

Решение

Задание 1

Простое вещество А массой 7,2 г, в состав которого входят атомы с массой $40,08 \cdot 10^{-24}$ г, сплавляли с другим простым веществом Б массой 6,2, в каждом из атомов которого общий заряд электронов равен $-24 \cdot 10^{-19}$ Кл. Полученный продукт В растворили в воде, при этом наблюдали выделение газа Г и образование белого аморфного осадка Д. Выделившийся газ Г поглотили 25%-ным раствором пероксида водорода, взятым в избытке, и получили вещество Е.

Суспензию, оставшуюся после растворения в воде вещества В, нагрели до растворения вещества Д и прилили к разбавленному водному раствору вещества Е. Наблюдали выпадение белого кристаллического осадка Ж.

Задание

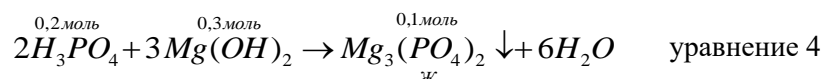
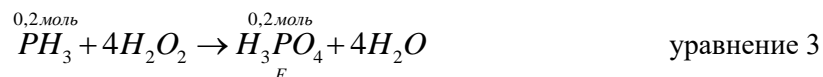
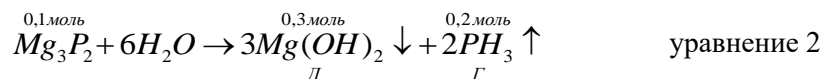
- 1) Определите вещества А, Б, В, Г, Д, Е, Ж.
- 2) Составьте уравнения всех описанных реакций.
- 3) Рассчитайте массу выпавшего осадка Ж. Выход всех реакций считать 100%-ным.

Решение

По массе атома можно определить $A_r(A) = \frac{m(A)}{a.e.m.} = \frac{40,08 \cdot 10^{-24}}{1,67 \cdot 10^{-24}} = 24 \Rightarrow$ это Mg

По общему заряду электронов можно определить число электронов в атоме Б (т.е. его порядковый номер в ПСХЭ): $N_e(B) = \frac{-24 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 15 \Rightarrow$ это Р.

$$\nu(\text{Mg}) = \frac{7,2\text{г}}{24,3 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,3 \text{ моль} \quad \nu(\text{P}) = \frac{6,2\text{г}}{31 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,2 \text{ моль}$$



$$m(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 26,2\text{г}$$

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------|
| 1. Определение веществ А и Б по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Определение веществ В, Г, Д, Е, Ж по 0,5 балла | 2,5 балла |
| 3. Написание уравнений 4-х реакций по 1 баллу | 4 балла |
| 4. Определение количеств веществ и количественных отношений | 1 балл |
| 5. Расчет массы осадка Ж | 0,5 балла |

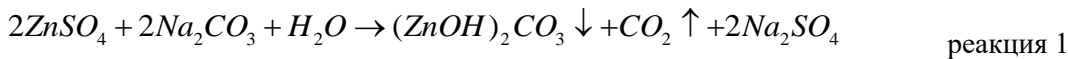
Всего 10 баллов

Задание 2

К раствору сульфата некоторого металла массой 805 г и массовой долей соли 6% добавляли раствор карбоната натрия до прекращения выпадения осадка (реакция 1). Осадок отделили и прокалили до постоянной массы (реакция 2). После остывания в эксикаторе масса твердого вещества А составила 24,3 г.

Задание

- 1) Определите неизвестный металл.
- 2) Составьте уравнения реакций 1 и 2.
- 3) Из предложенного списка выберите те вещества, с которыми при определенных условиях реагирует твердое вещество А, напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания:
 $\text{CO}_2; \text{CO}; \text{BeO}; \text{CaO}; \text{NH}_3; \text{Na}_2\text{CO}_3; \text{Na}_2\text{SO}_4; \text{I}_2; \text{KMnO}_4; \text{KI}$

Решение

Обозначим условную формулу сульфата как $Me_2(SO_4)_n$, а формулу оксида Me_2O_n .

$$m(Me_2(SO_4)_n) = 805 \cdot 0,06 = 48,3z$$

Молярную массу металла обозначим Me , тогда

$$2Me + 96n - 2Me + 16n \quad \Rightarrow \quad Me = 32,5n$$

$$161 - 81 \quad \text{при } n = 2 \Rightarrow Me = 65 \Rightarrow \text{металл Zn}$$

Вещество А – ZnO

Из перечисленных веществ оксид цинка реагирует с CO, CaO, NH₃, Na₂CO₃:

**Система оценивания:**

- | | |
|--|----------|
| 1. Определение неизвестного металла | 3 балла |
| 2. За составление уравнения 1 | 2 балла |
| 3. За составление уравнений 2-6 по 1 баллу | 5 баллов |

Всего 10 баллов

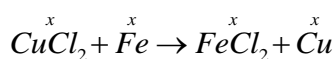
Задание 3

Железную пластину опустили в водный раствор хлорида меди (II), масса которого равна 170 г, а температура 50°C.

После того, как исходная голубая окраска раствора исчезла, пластину вынули, а оставшийся раствор охладили до 30 °С. При этом из него выпало 39,8 г тетрагидрата хлорида железа (II).

Определите массовую долю хлорида меди (II) в исходном растворе при 50°C, если известно, что при 30 °С растворимость хлорида железа (II) составляет 68,1 г на 100 г воды.

Молярную массу меди принять за 64 г/моль, железа – 56г/моль. Считать, что все реакции проводили без доступа воздуха.

Решение

Количества реагирующих и образующихся веществ обозначим за x моль.

$$S_{30^{\circ}C}(FeCl_2) = \frac{68,1}{100}, \text{ следовательно, массовая доля соли в насыщенном при } 30^{\circ}C \text{ растворе составляет:}$$

$$\omega_{20^{\circ}C}(FeCl_2) = \frac{68,1}{168,1} = 0,4051$$

$$\text{Пусть } m_{исх}(FeCl_2) = 127x \text{ (г)}$$

$$\omega(\% FeCl_2 \text{ в } FeCl_2 \cdot 4H_2O) = \frac{M(FeCl_2)}{M(FeCl_2 \cdot 4H_2O)} = \frac{127}{199} = 0,6382$$

$$m(\% FeCl_2 \text{ в } FeCl_2 \cdot 4H_2O) = 0,6382 \cdot 39,8 = 25,4 \text{ (г)}$$

$$m(FeCl_2 \text{ в } p - pe \text{ после вып. осадка}) = 127x - 25,4 \text{ (г)}$$

$$m_{40^{\circ}C}(p - pa \text{ после удаления пластины}) = 170 + m(Fe) - m(Cu) = 170 + 56x - 64x$$

или

$$m_{40^{\circ}C}(p - pa \text{ после удаления пластины}) = 170 - 8x$$

$$m_{20^{\circ}C}(p - pa \text{ после выпадения кристаллогидрата}) = 170 - 8x - 39,8$$

или

$$m_{20^{\circ}\text{C}}(p - \text{ра после выпадения кристаллогидрата}) = 130,2 - 8x$$

Составляем уравнение:

$$0,4051 = \frac{127x - 25,4}{130,2 - 8x}; \quad x = 0,6$$

$$m(\text{CuCl}_2) = \nu M = 0,6 \cdot 135 = 81 \text{ (г)}$$

$$\omega(\text{CuCl}_2) = \frac{81}{170} = 0,4765 \text{ или } 47,7\%$$

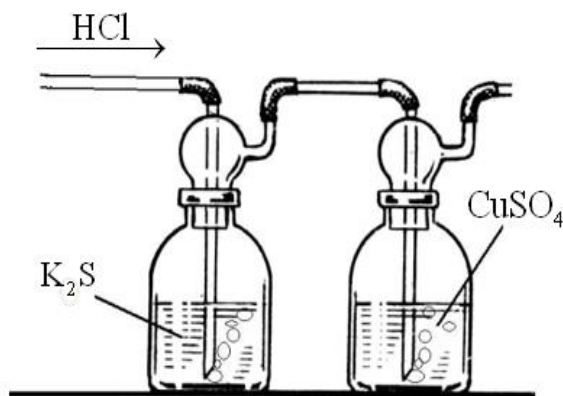
Система оценивания

- | | |
|--|---------|
| 1. Уравнение реакции | 1 балл |
| 2. Определение массовой доли FeCl_2 в нас. при 20°C р-ре | 2 балла |
| 3. $m(\text{FeCl}_2 \text{ в } p - \text{ре после вып. осадка}) = 127x - 25,4$ | 3 балла |
| 4. $m_{20^{\circ}\text{C}}(p - \text{ра после выпадения кристаллогидрата}) = 130,2 - 8x$ | 2 балла |
| 5. Составление и решение уравнения | 1 балл |
| 6. Определение массовой доли хлорида меди в исх. р-ре | 1 балл |

Правильное решение другим способом, например, с использованием массы воды, а не массы раствора, также оценивается в полный балл.

Всего 10 баллов

Задание 4



Через две последовательно соединенные промывные склянки пропустили хлороводород.

В первой склянке находился 22%-ный водный раствор сульфида калия массой 815 г.

Во второй склянке – водный раствор сульфата меди (II) массой 307 г.

После прохождения всех реакций масса раствора во второй склянке уменьшилась на столько же, на сколько возросла масса раствора в первой склянке.

Синяя окраска раствора во второй склянке обесцветилась, выпал черный осадок, выделения газа не наблюдалось.

Задание

- 1) Определите объем (н.у.) пропущенного газообразного хлороводорода.
 - 2) Определите массовую долю оставшегося после прохождения реакции вещества во второй склянке.
- Растворимость хлороводорода в воде пренебречь.

Решение

$$\nu_{\text{общ}}(\text{K}_2\text{S}) = \frac{815 \cdot 0,22}{110} = 1,63 \text{ моль}$$

Первая склянка



Изменение массы в первой склянке произошло вследствие добавления массы хлороводорода и вычета массы сероводорода:

$$\Delta m_1 = m(\text{HCl}) - m(\text{H}_2\text{S}) = (1,63 + x)36,5 - 34x = 59,5 + 2,5x$$

Вторая склянка



Из условия понятно, что сульфат меди по отношению к сероводороду был взят в стехиометрическом отношении, сероводород прореагировал весь, и изменение массы раствора во второй склянке произошло из-за добавления массы сероводорода и вычета массы выпавшего сульфида меди (II) черного цвета.

$$\Delta m_2 = m(\text{H}_2\text{S}) - m(\text{CuS}) = 34x - 96x = -62x$$

$$|\Delta m_1| = |\Delta m_2|$$

Тогда

$$59,5 + 2,5x = 62x$$

$$x = 1$$

Следовательно,

$$v_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 1,63 + 1 = 2,63 \text{ моль}$$

$$V_{\text{общ}}(\text{HCl}) = 58,9 \text{ л}$$

Оставшееся во второй склянке вещество – серная кислота.

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98x = 98 \text{ г}$$

$$m \text{ конеч. р-ра в склянке 2} = 307 - 62 = 245 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{98}{245} = 0,4 \text{ или } 40\%$$

Система оценивания:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Определение количества хлороводорода | 0,5 балла |
| 2. Определение состава каждого из конечных растворов в каждой склянке по 1 баллу (в первой склянке KHS и KCl, во второй H ₂ SO ₄) | 2 балла |
| 3. Составление каждого из 3х уравнений | 0,5 балла |
| 4. Составление уравнения равенства Δm растворов и нахождение x | 3 балла |
| 5. Определение объема пропущенного хлороводорода | 1 балл |
| 6. Определение массы конечного раствора во второй склянке и расчет массовых доли серной кислоты | 2 балла |

Всего 10 баллов

Задание 5

Составьте уравнения реакций, определите вещества А, Б, В, Г, Д, Е, Ж

- 1) $A + B + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{450^\circ\text{C}} B \uparrow + B$
- 3) $B + \text{CaI}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \Gamma \uparrow + \text{Д} \downarrow + \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\Gamma + B \rightarrow E$
- 5) $E + \Gamma \xrightarrow{-80^\circ\text{C}} \text{Ж}$

Решение

- 1) $2\underset{A}{\text{HNO}_2} + \underset{B}{\text{O}_2} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ уравнение 1
- 2) $2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \xrightarrow{450^\circ\text{C}} \underset{B}{\text{O}_2} \uparrow + 2\underset{B}{\text{Ca}(\text{NO}_2)_2}$ уравнение 2
- 3) $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{CaI}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\underset{\Gamma}{\text{NO}} \uparrow + \underset{\text{Д}}{\text{I}_2} \downarrow + 2\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ уравнение 3
- 4) $2\underset{\Gamma}{\text{NO}} + \underset{B}{\text{O}_2} \rightarrow 2\underset{E}{\text{NO}_2}$ уравнение 4
- 5) $\underset{E}{\text{NO}_2} + \underset{\Gamma}{\text{NO}} \xrightarrow{-80^\circ\text{C}} \underset{\text{Ж}}{\text{N}_2\text{O}_3}$ уравнение 5

Ответы: А – HNO₂; Б – O₂; В – Ca(NO₂)₂; Г – NO; Д – I₂; Е – NO₂; Ж – N₂O₃

Система оценивания:

- | | |
|---|----------|
| 1. За каждое из уравнений по 1 баллу | 5 баллов |
| 2. За определение веществ А, Б, В, Д по 0,5 балла | 2 балла |
| 3. За определение Г, Е, Ж по 1 баллу | 3 балла |

Всего 10 баллов