

9 класс Вариант 1

Решения

Задача 1

Смесь двух растворимых неорганических солей, образованных одной и той же кислотой, общей массой 55,07 г растворили в дистиллированной воде. Получили 200 мл зелёного раствора.

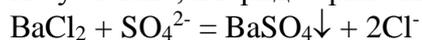
К 20 мл раствора приливали раствор хлорида бария до тех пор, пока не перестал выпадать белый осадок, нерастворимый в кислотах, массой 9,33 г. В растворе осталось две соли А и Б. Этот раствор упарили, получили 4,51 г твёрдых солей, не являющихся кристаллогидратами. При прокаливании этих солей получено 1,296 г кристаллов Б. Эти кристаллы Б растворили и к раствору прилили избыток раствора нитрата серебра. Выпал белый творожистый осадок массой 2,87 г.

Задание:

1. Определите, какие соли находились в 200 мл зеленого раствора и их массы.
2. Определите формулы веществ А и Б.
3. Напишите уравнения всех реакций и проведите необходимые расчёты.
4. Как и почему изменится окраска исходного зеленого раствора, если через него пропустить газ аммиак в избытке?

Решение.

По условию, хлорид бария был взят в эквивалентном сульфат-ионам количестве.



$$\nu(\text{BaSO}_4) = \frac{9,33}{233} = 0,04 \text{ моль}$$

Так как в растворе осталось только две соли, значит количество сульфат ионов в растворе было 0,04 моль. В растворе остались хлориды. Масса хлоридов до прокаливании 4,51 г.

Прокаливание хлоридов приводит к улетучиванию одной соли А. Без образования твердого остатка разлагаются только соли аммония. Значит А - NH_4Cl .

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 4,51 - 1,296 = 3,214 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{3,214}{53,5} = 0,06 \text{ моль}$$



Следовательно, в исходной смеси был сульфат аммония.



$$0,03 \text{ м} \quad 0,03 \text{ м} \quad 0,06 \text{ м} \quad 0,03 \text{ м}$$

$$\nu((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,03 \text{ моль}$$

Следовательно, количество второго сульфата в исходной смеси 0,01 моль.

Белый творожистый осадок – это AgCl .

$$\nu(\text{AgCl}) = \frac{m}{M} = \frac{2,87}{143,5} = 0,02 \text{ моль}$$

Если $\nu(\text{B}) = \frac{1}{2} \nu(\text{AgCl})$, значит, металл в составе Б – двухвалентный, и Б - хлорид металла. MeCl_2

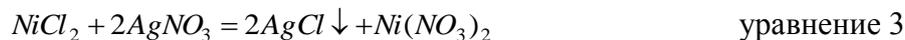


$$0,01 \quad 0,02 \text{ моль.}$$

$$M(\text{MeCl}_2) = \frac{m}{\nu} = \frac{1,296}{0,01} = 129,6 \text{ г/моль}$$

$M(\text{Me}) = 129,6 - \text{масса хлори-ионов} = 129,6 - 71 = 58,6 \text{ г/моль}$ – это Ni

Соль Б - NiCl_2

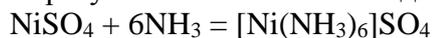


Количество сульфатов в 200х мл равно:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 0,3 моль. Масса $132 \times 0,3 = 39,6 \text{ г}$.

NiSO_4 - 0,1 моль. Масса $154,7 \times 0,1 = 15,47 \text{ г}$. $\Sigma m = 55,07 \text{ г}$.

При пропускании через исходный раствор избыточного количества газообразного аммиака образуется комплексное соединение сиреневого цвета:



Ответ $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ также принимать как правильный.

Система оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Определение общего количества сульфатов | 1 балл |
| 2. За определение форму А и Б по 2 балла | 4 балла |
| 3. За определение формул солей и их масс в исходном растворе по 1 баллу | 2 балла |
| 4. За каждое уравнение реакции по 0,5 балла | 2 балла |
| 5. За правильный ответ про окраску раствора | 1 балл |

Итого 10 баллов.

Задача 2

Вещество X, состоящее из атомов элемента, составляющего до 71% массы Солнца. Вещества Y, Z - основные компоненты атмосферы третьей по удалённости от Солнца планеты.

Задание:

1. Определите формулы веществ X, Y, Z. Напишите уравнения возможных реакций между ними. Укажите условия их проведения реакций.
2. Составьте формулы всех возможных бинарных соединений XY, YZ, XZ. Напишите известные Вам реакции получения этих соединений. Приведите наиболее характерные реакции этих соединений.
3. Приведите формулы соединений, в состав молекул которых входят все три элемента X, Y, Z. Напишите реакции получения основания, кислот, солей, содержащих только эти элементы.

Напишите реакции термического разложения солей.

Решение.

$X = \text{H}_2$; $Y = \text{N}_2$; $Z = \text{O}_2$ 1 балл

Бинарные соединения:

$\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{O}_2$ 0,25 балла за соединение.

$\text{N}_2\text{O}, \text{NO}, \text{N}_2\text{O}_3, \text{NO}_2, \text{N}_2\text{O}_5$ 2 балла

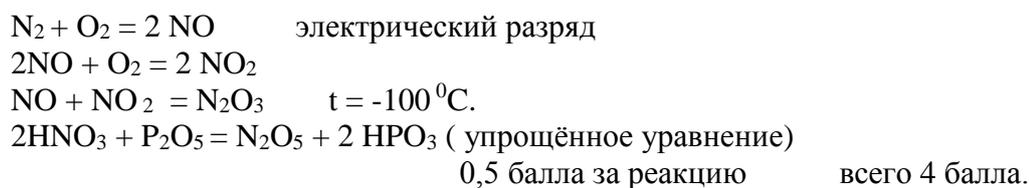
Способы получения:

$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$ катализатор, давление, температура.

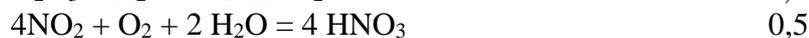
$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$

$\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$

$\text{NH}_4\text{NO}_3 = \text{N}_2\text{O} + 2 \text{H}_2\text{O}$ нагревание



Основания, кислоты, соли.



Разложение солей:



Принимаются иные правильные уравнения реакций.

Итого 10 баллов.

Задача 3

При прокаливании 50 г смеси двух солей s-элементов до постоянной массы выделилось 6,72 л (н.у.) углекислого газа, а при обработке точно такой же смеси избытком соляной кислоты выделилось 11,2 л (н.у.) того же газа. Известно, что количества солей в смеси соотносятся между собой, как 1:4.

Задание:

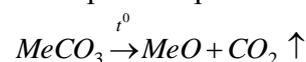
1. Определите формулы солей. Приведите соответствующие расчеты и ход рассуждений.
2. Найдите соотношение масс этих солей в смеси.
3. Напишите уравнение взаимодействия с избытком углекислого газа в водном растворе для той из солей, для которой это возможно.

Решение

Если при прокаливании выделяется меньше CO₂, чем при обработке кислотой, значит, одна из солей – гидрокарбонат щелочного металла, т.к. карбонаты ЩМ термически устойчивы:



А вторая – карбонат металла ПА группы



Если бы обе соли были гидрокарбонатами ЩМ, тогда количество газа при прокаливании было бы ровно в 2 раза меньше, чем при обработке кислотой. А если бы обе были карбонатами ПА группы, то количество CO₂ было бы одинаковым в обоих процессах.

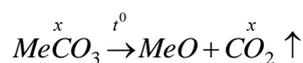
Общее количество CO₂ при прокаливании смеси равно 0,3 моль, а при обработке кислотой – 0,5 моль.

Пусть количество одной из солей x моль, а второй – 4x моль.

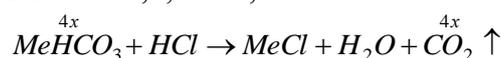
Перебирая варианты, находим, что 4x моль = ν(MeHCO₃), а x моль = ν(MeCO₃),

тогда





$$2x + x = 0,3; x = 0,1$$



$$4x + x = 0,5; x = 0,1$$

Решения двух уравнений не противоречат друг другу.

Следовательно, $\nu(MeHCO_3) = 0,4$ моль, а $\nu(MeCO_3) = 0,1$ моль.

Обозначим молярную массу щелочного металла Z, а металла IIА группы – М.

Составим уравнение:

$$m(ZHCO_3) + m(MCO_3) = 50$$

$$0,4(Z + 1 + 12 + 3 \cdot 16) + 0,1(M + 12 + 3 \cdot 16) = 50$$

$$4Z + M = 196$$

Для составления второго уравнения не хватает данных, следовательно, решаем подбором.

Щелочной металл не может быть «старше» калия, иначе $4Z > 196$.

Тогда, пусть Z – молярная масса К, тогда

$$4 \cdot 39 + M = 196$$

$$M = 40 \Rightarrow \text{кальций}$$

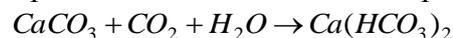
Итак, формулы солей: $KHCO_3$ и $CaCO_3$.

Молярные массы этих солей одинаковы и равны 100г/моль.

Тогда, $m(KHCO_3) = 40$ г, $m(CaCO_3) = 10$ г.

Следовательно, соотношение масс 4:1.

Уравнение взаимодействия карбоната кальция с избытком CO_2 в растворе:



Задача может быть решена иным, не соответствующем этому способом!

Система оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. За определение, что одна соль – гидрокарбонат ЩМ, а вторая – карбонат металла IIА Группы | 3 балла |
| 2. За определение количества каждой из солей | 3 балла |
| 3. За составление уравнения и решение его методом подбора, либо за другое обоснованное определение каждого из металлов, входящих в состав солей и формул самих солей | 2 балла |
| 4. За определение массового соотношения солей | 1 балл |
| 5. За уравнение процесса | 1 балл |

Итого 10 баллов

Задача 4

Хлорид X, в котором металл М одновалентен, имеет зеленоватую окраску, нерастворим в воде, массовая доля элемента хлора в нем составляет 35,86%.

X реагирует с газом желто-зеленого цвета А, в результате получается соль Б, концентрированный водный раствор которой имеет изумрудную окраску, а разбавленный – голубую.

Задание:

1. Определите формулы веществ X, М, А, Б, В, Д, Y, Г.
2. Составьте уравнения реакций, соответствующих схемам:
 - 1) $X + A \rightarrow B$

- 2) $B_{мс} + O_2 \xrightarrow{t^0} B_{черн} + A$
- 3) $B + Д \xrightarrow{t^0} M + H_2O$
- 4) $B + Y \rightarrow B + H_2O$
- 5) $M + B \rightarrow X$
- 6) $B + Fe \rightarrow \dots + \dots$
- 7) $B + KI \xrightarrow{H_2O} \dots + \dots + \dots$
- 8) $B + AgNO_3 \rightarrow Г + AgCl \downarrow$
- 9) $Г \xrightarrow{t^0} \dots + \dots + \dots$

Решение.

X – CuCl, M – Cu, A – Cl₂, Б – CuCl₂, В – CuO, Д – H₂, Y – HCl, Г – Cu(NO₃)₂

Массовая доля хлора 35,86 %.

Для одновалентного металла хлорид X имеет молекулярную массу

$M = 35,5 : 0,3586 = 100$ г/моль. Это соответствует CuCl.

- 1) $2 CuCl + Cl_2 = CuCl_2$
- 2) $2 CuCl_2 + O_2 \rightarrow CuO_{черн} + 2Cl_2$
- 3) $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$
- 4) $CuO + 2 HCl \rightarrow CuCl_2 + H_2O$
- 5) $Cu + CuCl_2 \rightarrow 2 CuCl$
- 6) $CuCl_2 + Fe \rightarrow Cu + FeCl_2$
- 7) $2CuCl_2 + 2KI \rightarrow 2CuCl \downarrow + I_2 + 2KCl$
- 8) $CuCl_2 + 2 AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2 AgCl \downarrow$
- 9) $2Cu(NO_3)_2 \rightarrow 2CuO + 4 NO_2 + O_2$

Система оценивания:

1. За CuCl – 1 балл, за каждое следующее правильно определенное вещество по 0,5 балла 4,5 балла
2. За уравнения №7 и №9 по 1 баллу, за все остальные по 0,5 5,5 балла

Итого 10 баллов.

Задача 5

Смесь азота и водорода количеством 0,4 моль и относительной плотностью по водороду $D_{H_2} = 4,25$ пропустили при 450⁰ С и повышенном давлении над никелевым катализатором. Через некоторое время в результате протекания реакции общее количество газов уменьшилось на четверть.

Полученную газовую смесь пропустили через раствор азотной кислоты массой 20 г и массовой долей кислоты 31,5%. Полученный раствор выпарили и прокалили. После прокаливания твердого остатка обнаружено не было.

Не поглотившиеся азотной кислотой газы пропустили при нагревании через кварцевую трубку, заполненную порошком оксида меди, масса которого 15,9 г.

Задание:

1. Определите молярный состав исходной газовой смеси.
2. Определите молярный состав полученной газовой смеси.
3. Напишите уравнения всех описанных процессов.
4. Определите концентрацию соли в растворе после пропускания газовой смеси через раствор азотной кислоты.

5. Как изменилась масса твердого вещества в кварцевой трубке после пропускания через неё непоглотившихся газов?

Решение.

Средняя молярная масса исходной смеси $M = 4,25 \times 2 = 8,5$ г/моль.

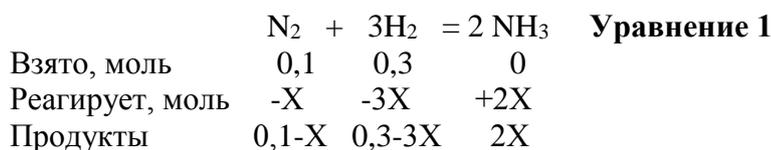
$$\chi M(N_2) + (1 - \chi)M(H_2) = 8,5$$

Где x – мольная доля газа в смеси.

$$\chi = 0,25$$

Тогда, состав исходной газовой смеси:

$$\nu_1(N_2) = 0,25 \cdot 0,4 = 0,1 \text{ моль, а } \nu_1(H_2) = 0,3 \text{ моль}$$



После реакции общее количество газов уменьшилось на четверть, следовательно,

$$\nu_{\text{общ}}(\text{смеси}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда: } (0,1 - x) + (0,3 - 3x) + 2x = 0,3$$

$$x = 0,05$$

Состав полученной газовой смеси:

$$\nu_2(N_2) = 0,05 \text{ моль; } \nu_1(H_2) = 0,15 \text{ моль; } \nu_1(NH_3) = 0,1 \text{ моль}$$

Реакция с азотной кислотой:



$$0,1 \text{ моль} \quad 0,1 \quad 0,1 \text{ моль} \quad \text{Масса } NH_4NO_3 \quad 8,0 \text{ г}$$

Масса раствора $20 + 1,7 = 21,7$ г.

Массовая доля соли в растворе $\omega = 8,0 : 21,7 = 0,3686 = 36,9 \%$.

Разложение нитрата аммония.

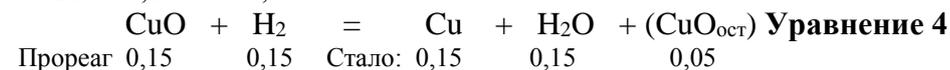
Уравнение 3



Восстановление меди в кварцевой трубке:

$$\nu(CuO) = \frac{15,9 \text{ г}}{79,5 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

Было: 0,2 0,15



Прореаг 0,15 0,15 Стало: 0,15 0,15 0,05

$$m(Cu) = 0,15 \cdot 63,5 = 9,53 \text{ г}$$

$$m(CuO)_{\text{ост}} = 0,05 \cdot 79,5 = 3,98 \text{ г}$$

Общая масса твердого остатка 13,51 г

Таким образом, масса твердого вещества в кварцевой трубке уменьшилась на $15,9 - 13,51 \approx 2,4$ г.

Система оценивания:

За определение состава исходной газовой смеси	1,5 балла
За определение состава полученной газовой смеси	3 балла
За уравнение №3 – 1 балл, за уравнения №№1,2,4 – по 0,5	2,5 балла
За определение массовой доли соли в растворе	1 балл
За определение изменения массы в кварцевой трубке	2 балла

Итого 10 баллов.

9 класс Вариант 2

Решения

Задача 1

Смесь двух растворимых безводных неорганических солей, образованных одной и той же кислотой, общей массой 55,55 г растворили в дистиллированной воде. Получили 200 мл голубой раствора.

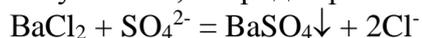
К 20 мл раствора приливали раствор хлорида бария до тех пор, пока не перестал выпадать белый осадок, нерастворимый в кислотах, массой 9,33 г. В растворе осталось две соли А и Б. Этот раствор упарили, получили 4,5159 г твёрдых солей, не являющихся кристаллогидратами. При прокаливании этих солей получено 1,345 г кристаллов Б. Эти кристаллы Б растворили и получили голубой раствор, к которому прилили избыток раствора нитрата серебра. Выпал белый творожистый осадок массой 2,87 г

Задание:

1. Определите, какие соли находились в 200 мл голубого раствора и их массы.
2. Определите формулы веществ А и Б.
3. Напишите уравнения всех реакций и проведите необходимые расчёты.
4. Как и почему изменится окраска исходного голубого раствора, если через него пропустить газ аммиак в избытке?

Решение.

По условию, хлорид бария был взят в эквивалентном сульфат-ионам количестве.



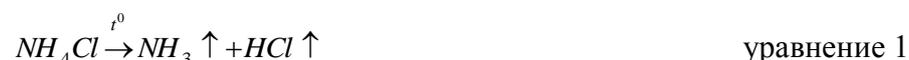
$$\nu(\text{BaSO}_4) = \frac{9,33}{233} = 0,04 \text{ моль}$$

Так как в растворе осталось только две соли, значит количество сульфат ионов в растворе было 0,04 моль. В растворе остались хлориды. Масса хлоридов до прокаливании 4,5159 г.

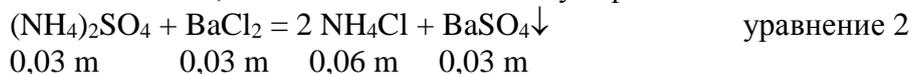
Прокаливание хлоридов приводит к улетучиванию одной соли А. Без образования твердого остатка разлагаются только соли аммония. Значит А - NH_4Cl .

$$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 4,5159 - 1,345 = 3,1709 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{3,1709}{53,5} \approx 0,06 \text{ моль}$$



Следовательно, в исходной смеси был сульфат аммония.



$$0,03 \text{ м} \quad 0,03 \text{ м} \quad 0,06 \text{ м} \quad 0,03 \text{ м}$$

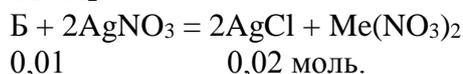
$$\nu((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{1}{2} \nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,03 \text{ моль}$$

Следовательно, количество второго сульфата в исходной смеси 0,01 моль.

Белый творожистый осадок – это AgCl .

$$\nu(\text{AgCl}) = \frac{m}{M} = \frac{2,87}{143,5} = 0,02 \text{ моль}$$

Если $\nu(\text{B}) = \frac{1}{2} \nu(\text{AgCl})$, значит, металл в составе Б – двухвалентный, и Б - хлорид металла. MeCl_2

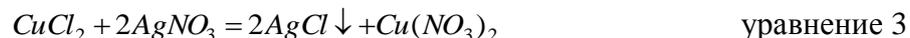


$$0,01 \quad \quad \quad 0,02 \text{ моль.}$$

$$M(\text{MeCl}_2) = \frac{m}{\nu} = \frac{1,345}{0,01} = 134,5 \text{ г/моль}$$

$M(\text{Me}) = 134,5 - \text{масса хлори-ионов} = 134,5 - 71 = 63,5 \text{ г/моль}$ – это Cu

Соль Б - CuCl_2



В исходном растворе находился CuSO_4 :



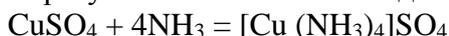
0,01 0,01 0,01 0,01

Количество сульфатов в 200х мл равно:

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ - 0,3 моль. Масса $132 \times 0,3 = 39,6 \text{ г}$.

CuSO_4 - 0,1 моль. Масса $159,5 \times 0,1 = 15,95 \text{ г}$. $\Sigma m = 55,55 \text{ г}$.

При пропускании через исходный раствор избыточного количества газообразного аммиака образуется комплексное соединение сине-фиолетового цвета:



Система оценивания:

- | | |
|---|---------|
| 1. Определение общего количества сульфатов | 1 балл |
| 2. За определение формул А и Б по 2 балла | 4 балла |
| 3. За определение формул солей и их масс в исходном растворе по 1 баллу | 2 балла |
| 4. За каждое уравнение реакции по 0,5 балла | 2 балла |
| 5. За правильный ответ про окраску раствора | 1 балл |

Итого 10 баллов.

Задача 2

Вещество X составляет 87 % массы самой большой планеты солнечной системы Юпитера. Оно же является основным веществом межзвёздных облаков. Вещества Y и Z являются антиподами. Y назван «безжизненным», а в отсутствии Z - жизнь невозможна.

Задание:

1. Определите формулы веществ X, Y, Z. Напишите уравнения возможных реакций между ними. Укажите условия их проведения реакций.
2. Составьте формулы всех возможных бинарных соединений XY, YZ, XZ. Напишите известные Вам реакции получения этих соединений. Приведите наиболее характерные реакции этих соединений.
3. Приведите формулы соединений, в состав молекул которых входят все три элемента X, Y, Z. Напишите реакции получения основания, кислот, солей, содержащих только эти элементы.

Напишите реакции термического разложения солей.

Решение.

$X = \text{H}_2$; $Y = \text{N}_2$; $Z = \text{O}_2$ 1 балл

Бинарные соединения:

NH_3 , H_2O , H_2O_2 0,25 балла за соединение.

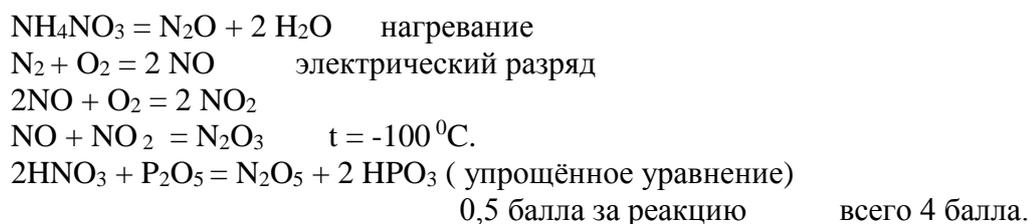
N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 2 балла

Способы получения:

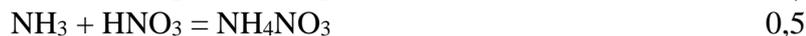
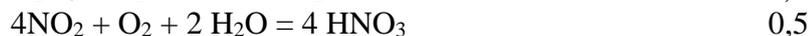
$\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 = 2 \text{NH}_3$ катализатор, давление, температура.

$2 \text{H}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{H}_2\text{O}$

$\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{BaSO}_4 \downarrow$



Основания, кислоты, соли.



Разложение солей:



Принимаются иные правильные уравнения реакций.

Итого 10 баллов.

Задача 3

При прокаливании 25,2 г смеси двух солей s-элементов до постоянной массы выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа, а при обработке точно такой же смеси избытком соляной кислоты выделилось 6,72 л (н.у.) того же газа. Известно, что количества солей в смеси соотносятся между собой, как 1:2.

Задание:

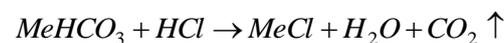
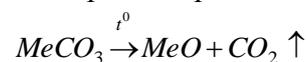
1. Определите формулы солей. Приведите соответствующие расчеты и ход рассуждений.
2. Найдите соотношение масс этих солей в смеси.
3. Напишите уравнение взаимодействия с избытком углекислого газа в водном растворе для той из солей, для которой это возможно.

Решение

Если при прокаливании выделяется меньше CO_2 , чем при обработке кислотой, значит, одна из солей – гидрокарбонат щелочного металла, т.к. карбонаты ЩМ термически устойчивы:



А вторая – карбонат металла ПА группы



Если бы обе соли были гидрокарбонатами ЩМ, тогда количество газа при прокаливании было бы ровно в 2 раза меньше, чем при обработке кислотой. А если бы обе были карбонатами ПА группы, то количество CO_2 было бы одинаковым в обоих процессах.

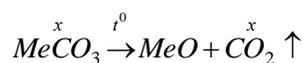
Общее количество CO_2 при прокаливании смеси равно 0,2 моль, а при обработке кислотой – 0,3 моль.

Пусть количество одной из солей x моль, а второй – 2x моль.

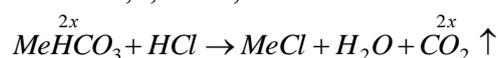
Перебирая варианты, находим, что 2x моль = $\nu(\text{MeHCO}_3)$, а x моль = $\nu(\text{MeCO}_3)$,

тогда





$$x + x = 0,2; x = 0,1$$



$$2x + x = 0,3; x = 0,1$$

Решения двух уравнений не противоречат друг другу.

Следовательно, $\nu(MeHCO_3) = 0,2$ моль, а $\nu(MeCO_3) = 0,1$ моль.

Обозначим молярную массу щелочного металла Z, а металла IIА группы – М.

Составим уравнение:

$$m(ZHCO_3) + m(MCO_3) = 25,2$$

$$0,2(Z + 1 + 12 + 3 \cdot 16) + 0,1(M + 12 + 3 \cdot 16) = 25,2$$

$$2Z + M = 70$$

Для составления второго уравнения не хватает данных, следовательно, решаем подбором.

Щелочной металл не может быть «старше» натрия, иначе $2Z > 70$.

Тогда, пусть Z – молярная масса Na, тогда

$$2 \cdot 23 + M = 70$$

$$M = 24 \Rightarrow \text{магний}$$

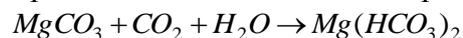
Итак, формулы солей: $NaHCO_3$ и $MgCO_3$.

Молярные массы этих солей одинаковы и равны 84 г/моль.

Тогда, $m(NaHCO_3) = 16,8$ г, $m(MgCO_3) = 8,4$ г.

Следовательно, соотношение масс 2:1.

Уравнение взаимодействия карбоната магния с избытком CO_2 в растворе:



Задача может быть решена иным, отличным от данного, способом!

Система оценивания:

- | | |
|--|---------|
| 1. За определение и логическое объяснение, что одна соль – гидрокарбонат ЩМ, а вторая – карбонат металла IIА Группы | 3 балла |
| 2. За определение количества каждой из солей | 3 балла |
| 3. За составление уравнения и решение его методом подбора, либо за другое обоснованное определение каждого из металлов, входящих в состав солей и формул самих солей | 2 балла |
| 4. За определение массового соотношения солей | 1 балл |
| 5. За уравнение процесса | 1 балл |

Итого 10 баллов

Задача 4

Хлорид X, в котором металл М двухвалентен, растворим в воде, массовая доля элемента хлора в нем составляет 55,95%.

X реагирует с газом желто-зеленого цвета А, в результате получается соль Б, водный раствор которой имеет желто-коричневую окраску.

Задание:

- Определите формулы веществ X, М, А, Б, В, Д, Y, Г.
- Составьте уравнения реакций, соответствующих схемам:
 - $X + A \rightarrow B$
 - $X + Na_2S \rightarrow B \downarrow + \dots$
 - $B + O_2 \rightarrow D + \dots \uparrow$
 - $D + Y \rightarrow B + H_2O$

- 5) $M + B \rightarrow X$
- 6) $B + Y \rightarrow X + \dots$
- 7) $B + KI \xrightarrow{H_2O} \dots + \dots + \dots$
- 8) $X + AgNO_3 \rightarrow \Gamma + AgCl \downarrow$
- 9) $\Gamma \xrightarrow{I^0} D + \dots + \dots$

Решение.

X – FeCl₂, M – Fe, A – Cl₂, Б – FeCl₃, В – FeS, Д – Fe₂O₃, Y – HCl, Г – Fe(NO₃)₂
 Массовая доля хлора 55,95 %.

Для двухвалентного металла хлорид MCl₂ имеет молекулярную массу
 M = 71: 0,5595 = 126,9 г/моль. Это соответствует FeCl₂.

Реакция с Cl₂. А.

- 1) $2 FeCl_2 + Cl_2 = 2 FeCl_3$
- 2) $FeCl_2 + Na_2S \rightarrow FeS \downarrow + 2NaCl$
- 3) $4 FeS + 7O_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3 + 4 SO_2$
- 4) $Fe_2O_3 + 6 HCl \rightarrow 2 FeCl_3 + 3 H_2O$
- 5) $Fe + 3FeCl_3 \rightarrow 3 FeCl_2$
- 6) $FeS + 2 HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S$
- 7) $2FeCl_3 + 2KI \rightarrow 2 FeCl_2 + I_2 + 2 KCl$
- 8) $FeCl_2 + 2 AgNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + 2 AgCl \downarrow$
- 9) $4 Fe(NO_3)_2 \rightarrow 2 Fe_2O_3 + 8NO_2 + O_2$

Система оценивания:

1. За FeCl₂ – 1 балл, за каждое следующее правильно определенное вещество по 0,5 балла 4,5 балла
2. За уравнения №7 и №9 по 1 баллу, за все остальные по 0,5 5,5 балла

Итого 10 баллов.

Задача 5

Смесь азота и водорода количеством 0,6 моль и относительной плотностью по водороду $D_{H_2} = 5,333$ пропустили при 450⁰ С и повышенном давлении над никелевым катализатором. Через некоторое время в результате протекания реакции общее количество газов уменьшилось на треть.

Полученную газовую смесь пропустили через раствор азотной кислоты массой 63 г и массовой долей кислоты 20%. Полученный раствор выпарили и прокалили. После прокаливания твердого остатка обнаружено не было.

Непоглотившиеся азотной кислотой газы пропустили при нагревании через кварцевую трубку, заполненную порошком оксида меди, масса которого 15,9 г.

Задание:

1. Определите молярный состав исходной газовой смеси.
2. Определите молярный состав полученной газовой смеси.
3. Напишите уравнения всех описанных процессов.
4. Определите концентрацию соли в растворе после пропуска газовой смеси через раствор азотной кислоты.
5. Как изменилась масса твердого вещества в кварцевой трубке после пропуска через неё непоглотившихся газов?

Решение.

Средняя молярная масса исходной смеси $M = 5,333 \cdot 2 = 10,67$ г/моль.

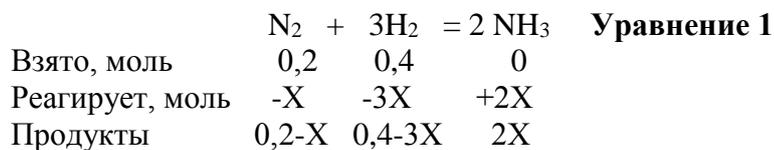
$$\chi M(N_2) + (1 - \chi) M(H_2) = 10,67$$

Где x – мольная доля газа в смеси.

$$x = 0,333$$

Тогда, состав исходной газовой смеси:

$$v_1(N_2) = 0,333 \cdot 0,6 = 0,2 \text{ моль}, \text{ а } v_1(H_2) = 0,4 \text{ моль}$$



После реакции общее количество газов уменьшилось на четверть, следовательно,

$$v_{\text{общ}}(\text{смеси}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда: } (0,1 - x) + (0,3 - 3x) + 2x = 0,4$$

$$x = 0,1$$

Состав полученной газовой смеси:

$$v_2(N_2) = 0,1 \text{ моль}; v_1(H_2) = 0,1 \text{ моль}; v_1(NH_3) = 0,2 \text{ моль}$$

Реакция с азотной кислотой:



$$0,2 \text{ моль} \quad 0,2 \quad 0,2 \text{ моль} \quad \text{Масса } NH_4NO_3 \quad 16,0 \text{ г}$$

$$\text{Масса раствора } 63 + 3,4 = 66,4 \text{ г.}$$

$$\text{Массовая доля соли в растворе } \omega = 16,0 : 66,4 = 0,2409 = 24,1 \%$$

Разложение нитрата аммония.

Уравнение 3



Восстановление меди в кварцевой трубке:

$$v(CuO) = \frac{15,9\text{г}}{79,5\text{г/моль}} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\text{Было: } 0,2 \quad 0,1$$



$$\text{Прореаг } 0,1 \quad 0,1 \quad \text{Стало: } 0,1 \quad 0,1 \quad 0,1$$

$$m(Cu) = 0,1 \cdot 63,5 = 6,35\text{г}$$

$$m(CuO)_{\text{ост}} = 0,1 \cdot 79,5 = 7,95\text{г}$$

Общая масса твердого остатка 14,3 г

Таким образом, масса твердого вещества в кварцевой трубке уменьшилась на $15,9 - 14,3 = 1,6$ г.

Система оценивания:

За определение состава исходной газовой смеси	1,5 балла
За определение состава полученной газовой смеси	3 балла
За уравнение №3 – 1 балл, за уравнения №№1,2,4 – по 0,5	2,5 балла
За определение массовой доли соли в растворе	1 балл
За определение изменения массы в кварцевой трубке	2 балла

Итого 10 баллов