

ЗАДАНИЯ 2 ТУРА
олимпиады школьников Северо-Кавказского федерального
университета «45 Параллель» по химии 2015-16 уч. год

Химия
Решения теоретический тур
9 класс

Задание 1.

Смесь нитратов натрия, бария, серебра и хрома (III) массой 117,7 г прокалили при 600⁰С и получили 28 л (н.у.) газовой смеси. Эту смесь пропустили через воду, при этом 12,8 г газа не поглотилось. Остаток обработали водой, при этом 40,5 г веществ не растворилось. Запишите уравнения реакций. Определите объем оксида азота (IV) в газовой смеси. Определите массу растворимого остатка. Определите состав нерастворимого остатка. Найдите массовую долю нитратов металлов в смеси (%).

Решение:

Запишем уравнения реакций прокаливания:

- 1) $2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
- 2) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{Ba}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2$
- 3) $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$
- 4) $4\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 = 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$

Газовая смесь состоит из кислорода и диоксида азота (28 л). Кислород, в отличие от диоксида азота, в воде не поглотился. Определяем его объем:

$$V(\text{O}_2) = 12,8 \cdot 22,4 / 32 = 8,96 \text{ л, тогда } V(\text{NO}_2) = 28 - 8,96 = \mathbf{19,04 \text{ л.}}$$

Нитриты бария и натрия растворяются в воде, а серебро и оксид хрома – не растворяются. Решение начинаем по реакциям (3) и (4) с помощью системы уравнений:

$$\begin{array}{cccc} x & y & 40,5-x & 19,04-y \\ \text{Ag} \rightarrow \text{NO}_2 & \text{и} & \text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 6 \text{NO}_2 & \\ 108 & 22,4 & 152 & 6 \cdot 22,4 \\ y=0,207x & (40,5-x) & 6 \cdot 22,4=152(19,04-0,207x) & \end{array}$$

$$x=24,8 \text{ г (Ag)}$$

$$m(\text{Cr}_2\text{O}_3) = 40,5 - 24,8 = 15,7 \text{ г.}$$

Далее определяем объем кислорода в этих реакциях:

$$\begin{array}{cccc} 24,8 & V & 15,7 & V \\ 2\text{Ag} \rightarrow \text{O}_2 & ; & V(\text{O}_2)=2,57 \text{ л.} & 2\text{Cr}_2\text{O}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 & ; & V(\text{O}_2)=3,47 \text{ л.} \\ 216 & 22,4 & 304 & 67,2 & & \end{array}$$

Объем кислорода по реакциям (3) и (4) равен: $2,57 + 3,47 = 6,04 \text{ л.}$

Следовательно, $V(\text{O}_2)$ на реакции (1) и (2) равен $8,96 - 6,04 = \mathbf{2,92 \text{ л.}}$

Предварительно рассчитаем массы нитратов серебра и хрома:

$$m(\text{AgNO}_3) = 24,8 \cdot 170 / 108 = \mathbf{39 \text{ г.}}$$

$$m(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = 15,7 \cdot 476 / 152 = 49,2 \text{ г.}$$

Объем кислорода на реакции (1) и (2) составляет 2,92 л. Определяем массы нитратов бария и натрия, учитывая, что их суммарная масса составляет: $117,7 - 39,0 - 49,2 = 29,5 \text{ г.}$

$$x \quad y \quad 29,5 - x \quad 2,92 - y$$



$$170 \quad 22,4 \quad 261 \quad 22,4$$

$$y = 0,132x ; (29,5 - x)22,4 = 261(2,92 - 0,132x) \quad x = 8,3$$

$$m(\text{NaNO}_3) = 8,3 \text{ г}$$

$$m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 29,5 - 8,3 = 21,2 \text{ г.}$$

Находим массовые доли нитратов:

$$\omega(\text{AgNO}_3) = 39 / 117,7 = 33,1\%$$

$$\omega(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = 49,2 / 117,7 = 41,8\%$$

$$\omega(\text{NaNO}_3) = 8,3 / 117,7 = 7,1\%$$

$$\omega(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 21,2 / 117,7 = 18,0\%.$$

Определяем состав растворимого остатка:

$$8,3 \quad x$$



$$85 \quad 69$$

$$21,2 \quad y$$



$$261 \quad 229$$

$$\text{Их масса: } 6,7 + 18,6 = 25,3 \text{ г.}$$

Система оценивания:

1. Написаны уравнения реакций – $4 \times 2 = 8$ баллов
2. Найден объем оксида азота (IV) в газовой смеси – 3 балл
3. Определена масса растворимого остатка – 3 балл
4. Определен состав нерастворимого остатка – 3 балл
5. Определена массовая доля нитратов металлов в смеси - 3 балла

Итого 20 баллов

Задание 2.

В двух склянках находятся: в одной - 5 % -ный водный раствор аммиака; в другой - 5 % - водный раствор гидроксида аммония. Есть ли различие между этими растворами? Если есть, то какое?

Решение:

Различие есть.

Пусть массы растворов по 100 г.

$$\text{Первый раствор: } m(\text{NH}_3) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) / 100\% = 5\% \cdot 100 \text{ г} / 100\% = 5 \text{ г}$$

$$\text{Второй раствор: } m(\text{NH}_4\text{OH}) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) / 100\% = 5\% \cdot 100 \text{ г} / 100\% = 5 \text{ г}$$

$$n(\text{NH}_4\text{OH}) = m/M = 5 \text{ г} / 35 \text{ г/моль} = 0,142 \text{ моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,142 \text{ моль}$$

$$m(\text{NH}_3) = n \cdot M = 0,142 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 2,4 \text{ г.}$$

Второй раствор по аммиаку практически в 2 раза менее концентрирован, чем первый раствор.

Система оценивания:

1. Найдены массы веществ – 8 балла
2. Найдено количество веществ – 8 балла
3. Сделан вывод по вопросу задачи – 4 баллов

Итого 20 баллов

Задание 3.

Студенистое голубое вещество А нейтрализуется бесцветным веществом Б с образованием голубого раствора вещества В. При выпаривании раствора и прокаливании осадка образуются: газ бурового цвета Г, газ Д (бесцветный, в котором вспыхивает тлеющая лучинка) и твердое вещество Е черного цвета, которое может вступать в реакцию с веществом Б с образованием вещества В. Определите вещества А, Б, В, Г, Д и Е и приведите уравнения соответствующих реакций.

Решение:

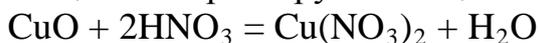
Студенистое голубое вещество А – $\text{Cu}(\text{OH})_2$, а бесцветное вещество Б – HNO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Раствор голубой окраски вещество В - $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. При прокаливании кристаллов этой соли образуются 3 вещества:



CuO (вещество Е черного цвета), NO_2 (газ Г бурого цвета), O_2 (бесцветный газ Д, в котором вспыхивает тлеющая лучинка).

Вещество Е реагирует с веществом Б с образованием вещества В

**Система оценивания:**

Определены вещества А, Б, В, Г, Д и Е (по 2 балла = 12 баллов) и приведены уравнения соответствующих реакций (по 2 балла = 6 баллов). Правильно расставлены коэффициенты 2 балла.

Итого 20 баллов

Задание 4.

Бесцветный газ объемом 5,6 л (н.у.) с относительной молекулярной массой на 3,4% меньше, чем у воздуха, сожгли в избытке кислорода. Продукты сгорания пропустили через 10%-ный раствор гидроксида натрия с плотностью 1,1. Какой объем раствора щелочи был взят, если известно, что продукты сгорания исходного газа не содержат воду? Определите, о каком газе идет речь?

Решение:

Относительная молекулярная масса газа:

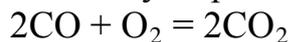
$$M_r = 29 \cdot (1 - 0,034) = 28.$$

Такое значение M_r имеют три газа: азот, но он не горит;

этилен, но он образует воду при горении:



и оксид углерода (II), удовлетворяющий условию задачи:



Найдем количество вещества оксида углерода (II)

$$n = 5,6 / 22,4 = 0,25 \text{ (моль)}$$

по уравнению $n(\text{CO}) = n(\text{NaOH}) = 0,25 \text{ моль}$

Объем раствора щелочи равен: $V = 40 \cdot 0,25 \cdot 100 / 1,1 \cdot 10 = 90,9 \text{ мл}$

Система оценивания:

1. Определено какой объем раствора щелочи был взят – 10 баллов
2. Определено, о каком газе идет речь – 10 баллов

Итого 20 баллов