



Профиль: Инженерное дело: академический тур,
специализация «Химические технологии»

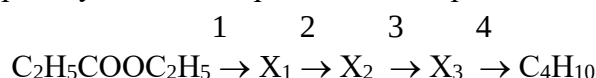
Вариант: 1

Класс: 10

Задача 1 (10 баллов). Анализируемое вещество было принято за карбонат стронция на основании анализа на содержание карбонат-иона. Однако качественный анализ показал, что вещество содержит катионы только кальция и бария и не содержит катионов стронция. Определите количественный состав анализируемого вещества (в % по массе).

Задача 2 (10 баллов). В одном литре этанола растворили 5 г металлического натрия. Найдите массовую долю (%) вещества в образовавшемся растворе, если плотность этанола $\rho = 0,785$ г/мл.

Задача 3 (15 баллов). Приведите уравнения соответствующих реакций и укажите примерные условия их проведения. Определите и назовите неизвестные вещества.



Задание 4 (15 баллов). В 1817 году окружной врач Магдебурга Иоганн Ролов ревизовал аптеки г. Хильдесхайма и в одной из них обнаружил оксид цинка не белого цвета, а бледно-коричневого. Заподозрив, что препарат содержит мышьяк, И. Ролов провел его анализ. Он превратил оксид цинка в хлорид действием хлороводородной кислоты, а затем через полученный раствор хлорида цинка пропустил сероводород. И. Ролов увидел образование не белого сульфида цинка, а осадка бледно-желтого цвета. Профессор химии Фридрих Штроемeyer провел полный анализ этого препарата оксида цинка и обнаружил в нем новый элемент, который назвал кадмием. Желтая окраска сульфида цинка, выделенного врачом И. Роловым, вызвана примесью сульфида кадмия, имеющего желтый цвет.

Напишите уравнения реакций получения сульфида кадмия (II) из оксида кадмия (II), проведенных И. Роловым. Определите массовую долю (%) примеси оксида кадмия в аптечном препарате оксида цинка массой 10 г, если выход продуктов на каждой стадии получения сульфида кадмия составляет 80% (по массе) от теоретически возможного. Масса полученного сульфида кадмия равна 0,01 г.



Критерии оценивания олимпиадной работы

Профиль: Инженерное дело (академический тур)

Предмет: Химия

Класс: 10, 11

Задание 1 (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	2
Задание решено на 40%	4
Задание решено на 60%	6
Задание решено на 80%	8
Задание решено на 100%	10

Задание 2 (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	2
Задание решено на 50%	5
Задание решено на 80%	8
Задание решено на 100%	10

Задание 3 (максимальная оценка 15 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	3
Задание решено на 40%	6
Задание решено на 60%	9
Задание решено на 80%	12
Задание решено на 100%	15

Задание 4 (максимальная оценка 15 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	3
Задание решено на 40%	6
Задание решено на 60%	9
Задание решено на 80%	12
Задание решено на 100%	15

Решение варианта 1

1. Пусть имеем 1 моль смеси, тогда $\nu(\text{BaCO}_3) = x$ моль; $\nu(\text{CaCO}_3) = y$ моль.

Тогда по условию $x + y = 1$.

Массы компонентов смеси

$$M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = \nu(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 197x;$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = \nu(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 100y;$$

$$M(\text{SrCO}_3) = 148 \text{ г/моль}$$

Масса 1 моль смеси равна $m(\text{SrCO}_3) = \nu(\text{SrCO}_3) \cdot M(\text{SrCO}_3) = 148$ г.

По условию $m(\text{SrCO}_3) = 148 \text{ г} = m(\text{BaCO}_3) + m(\text{CaCO}_3) = 197x + 100y$

$$\text{Или } 148 = 197x + 100y$$

Составляем систему уравнений

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ 197x + 100y = 148 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1 - y \\ 197(1 - y) + 100y = 148 \Rightarrow 49 = 97y \end{cases}$$

$$y \approx 0,505; x = 0,495$$

$$m(\text{BaCO}_3) = 0,495 \cdot 197 = 97,515; m(\text{CaCO}_3) = 0,505 \cdot 100 = 50,5;$$

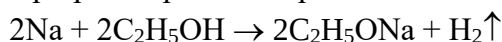
$$\omega(\text{BaCO}_3) = \frac{m(\text{BaCO}_3)}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{97,515}{148} \cdot 100 \approx 65,9\%$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{50,5}{148} \cdot 100 \approx 34,1\%$$

Ответ. $\omega(\text{BaCO}_3) = 65,9\%$; $\omega(\text{CaCO}_3) = 34,1\%$

2. Масса исходного этанола составляет $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \rho \cdot V = 0,785 \cdot 1000 = 785$ г.

При растворении натрия в этаноле протекает реакция



Количество натрия вступившего в реакцию

$$\nu(\text{Na}) = 5/23 \approx 0,22 \text{ моль}$$

$$M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}$$

По уравнению реакции образуется этилат натрия в количестве

$$\nu(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = 0,217 \text{ моль}$$

$$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = 68 \text{ г/моль}$$

Масса растворенного этилата натрия $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = 0,217 \cdot 68 = 14,78$ г.

В процессе реакции выделяется водород $\nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{Na}) = 0,109$ моль

Масса выделившегося водорода $m(\text{H}_2) = 0,109 \cdot 2 = 0,217$ г. $M(\text{H}_2) = 2 \text{ г/моль}$

Масса раствора составит

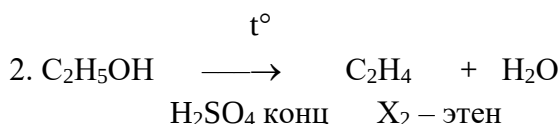
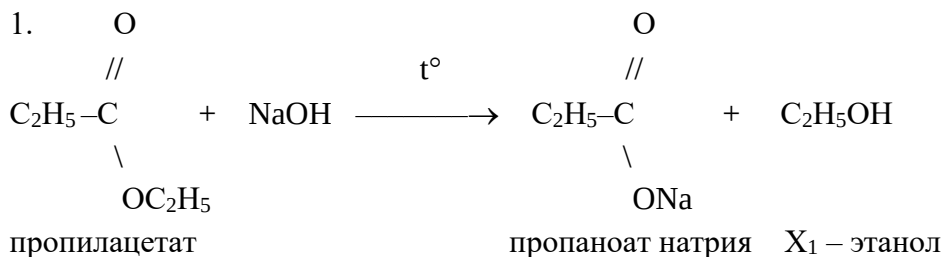
$$m_{\text{р-р}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + m(\text{Na}) - m(\text{H}_2) = 785 + 5 - 0,217 = 789,783 \text{ г.}$$

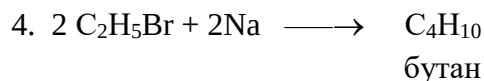
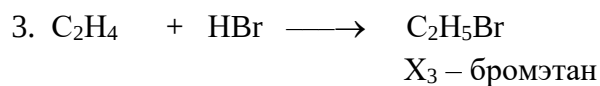
Массовая доля полученного раствора

$$\omega_{\text{р-ра}} = \frac{m(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa})}{m_{\text{р-р}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa})} \cdot 100\% = \frac{14,78}{789,783} \cdot 100\% \approx 1,87\%$$

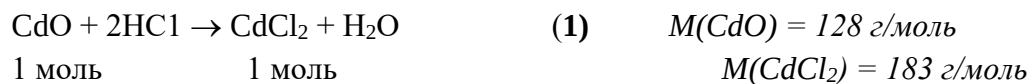
Ответ. $\omega_{\text{р-ра}} \approx 1,87\%$

3. Схеме превращений соответствуют уравнения реакций





4. Уравнения реакций



$$m_{\text{практ}}(\text{CdS}) = 0,01 \text{ г.} \quad m_{\text{теор}}(\text{CdS}) = \frac{m_{\text{практ}}(\text{CdS})}{\eta} \cdot 100\% = \frac{0,01}{80} \cdot 100 = 0,0125 \text{ г.}$$

$$\nu_{\text{теор}}(\text{CdS}) = m_{\text{теор}}(\text{CdS})/M(\text{CdS}) = 0,0125/144 \approx 8,7 \cdot 10^{-5} \text{ моль.}$$

$$\nu_2(\text{CdCl}_2) = \nu_{\text{теор}}(\text{CdS}) = 8,7 \cdot 10^{-5} \text{ моль по уравнению (2)}$$

$$\text{Для уравнения (1)} \quad \nu_2(\text{CdCl}_2) = \nu_{\text{практ}}(\text{CdCl}_2) = 8,7 \cdot 10^{-5} \text{ моль}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{CdCl}_2) = \nu_{\text{практ}}(\text{CdCl}_2) \cdot M(\text{CdCl}_2) = 8,7 \cdot 10^{-5} \cdot 183 \approx 0,0159 \text{ г.}$$

$$m_{\text{теор1}}(\text{CdCl}_2) = \frac{m_{\text{практ2}}(\text{CdCl}_2)}{\eta} \cdot 100\% = \frac{0,0159}{80} \cdot 100 = 0,019875 \approx 0,02 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{CdO}) = \nu(\text{CdCl}_2) = m_{\text{теор}}(\text{CdCl}_2)/M(\text{CdCl}_2) \approx 0,02/183 \approx 1 \cdot 10^{-4} \text{ по уравнению (1)}$$

$$m(\text{CdO}) = \nu(\text{CdO}) \cdot M(\text{CdO}) = 1 \cdot 10^{-4} \cdot 128 \approx 1,14 \cdot 10^{-2} \text{ г.}$$

$$\omega(\text{CdO}) = \frac{m(\text{CdO})}{m_{\text{препарат}}} \cdot 100\% = \frac{1,14 \cdot 10^{-2}}{10} \cdot 100 = 0,14 \%$$

Ответ. $\omega(\text{CdO}) = 0,14 \%$