

Решения и критерии оценивания

Задание № 1

Примем массу смеси за 100 г.

Тогда в ней содержится $20/32 + 30/44 = 1,307$ моль O_2 и C_3H_6 .

Из закона Авогадро следует, что объемные проценты компонентов газовой смеси (φ) равны мольным (χ)

В смеси содержится $(100-20-30)/M_x = 50/M_x$ моль третьего компонента, отсюда

$$\varphi_x = \chi_x = v_x/v_{см.} = \frac{50/M_x}{1,307 + 50/M_x} = 0,9503, \text{ решая это уравнение, получаем}$$

$M_x = 2$ г/моль. Такую молярную массу водород (H_2)

$$M_{cp} = \frac{100}{1,307 + 50/2} = 3,8 \text{ г/моль}$$

Критерии оценивания:

Нахождение количества кислорода и пропана – 1 балл,

Установления равенства объемных и мольных долей компонентов – 2 балла,

Нахождение молярной массы третьего компонента и его определение - 5 баллов,

Нахождение средней молярной массы смеси – 2 балла.

Итого – 10 баллов.

Задание 2

Молярные массы:

$$M(XY \cdot 10H_2O) = 400 \text{ г/моль};$$

$$M(XY \cdot 6H_2O) = 400 - 72 = 328 \text{ г/моль};$$

$$M(XY) = 400 - 180 = 220 \text{ г/моль}.$$

Пусть $v(XY \cdot 10H_2O) = x$ моль, $v(H_2O) = y$ моль.

$$\omega(XY) = m(XY)/m(p-ра) = 220x/(400x+18y) = 90/190 \text{ (при } 90^\circ C)$$

$$\omega(\text{XY}) = m(\text{XY})/m(\text{p-ра}) = 220(x-0,5)/(400x+18y-0,5*328) = 60/160 \text{ (при } 40^\circ\text{C)}$$

Решив систему, найдем, что $x = 1,06$, $y = 3,79$.

Массы веществ:

$$m(\text{XY} \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 1,06 \cdot 400 = 424 \text{ г;}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 3,79 \cdot 18 = 68,2 \text{ г}$$

Критерии оценивания:

Определение молярных масс веществ – 2 балла,

Составление уравнения для массовой доли XY при 90°C – 4 балла,

Составление уравнения для массовой доли XY при 40°C – 6 баллов,

Определение масс воды и $\text{XY} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ – 3 балла.

Итого – **15 баллов.**

Задание 3

Можно составить таблицу с признаками реакции при попарном взаимодействии всех веществ (выпадение осадков, выделение газа и т.д.):

	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	H_2SO_4	KI	Na_2CO_3	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
$\text{Ca}(\text{OH})_2$		Белый	–	Белый	Белый
H_2SO_4			–	Газ	Белый
KI				–	Желтый
Na_2CO_3					Белый
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$					

На основании таблицы можем предложить порядок определения (он может отличаться):

1. Один из растворов последовательно приливаем ко всем остальным. Затем берем следующий и повторяем процедуру. Тот раствор, при добавлении которого ко всем прочим выпали осадки – **нитрат свинца.**

2. То вещество, которое дало желтый осадок при взаимодействии с $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ – **йодид калия.**

3. Два вещества, взаимодействующие с выделением газа – **карбонат натрия и серная кислота**. Различаем их при помощи фенолфталеина.

4. Оставшееся вещество – **гидроксид кальция**.

Критерии оценивания:

За каждое определенное вещество – 2 балла

Итого – **10 баллов**.

Задание 4

1. Найдем массы веществ в растворе:

$$m(\text{NiCl}_2) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega(\text{NiCl}_2) / 100\% = 81,25 \cdot 1,6 / 100 = 1,3 \text{ г}$$

$$m(\text{HCl}) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega(\text{HCl}) / 100\% = 81,25 \cdot 2 / 100 = 1,625 \text{ г}$$

2. Найдем количества веществ:

$$\nu(\text{NiCl}_2) = m(\text{NiCl}_2) / M(\text{NiCl}_2) = 1,3 / 130 = 0,01 \text{ моль}$$

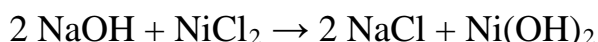
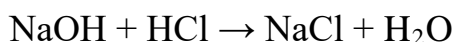
$$\nu(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}) = 1,625 / 36,5 = 0,045 \text{ моль}$$

3. Найдем массу и количества вещества гидроксида натрия:

$$m(\text{NaOH}) = m(\text{p-ра}) \cdot \omega(\text{NaOH}) / 100\% = 40 \cdot 5,5 / 100 = 2,2 \text{ г.}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) / M(\text{NaOH}) = 2,2 / 40 = 0,055 \text{ моль.}$$

4. Запишем уравнения протекающих реакций – сначала происходит нейтрализация, а затем образование гидроксида никеля:



5. После нейтрализации в избытке останется гидроксид натрия:

$$\nu(\text{NaOH})_{\text{изб}} = \nu(\text{NaOH}) - \nu(\text{HCl}) = 0,055 - 0,045 = 0,01 \text{ моль}$$

и образуется 0,045 моль хлорида натрия.

6. Для реакции с 0,01 моль хлорида никеля необходимо 0,02 моль гидроксида натрия, а в растворе присутствует только 0,01 моль. Следовательно, израсходуется только половина хлорида никеля, а еще $\nu(\text{NiCl}_2)_{\text{ост}} = 0,005$ моль останется в избытке. Также образуется 0,01 моль NaCl.

7. Таким образом, в растворе осталось 0,005 моль хлорида никеля и хлорид натрия:

$$\nu(\text{NaCl})_{\text{общ}} = 0,045 + 0,01 = 0,055 \text{ моль}$$

8. Найдем массы веществ:

$$m(\text{NaCl}) = v(\text{NaCl})_{\text{общ}} * M(\text{NaCl}) = 0,055 * 58,5 = 3,22 \text{ г.}$$

$$m(\text{NiCl}_2) = v(\text{NiCl}_2)_{\text{ост}} * M(\text{NiCl}_2) = 0,005 * 130 = 0,65 \text{ г.}$$

9. Масса образовавшегося гидроксида никеля будет равна:

$$m(\text{Ni}(\text{OH})_2) = v(\text{NiCl}_2)_{\text{прореаг.}} * M(\text{Ni}(\text{OH})_2) = 0,005 * 93 = 0,465 \text{ г.}$$

Таким образом, масса фильтрата будет равна:

$$m(\text{фильтрата}) = m(\text{р-ра 1}) + m(\text{р-ра 2}) - m(\text{Ni}(\text{OH})_2) = 81,25 + 40 - 0,465 = 120,785.$$

10. Найдем массовые доли:

$$\omega(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl}) * m(\text{фильтрата}) * 100\% = 3,22 / 120,785 * 100\% = 2,67 \%$$

$$\omega(\text{NiCl}_2) = m(\text{NiCl}_2) * m(\text{фильтрата}) * 100\% = 0,65 / 120,785 * 100\% = 0,54 \%$$

Критерии оценивания:

Рассчитаны массы компонентов растворов – по 1 баллу (всего 3 балла)

Рассчитаны количества исходных веществ – по 1 баллу (всего 3 балла)

Приведены реакции – по 1 баллу (всего 2 балла)

Верно определены компоненты конечного раствора – 3 балла

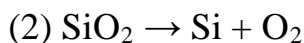
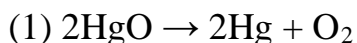
Рассчитаны массовые доли компонентов – по 2 балла (всего 4 балла)

Итого: 15 баллов

Если не учтена масса осадка, -2 балла.

Задание 5

1. Записываем предполагаемые уравнения реакций разложения:



2. Найдем количество вещества образовавшегося кислорода:

$$v(\text{O}_2) = V/V_m = 0.413/22,4 = 0.0184 \text{ моль};$$

3. Образовавшаяся серебристая жидкость – это ртуть. Найдем ее количество вещества:

$$v(\text{Hg}) = m(\text{Hg}) / M(\text{Hg}) = 7,41 / 201 = 0,0369 \text{ моль.}$$

Проверив соотношение количеств веществ кислорода и ртути видим, что оно составляет:

$$v(\text{Hg}) / v(\text{O}_2) = 0,0369 / 0,0184 = 2 \text{ (с достаточной точностью)}$$

Следовательно, имело место только разложение оксида ртути по уравнению (1), а реакция (2) не протекала.

4. Найдем массу оксида ртути:

$$v(\text{HgO}) = v(\text{Hg}) = 0,0369 \text{ моль};$$

$$m(\text{HgO}) = v(\text{HgO}) \cdot M(\text{HgO}) = 0,0639 \cdot 217 = 8 \text{ г.}$$

5. Находим массу оксида кремния

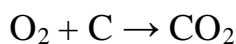
$$m(\text{SiO}_2) = 10 - m(\text{HgO}) = 10 - 8 = 2 \text{ г.}$$

6. Находим массовую долю оксида ртути

$$\omega = \frac{m_{\text{HgO}}}{m_{\text{HgO}} + m_{\text{SiO}_2}} = \frac{8}{10} \cdot 100\% = 80\%$$

Массовая доля оксида кремния, таким образом, составляет 20%.

7. Запишем реакцию кислорода с углеродом:



и найдем количество вещества углерода:

$$v(\text{C}) = m/M = 0,1/12 = 0,0083 \text{ моль};$$

8. Видим, что в этой реакции кислород остается в избытке:

$$v(\text{O}_2)_{\text{изб}} = 0,0184 - 0,0083 = 0,0101 \text{ моль};$$

и образовался углекислый газ в количестве 0,0083 моль.

9. Зная, что в приближении идеального газа молярный объем для всех компонентов смеси будет одинаков, вычислим мольные доли, равные объемным:

$$\varphi(\text{CO}_2) = \chi(\text{CO}_2) = v(\text{CO}_2) / (v(\text{CO}_2) + v(\text{O}_2)) * 100\% = 0,0083 / 0,0184 = 45,1\%$$

$$\text{Таким образом, } \varphi(\text{O}_2) = 100\% - \varphi(\text{CO}_2) = 100\% - 45,1\% = 54,9\%.$$

Критерии оценивания:

1. Правильное составление уравнений реакций – 2 балла

2. Вывод о разложении только оксида ртути – 2,5 балла

3. Расчет состава смеси оксидов – 2,5 балла

4. Нахождение состава газовой смеси – 3 балла

Итого – 10 баллов

Итого за 5 заданий – максимум 60 баллов.