моль

2) Обозначим количества веществ:

ν(Mg) = *x* моль; ν(Н2) = *х* моль;

ν(Al) = *y* моль; ν(Н2) = 1,5 *у* моль.

3) Составим математические уравнения: найдем массы магния, алюминия и их смеси, а также ко-

личество вещества выделившегося водорода:

*m*(Mg) = 24*x*,

*m*(Al) = 27*y*,

*m*(смеси) = 24*х* + 27*y*;

ν(Н2) = *V*/*VM* = 4,48 (л) / 22,4 (л/моль) = 0,2 моль.

4) Составим систему уравнений и решим ее:

24*x+* 27*y=*3,9

*x +* 1,5*y =* 0, 2 .

*х* = 0,2 – 1,5*у*,

24(0,2 – 1,5*у*) + 27*у* = 3,9,

*у* = 0,1;

*х* = 0,2 – 1,5\*0,1 = 0,05.

5) Найдем массы магния и алюминия и их массовые доли в смеси:

*m*(Mg) = 0,05 (моль) \* 24 (г /моль) = 1,2 г,

*m*(Al) = 0,1 (моль) \* 27 (г /моль) = 2,7 г,

ω(Mg) = *m*(Mg) / *m*(см.) = 1,2 (г) / 3,9 (г) = 0,3077,

ω(Al) = *m*(Al) / *m*(см.) = 2,7 / 3,9 = 0,6923.

*Ответ*. ω(Mg) = 30,77 %; ω(Al) = 69,23 %.

**Задача 2.** К раствору, содержащему 5,48 г смеси сульфата и силиката натрия, прибавили избыток хлорида бария, в результате образовалось 9,12 г осадка. Найти массы солей в исходной смеси.

*Решение*

1) Составим уравнения реакций:

Na2SO4 + BaCl2 = BaSO4↓ + 2NaCl,

1моль 1моль

Na2SiO3 + BaCl2 =BaSiO3↓+ 2NaCl.

1моль 1моль

2) Обозначим количества веществ:

ν(Na2SO4) = *x* моль,

ν(BaSO4) = *х* моль;

ν(Na2SiO3) = *у* моль,

ν(BaSiO3) = *у* моль.

3) Составим формулы для массы веществ:

*m*(Na2SO4) = 142*x*,

*m*(BaSO4) = 233*x*,

*m*(Na2SiO3) = 122*y*,

*m*(BaSiO3) = 213*y*;

*m*(исх. см.) = *m*(Na2SO4) + *m*(Na2SiO3),

*m*(обр. см.) = *m*(BaSO4) + *m*(BaSiO3).

4) Составим систему уравнений и решим ее:

142*x+* 122*y* =5,48

233*x+* 213*y* =9,12 .

*х* = 0,03, *y* = 0,01.

*m*(Na2SO4) = 0,03 (моль)æ142 (г/моль) = 4,26 г,

*m*(Na2SiO3) = 5,48 – 4,26 = 1,22 г.

*Ответ*. *m*(Na2SO4) = 4,26 г; *m*(Na2SiO3) = 1,22 г.

***Алгоритм 2. Решение через уравнение с одним неизвестным***

*(подходит только для задач, в которых можно найти общее количество продукта, образующегося во всех параллельных реакциях)*

**1.** Составить уравнения реакций.

**2.** Найти количество образовавшегося вещества.

**3.** Обозначить количество вещества, получившегося в результате одной реакции, через

*х* моль, тогда количество вещества, получившегося в результате второй реакции, будет равно:

(ν – *х*). Выразить, согласно уравнениям реакций, количества веществ в исходной смеси.

**4.** Выразить массы веществ, составить и решить уравнение с одним неизвестным.

Из двух задач, решенных по *алгоритму 1*, этим способом можнорешить только **задачу 1.** (в разделе

ТИП II. ≪ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ≫)

*Решение задачи 1*

1) Составим уравнения реакций:

Mg+ 2HCl = MgCl2 + H2 ↑ (1)

1моль 1моль

2Al+ 6HCl = 2AlCl3 +3H2↑ (2)

2моль 3моль

2) Найдем количество вещества образовавшегося водорода:

ν(Н2) = *V* / *VМ* = 4,48 (л) / 22,4 (л/моль) = 0,2 моль.

3) Обозначим количество вещества водорода, получившегося по реакции (2),

ν(Н2) = *х* моль, тогда количество вещества водорода, получившегося по реакции (1),

равно: ν(Н2) = 0,2 – *х*.

Согласно уравнениям реакций в исходной смеси было:

ν(Mg) = 0,2 – *x*; ν(Al) = 2*x* / 3.

4) Выразим массы:

*m*(Mg) = 24(0,2 – *x*) = 4,8 – 24*x*,

*m*(Al) = 27æ2*x* /3 = 18*х*.

Составим уравнение с одним неизвестным:

4,8 – 24*х* + 18*х* = 3,9;

*х* = 0,15.

ν(Mg) = 0,2 – 0,15 = 0,05 моль;

ν(Al) = 2/3 \* 0,15 = 0,1 моль.

5) Найдем массы магния и алюминия и их массовые доли в смеси:

*m*(Mg) = 0,05 (моль) \* 24 (г /моль) = 1,2 г,

*m*(Al) = 0,1 (моль) \* 27 (г /моль) = 2,7 г,

ω(Mg) = *m*(Mg) / *m*(см.) = 1,2 (г) / 3,9 (г) = 0,3077,

ω(Al) = *m*(Al) / *m*(см.) = 2,7 / 3,9 = 0,6923.

*Ответ*. ω(Mg) = 30,77 %; ω(Al) = 69,23 %.

**ТИП III. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ**

**Задача 1.** При обработке 17,4 г смеси алюминия, железа и меди избытком соляной кисло-

ты выделилось 8,96 л (н.у.) . Не растворившийся в соляной кислоте остаток растворился

в концентрированной азотной кислоте с выделением 4,48 л газа (н.у.). Определить состав

исходной смеси (в %).

*Решение*

1) Составим уравнения реакций:

Fe+ 2HCl = FeCl2 + H2↑

1моль 1моль

2Al+ 6HCl = 2AlCl3 +3H2↑

2моль 3моль

Cu+ 4HNO3 == Сu(NO3)2 + 2NO2↑+ 2H2O.

1моль 2моль

2) Найдем количество вещества оксида азота(IV) и количество

вещества и массу меди:

ν(NO2) = *V* / *VМ* = 4,48 л / 22,4 (л/моль) = 0,2 моль,

ν(Сu) = 0,1 моль;

*m*(Cu) = *M* \* ν == 64 (г/моль) \* 0,1 (моль) = 6,4 г.

3) Найдем массу смеси железа и алюминия:

*m*(Fe, Al) = 17,4 (г) – 6,4 (г) = 11 г.

4) Обозначим количества веществ:

ν(Fe) = *x* моль, ν(Н2) = *х* моль;

ν(Al) = *y* моль, ν(Н2) = 1,5 *у* моль.

5) Выразим массы Fe и Al через *x* и *y*; найдем количество вещества водорода:

*m*(Fe) = 56*x*; *m*(Al) = 27*y*;

ν(Н2) = *V* / *VМ* = 8,96 (л) / 22,4 (л/моль) = 0,4 моль.

6) Составим систему уравнений и решим ее:

56*x* + 27*y =* 11

*X +* 1,5*y* =0,4 .

*х* = 0,4 – 1,5*у*;

56(0,4 – 1,5*у*) + 27*у* = 11,

*у* = 0,2;

*х* = 0,4 – 1,5\*0,2 = 0,1.

7) Найдем массы железа и алюминия, затем массовые доли веществ в смеси:

*m*(Fe) = 0,1 (моль) \* 56 (г/моль) = 5,6 г,

*m*(Al) = 0,2 (моль) \* 27 (г/моль) = 5,4 г;

ω(Cu) = *m*(Cu) / *m*(см.) = 6,4 (г) / 17,4 (г) = 0,368,

ω(Fe) = *m*(Fe) / *m*(см.) = 5,6 (г) / 17,4 (г) = 0,322,

ω(Al) = *m*(Al) / *m*(см.) = 5,4 (г) / 17,4 (г) = 0,31.

*Ответ*. ω(Сu) = 36,8 %; ω(Fe) = 32,2 %; ω(Al) = 31 %.

**ТИП IV. ЗАДАЧИ НА КИСЛЫЕ СОЛИ**

Этот тип задач тоже был предложен впервые в одном из вариантов ЕГЭ по химии в 2012 г. В зависимости от количеств реагирующих веществ возможно образование смеси двух солей. Приведем пример.

При нейтрализации оксида фосфора(V) щелочью в зависимости от молярного соотношения

образуются следующие продукты:

P2O5 + 6NaOH = 2Na3PO4 + 3H2O,

ν(P2O5) / ν(NaOH) = 1/6;

P2O5 + 4NaOH = 2Na2HPO4 + H2O,

ν(P2O5) / ν(NaOH) = 1/4;

P2O5 + 2NaOH + H2O = 2NaH2PO4,

ν(P2O5) / ν(NaOH) = 1/2.

При взаимодействии 0,2 моль Р2О5 с раствором щелочи, содержащим 0,9 моль NaOH, молярное

соотношение находится между 1/4 и 1/6. В этом случае образуется смесь двух солей: фосфата натрия и гидрофосфата натрия. Если раствор щелочи будет содержать 0,6 моль NaOH, то молярное соотношение будет другим:

0,2/0,6 =1/3, оно находится между 1/2 и 1/4,

поэтому получится другая смесь двух солей: дигидрофосфата и гидрофосфата натрия.

Эти задачи можно решать разными способами. В любом случае вначале нужно составить

уравнения всех возможных реакций, найти количества реагирующих веществ и, сравнив их соотношение с числом моль по уравнению, определить, какие соли получаются.

При более простом варианте **(алгоритм 1**) можно не учитывать

последовательность протекания реакций, исходить из предположения, что одновременно происходят две реакции, и использовать алгебраический способ решения.

***Алгоритм 1***

*(Параллельные реакции)*

**1.** Составить уравнения всех возможных реакций.

**2.** Найти количества реагирующих веществ и по их соотношению определить уравнения

двух реакций, которые происходят одновременно.

**3.** Обозначить количество вещества одного из реагирующих

веществ в первом уравнении как

***х*** моль, во втором **– *у***моль.

**4.** Выразить через *х* и *у* количества веществ реагентов или

получившихся солей согласно молярным соотношениям по уравнениям.

**5.** Составить и решить систему уравнений с двумя неизвестными, найти

количества реагирующих веществ, затем количества получившихся солей.

Далее решать задачу согласно условию.

При более сложном для понимания, но более глубоко раскрывающем химизм происходящих

процессов способе решения нужно учитывать то, что в некоторых случаях продукты реакции зависят

от порядка смешивания веществ.

Нужно учитывать последовательность реакций, протекающих при взаимодействии многоосновной

кислоты и щелочи. Так, при постепенном добавлении гидроксида натрия к раствору фосфорной кислоты будут протекать реакции:

H3PO4 + NaOH = NaH2PO4 + H2O,

NaH2PO4 + NaOH = Na2HPO4 + H2O,

Na2HPO4 + NaOH = Na3PO4 + H2O.

При обратном же порядке смешивания реагентов последовательность протекания и сами реакции будут иными:

3NaOH + H3PO4 = Na3PO4 + 3H2O,

2Na3PO4 + H3PO4 = 3Na2HPO4,

Na2HPO4 + H3PO4 = 2NaH2PO4.

При пропускании углекислого или сернистого газов через раствор щелочи получается средняя

соль, т.к. вначале щелочь находится в избытке. Затем по мере добавления оксида появляется его

избыток, он реагирует со средней солью, которая частично превращается в кислую.

***Алгоритм 2***

*(Последовательные реакции. Нейтрализация щелочи)*

**1.** Составить уравнение реакции образования средней соли.

Количество вещества средней соли и количество вещества прореагировавшей кислоты или кислотного оксида рассчитывается по количеству вещества щелочи.

**2.** Найти количество вещества избытка кислоты или кислотного оксида:

**νизб = νисх – νпрор.**

Составить уравнение реакции избытка кислоты или оксида со средней солью.

**3.** По количеству вещества избытка кислоты или кислотного оксида найти количество

вещества кислой соли и количество прореагировавшей средней соли.

**4.** Найти количество вещества оставшейся средней соли.

**Задача 1.** Газ, полученный при сжигании 19,2 г серы в избытке кислорода, без остатка прореагировал с 682,5 мл 5%-го раствора гидроксида натрия (плотность 1,055 г/мл).

Определите состав полученного раствора и рассчитайте массовые доли веществ в этом растворе

*Решение*

1) Составим уравнения возможных реакций:

S + O2  = SO2 (1)

1моль 1моль

SO2 + NaOH = NaHSO3 , (2)

1моль 1моль 1моль

SO2 + 2NaOH = Na2SO4 + H2O. (3)

1моль 2моль 1моль

2) Найдем количества вещества реагентов:

ν(S) = *m* / *M* = 19,2 (г) / 32 (г/моль) = 0,6 моль;

ν(SO2) = 0,6 моль;

*m*(р-ра NaOH) = *V*(р-ра) \* ρ(р-ра) == 682,5 (мл) \* 1,055 (г/мл) = 720,04 г,

*m*(NaOH) = *m*(р-ра) \* ω = 720,04 (г) \* 0,05 = 36 г,

ν(NaOH) = *m* / *М* == 36 (г) / 40 (г/моль) = 0,9 моль.

Сравним данные количества веществ по уравнениям (2) и (3):

ν(SO2) : ν(NaOH) = 0,6 (моль) : 0,9 (моль) = 1 : 1,5.

Это свидетельствует о том, что в полученном растворе будут находиться обе соли:

NaHSO3 и Na2SO3.

Далее задачу можно решать разными способами, например ***по*** ***алгоритму 1***.

3) Обозначим количество вещества оксида серы(IV), вступившего во взаимодействие с гидроксидом натрия, в реакции (2) как

ν(SO2) = *х* моль,

а в реакции (3) как

ν(SO2) = *у* моль.

4) Тогда, в соответствии со стехиометрией, в реакцию (2) вступило *х* моль NaOH, а в реакцию (3)

–2*y* моль NaOH.

5) Составим систему уравнений:

*x + y =* 0,6

*x + 2 y =* 0,9.

*х* = 0,6 – *у*,

0,6 – *у* + 2*у* = 0,9;

*у* = 0,3, *х* = 0,3.

По уравнениям (2) и (3) следует, что количество вещества образовавшейся соли равно количеству

вещества оксида серы(IV), т.е.

ν(NaSO3) = 0,3 моль,

ν(NaHSO3) = 0,3 моль.

6) Найдем массы веществ:

*m*(SO2) = *M* \* ν = 64 (г/моль) \* 0,6 (моль) = 38,4 г;

*m*(Na2SO3) = *M* \* ν = 126 (г/моль) \* 0,3 (моль) = 37,8 г;

*m*(NaHSO3) = *M* \* ν = 104 (г/моль) \* 0,3 (моль) = 31,2 г.

7) Найдем массу раствора *после* реакций и массовые доли растворенных солей:

*m*(р-ра) = *m*(SO2) + *m*(р-ра NaOH) = 38,4 + 720,04 = 758,44 г;

ω(Na2SO3) = *m* / *m*(р-ра) = 37,8 (г) / 758,44 (г) = 0,0498,

ω(NaHSO3) = *m* / *m*(р-ра) = 31,2 (г) / 758,44 (г) = 0,0411.

*Ответ*. ω(Na2SO3) = 4,98 %; ω(NaHSO3) = 4,11 %.

Решим эту задачу по ***алгоритму 2***.

1) Сначала протекает реакция образования средней соли:

SO2 + 2NaOH = Na2SO4 + H2O.

1моль 2моль 1моль

По данным из условия задачи рассчитываем количество вещества NaOH, а по нему – количество получившегося Na2SO3 и прореагировавшего SO2:

ν(Na2SO3) = 0,9 : 2 = 0,45 моль,

ν(SO2) = 0,9 : 2 = 0,45 моль.

2) Поскольку оксид серы(IV) был взят в избытке, то оставшееся количество его вступит в реакцию

со средней солью с образованием кислой соли:

SO2 + NaOH = NaHSO3

1моль 1моль 1моль

.

**νизб(SO2) = νисх – νпрор** = 0,6 – 0,45 = 0,15 моль.

3) При этом образуется 0,3 моль NaHSO3.

4) Количество вещества оставшейся средней соли равно:

ν(Na2SO3) = 0,45 – 0,15 = 0,3 моль.

Далее ход решения одинаков: найдем массы веществ, массу раствора и массовые доли растворен-

ных в нем веществ.

***Алгоритм 3*** *(Последовательные реакции.**Нейтрализация кислоты)*

**1.** Составить уравнение реакции образования кислой соли.

Количество вещества кислой соли и количество прореагировавшей щелочи рассчитывается

по количеству вещества кислоты.

**2.** Найти количество вещества избытка щелочи:

**νизб = νисх – νпрор .**

Составить уравнение реакции избытка щелочи с кислой солью.

**3.** По количеству щелочи найти количество вещества средней соли и количество

прореагировавшей кислой соли.

**4.** Найти количество вещества оставшейся кислой соли.

**Попробуйте решить сами.**

**Задача 2.** Через 224 г раствора с массовой долей гидроксида калия 20 % пропустили 11,2 л сернистого газа (н.у.). Вычислить массовые доли солей в полученном растворе.

*Ответ*. ω(K2SO3) = 18,52 %; ω(KHCO3) = 9,38 %.

**Задача 3.** Через 100 мл раствора гидроксида натрия с плотностью 1,1 г/мл пропустили 4,928 л оксида углерода(IV) (н.у.), в результате чего образовалось 22,88 г смеси двух солей.

Определить массовые доли веществ в полученном растворе.

*Ответ*. ω(NaHCO3) = 1,4 %; ω(Na2СO3) = 17,7 %.

**Задача 4.** Продукты полного сгорания 4,48 л сероводорода (н.у.) в избытке кислорода

полностью поглощены 53 мл 16%-го раствора гидроксида натрия (ρ = 1,18 г/мл). Вычислить

массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке этого раствора избытком гидроксида бария.

*Ответ*. ω(NaHSO3) = 22,8 %; ω(Na2SO3) = 9 %; *m*(BaSO3) = 43,4 г.

**Задача 5.** При пропускании углекислого газа через раствор, содержащий 6 г гидроксида натрия, образовалось 9,5 г смеси солей. Определить объем прореагировавшего углекислого газа.

*Ответ*. *V*(CO2)= 2,24 л.

**Задача 6.** В стакан, содержащий 200 мл воды, последовательно внесли 28,4 г фосфорного ангидрида и 33,6 г гидроксида калия. Вычислить массовые доли веществ, содержащихся в растворе по окончании всех реакций.

*Ответ*. ω(KH2РO4) = 10,38 %; ω(K2HРO4) = 13,28 %.

**Задача 7.** К 82 мл 20%-го раствора гидроксида натрия (ρ = 1,22 г/мл) добавили

116 мл 25%-й серной кислоты (ρ = 1,18 г/мл). Найти массовые доли солей в образовавшемся

растворе.

*Ответ*. ω(NaHSO4) = 10,12 %; ω(Na2SO3) = 8,98 %.

В заключение приведем примеры **типичных ошибок**, возникающих при решении задач, подобных

обсуждаемым.

• ***Составление «суммарного» уравнения реакции.***

Например, прирешении задачи, в которой смесьNaHCO3 и Na2CO3 обработали соляной кислотой, нельзя писатьсуммарное уравнение реакции:

NaHCO3 + Na2CO3 + 3HCl = 3NaCl + 2H2O + 2CO2↑.

Это ошибка. В смеси могут быть любые количества солей, а в приведенном уравнении предполагается, что их количество равное.

Следует записывать отдельные уравнения реакций:

NaHCO3 + HCl = NaCl + H2O + CO2↑, (1)

Na2CO3 + 2HCl = 2NaCl + H2O + CO2↑. (2)

• ***Предположение, что мольное соотношение соответствует коэффициентам в уравнении*.**

Часто рассуждают, например, так:

коэффициенты перед формулами NaHCO3 и Na2CO3 в уравнениях (1) и (2) равны, следовательно, и

количества солей тоже равны. **Это неверно, эти количества могут быть любыми, и они никак между собой не связаны.**

Литература: Химия Учебно-методический журнал для учителей химии и естествознания № 4 (846)**him.1september.ru**

<https://examer.ru/login>