

Решения задач и система оценивания
10 класс
Максимальное количество баллов - 35

Задача № 1

Рассчитаем количество хлорида меди в начальном растворе соли:

$$n(\text{CuCl}_2 / \text{исх}) = [100 \text{ г} / 1,096 \text{ г/мл}] \cdot 10^{-3} \cdot 0,8155 \text{ моль/л} = 7,44 \cdot 10^{-2} \text{ моль.}$$

После добавления кристаллогидрата масса раствора стала $100 + 17,10 = 117,10$ г и содержание в нем хлорида меди стало

$$n(\text{CuCl}_2 / \text{кон}) = [117,10 \text{ г} / 1,205 \text{ г/мл}] \cdot 10^{-3} \cdot 1,7946 \text{ моль/л} = 0,1744 \text{ моль.}$$

Прирост количества хлорида меди соответствует количеству безводной соли в добавленном кристаллогидрате: $0,1744 - 0,0744 = 0,1$ моль, что соответствует массе $m(\text{CuCl}_2) = 0,1 \cdot 135 = 13,5$ г.

Масса воды в добавленном кристаллогидрате равна $m(\text{H}_2\text{O}) = 17,1 - 13,5 = 3,6$ г, что соответствует $3,6 / 18 = 0,2$ моль воды.

Таким образом, в кристаллогидрате соотношение $n(\text{CuCl}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0,1 : 0,2 = 1 : 2$ и формула кристаллогидрата $\text{CuCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Система оценивания: расчет количества (массы) хлорида меди в растворах – 2 балла; расчет количеств (масс) соли и воды в навеске кристаллогидрата – 2 балла; формула кристаллогидрата – 1 балл. **(5 баллов)**

Задача № 2

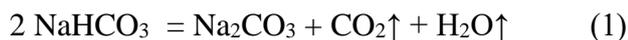
Исходное соединение 4,4-диметилпентин-1 имеет брутто-формулу C_7H_{12} и структурную формулу $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_3$

- 1) диметилэтилнонан, например, $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; брутто-формула $\text{C}_{13}\text{H}_{28}$
- 2) ацетилен $\text{HC}\equiv\text{CH}$, брутто-формула C_2H_2 – **гомолог**
- 3) гептадиен, например, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, брутто-формула C_7H_{12} – **изомер**
- 4) этилпентадиен, например, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}(\text{C}_2\text{H}_5)=\text{CH}-\text{CH}_3$, брутто-формула C_7H_{12} – **изомер**
- 5) этан CH_3-CH_3 , брутто-формула C_2H_6
- 6) диметилэтилоктин, например, $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, брутто-формула $\text{C}_{12}\text{H}_{22}$ – **гомолог**
- 7) этилен $\text{CH}_2=\text{CH}_2$, брутто-формула C_2H_4
- 8) гексан $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, брутто-формула C_6H_{14}

Система оценивания: определения гомолога и изомера – 2 балла; структурные и брутто-формулы всех веществ $0,5 \times 9 = 4,5$ балла; выбор гомологов и изомеров – 1,5 балла. **(8 баллов)**

Задача № 3

При прокаливании смеси хлорида натрия, гидрокарбоната натрия и карбоната аммония протекают реакции:



Таким образом, сухой остаток включает в себя исходный хлорид натрия NaCl и образовавшийся карбонат натрия Na_2CO_3 .

При обработке сухого остатка избытком соляной кислоты идет реакция:



при этом выделилось $n(\text{CO}_2) = 1,12 / 22,4 = 0,05$ моль углекислого газа, прореагировало $0,05$ моль карбоната натрия и образовалось дополнительно $0,1$ моль хлорида натрия.

Легко находим массу хлорида натрия в исходной смеси

$$m(\text{NaCl}/\text{исх}) = m(\text{сух.остаток}) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 11,15 - 0,05 \cdot 106 = 5,85 \text{ г.}$$

Согласно (1) в исходной смеси было

$$n(\text{NaHCO}_3) = 2 n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ моль или } 0,1 \cdot 84 = 8,4 \text{ г.}$$

Итак, в исходной смеси $m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 18,2 - 5,85 - 8,4 = 3,95 \text{ г.}$

Конечным продуктом после упаривания раствора является хлорид натрия и его суммарная масса равна:

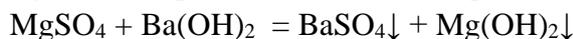
$$m(\text{NaCl} / \text{общ}) = m(\text{NaCl} / \text{исх}) + m(\text{NaCl} / \text{доп}) = 5,85 + 0,1 \cdot 58,5 = 11,7 \text{ г.}$$

Массовые доли солей в исходной смеси: $\omega(\text{NaCl}) = 32,1 \%$, $\omega(\text{NaHCO}_3) = 46,2 \%$ и $\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 21,7 \%$.

Система оценивания: уравнения реакций – $1 \times 3 = 3$ балла; состав сухого остатка – 1 балл; расчет массы и массовой доли компонентов в исходной смеси – $1 \times 3 = 3$ балла; расчет суммарной массы хлорида натрия - 1 балл. **(8 баллов)**

Задача № 4

При смешении стоков двух цехов протекает химическая реакция



Наносимый природе ущерб будет минимальным, если при смешении стоков образуется смесь, в которой количества загрязняющих веществ будет одинаковым (стехиометрическая смесь), они прореагируют без остатка, осадок можно отделить и утилизировать, а выходящая сточная вода будет содержать минимальное количество загрязняющих ионов. Эта благоприятная ситуация зависит от производительности цехов предприятия. Найдем оптимальный вариант.

Пусть цех I производит m_1 тонн продукции, тогда в его стоках будет содержаться

$$n(\text{MgSO}_4) = m_1 \cdot 8 \cdot 10^3 \cdot (1,5 \text{ г/л} / 120 \text{ г/моль}) = 100 m_1 \text{ моль.}$$

Пусть цех II производит m_2 тонн продукции, тогда в его стоках будет содержаться

$$n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = m_2 \cdot 16 \cdot 10^3 \cdot (3,56 \text{ г/л} / 171 \text{ г/моль}) = 333 m_2 \text{ моль.}$$

При оптимальной производительности цехов получаем

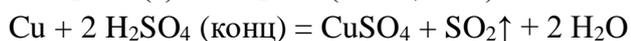
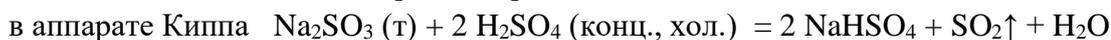
$$n(\text{MgSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2) \text{ или } 100 m_1 = 333 m_2, \text{ откуда} \\ m_1 / m_2 = 333 / 100 = 3,33 / 1 = 10 / 3.$$

Таким образом, оптимальный вариант производительности цехов – первый цех должен производить продукции в 3,33 раза больше, чем второй.

Система оценивания: уравнение реакции – 1 балл; обоснование оптимального варианта – 2 балла; расчет взаимной производительности цехов – 2 балла. **(5 баллов)**

Задача № 5

1. Сернистый газ можно получить разными способами, например,:



Сернистый газ тяжелее воздуха, поэтому его собирают в цилиндре методом вытеснения воздуха снизу вверх.

2. В опыте были использованы растворы следующих веществ:

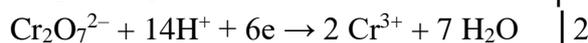
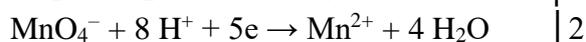
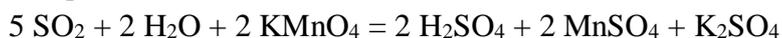
«марганцовка» – перманганат калия KMnO_4 , соль;

«хромпик» – дихромат (бихромат) калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, соль.

3. Раствор марганцовки фиолетовый, а хромпика – оранжевый.

4. Видимые признаки реакций – фиолетовый раствор обесцветится, а оранжевый раствор поменяет окраску на зеленую.

5. Уравнения реакций:



Обе реакции окислительно–восстановительные, где сернистый газ играет роль восстановителя, а перманганат калия и бихромат калия – окислителей соответственно. Характер среды (кислый) влияет на состав продуктов реакций.

Система оценивания: получение сернистого газа и его сбор – 2 балла; название, формулы и класс окислителей – 1 балл; цвет растворов и видимые признаки реакций – 2 балла; уравнения окислительно-восстановительных реакций – $1,5 \times 2 = 3$ балла; роль реагентов и среды – 1 балл. **(9 баллов)**