

Задачи на «тип соли» к вопросу 34 по спецификации ЕГЭ-2019

Доронькин В.Н.

Вопрос 34

Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты с использованием понятия «массовая доля вещества в растворе».

Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного.

Расчёты массовой доли (массы) химического соединения в смеси



(В.Н. Доронькин, А.Г. Бережная, Т.В. Сажнева, В.А. Февралева)

В. Н. Доронькин, А. Г. Бережная, Т. В. Сажнева, В. А. Федралева



 **ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕГИОН**

Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6 л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = 33,6 \text{ л (н.у.)}$$

$$V_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 250 \text{ мл}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = 25\% = 0,25$$

$$\rho = 1,28 \text{ г/мл}$$

соль - ?

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}$$

$$n_{\text{г}} = V_{\text{г}} / V_{\text{м}}$$

$$\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}}$$

$$\rho = m / V$$

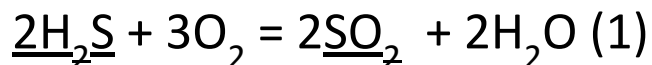


Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6 л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?

А) Проводим анализ условия.

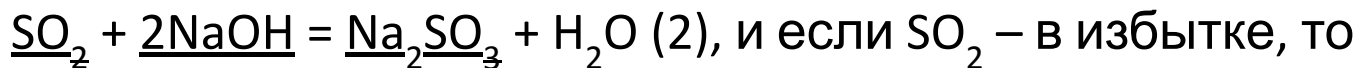
1-й фрагмент: «... Продукты полного сгорания 44,8 л (н.у.) сероводорода...»

Составляем уравнение реакции:



2-й фрагмент: «.. Продукты полного сгорания 33,6л (н.у.) сероводорода (**SO_2**) пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра,...»

Уравнение этой реакции



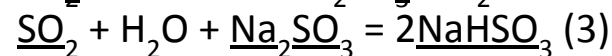
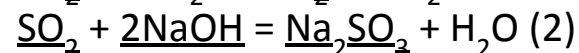
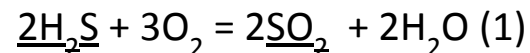
~~3-й фрагмент: «3.. Какая соль и в каком количестве образуется?»~~

Химических превращений нет.

Очевидно, что могут образоваться Na_2SO_3 , $NaHSO_3$ или их смесь



Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6 л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?



Б) Устанавливаем логические

связи
1) 3-й фрагмент: «... Какая соль и в каком количестве образуется?»

Очевидно, что могут образоваться Na_2SO_3 , NaHSO_3 или их смесь

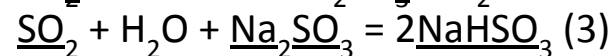
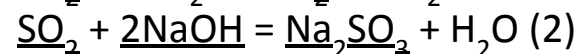
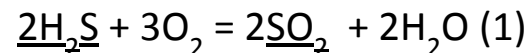
2) Количество вещества NaHSO_3 связано с количеством SO_2 и Na_2SO_3 (уравнение (3)).

Na_2SO_3 связан с SO_2 и NaOH (уравнение (2)).

SO_2 связан с H_2S (уравнение (1))



Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6 л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?

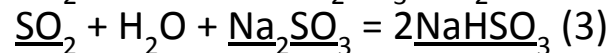
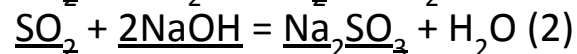
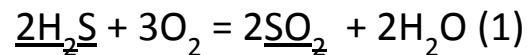


В) План решения задачи.

- 1) Найти количество вещества сероводорода H_2S и гидроксида натрия NaOH .
- 2) Найти количество оксида серы(IV) SO_2 по уравнению (1).
- 3) Найти количество Na_2SO_3 по уравнению (2).
- 4) Найти количество NaHSO_3 по уравнению (3).



Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6 л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?



Решение

1) Рассчитываем количество вещества H_2S и NaOH .

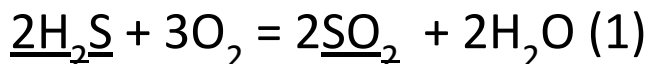
а) $n(\text{H}_2\text{S}) = 33,6/22,4 = 1,5$ моль

б) $m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 1,28 \cdot 250 = 320$ г,

$m(\text{NaOH})_{\text{чист.}} = 0,25 \cdot 320 = 80$ г

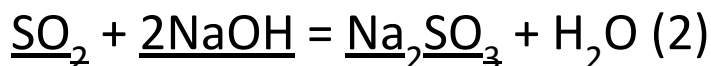
$M(\text{NaOH}) = 40$ г/моль, $n(\text{NaOH}) = 80/40 = 2$ моль

2) По уравнению (1).



$n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 1,5$ моль

3) По уравнению (2).



Проверяем «избыток-недостаток»

имеется $\text{SO}_2 - 1,5$ моль

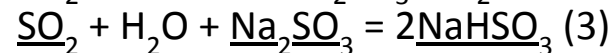
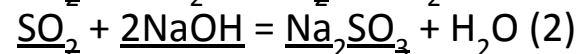
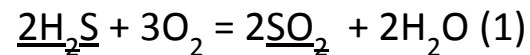
прореагирует $\text{SO}_2 - (1 \cdot 2/1) = 1$ моль

останется $\text{SO}_2 - (1,5 - 1) = 0,5$ моль (избыток), расчёт по NaOH – по недостатку)



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕГИОН

Пример 1. Продукты полного сгорания 33,6л (н.у.) сероводорода пропустили через 250 мл 25%-ного раствора едкого натра плотностью 1,28 г/мл. Какая соль и в каком количестве образуется?



Решение

4) По уравнению (2).

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,5n(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль}$$

5) По уравнению (3):



Проверяем «избыток-недостаток»

имеется Na_2SO_3 – 1 моль

прореагирует Na_2SO_3 – $(1 \cdot 0,5/1) = 0,5$ моль

останется Na_2SO_3 – $(1 - 0,5) = 0,5$ моль (в избытке), расчёт по SO_2 – по недостатку)

$$n(\text{NaHSO}_3) = 2n(\text{SO}_2) = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ моль}$$

$$M(\text{NaHSO}_3) = 104 \text{ г/моль}, m(\text{NaHSO}_3) = 2 \cdot 104 = 208 \text{ г}$$

6) Состав полученных веществ:

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,5 \text{ моль},$$

$$n(\text{NaHSO}_3) = 1,5 \text{ моль}$$



Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.

Дано:

$$\left\{ \begin{array}{l} m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 196\text{ г} \\ \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5\% = 0,05 \\ m(\text{SO}_3) = 24\text{ г} \\ m(\text{KOH}) = 22,4\text{ г} \\ \omega(\text{веществ}) - ? \\ \text{среда} - ? \end{array} \right.$$

Анализ и решение:

Основные формулы для расчёта:

$$n = m_{\text{в-ва}} / M_{\text{в-ва}}$$
$$\omega = m_{\text{в-ва}} / m_{\text{р-ра}}$$

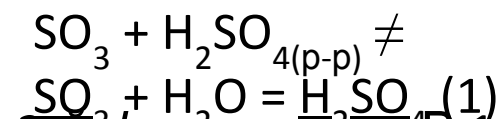


Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.

А) Проводим анализ условия.

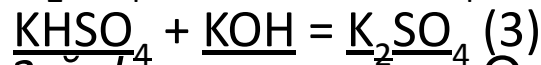
1-й фрагмент: В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы (VI)»

Составляем уравнение реакции:



2-й фрагмент: «В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. »

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} = \text{KHSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$, и если KOH – в избытке, то



3-й фрагмент: «... Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.»

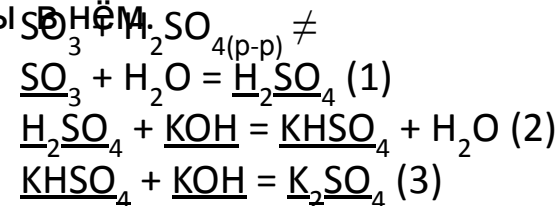
Химических превращений нет.

$$\omega(\text{соль}) = m(\text{соль}) / m_{\text{р-ра}}(\text{соль})$$

Понятно, что $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{H}_2\text{SO}_4) + m(\text{SO}_3) + m(\text{KOH})$



Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.



Б) Устанавливаем логические

связи

1) 3-й фрагмент: «Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём»

Очевидно, что могут образоваться KHSO_4 , K_2SO_4 или их смесь в зависимости от соотношения реагентов

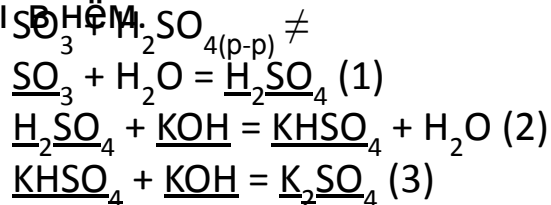
2) Количество вещества K_2SO_4 связано с количеством KHSO_4 и KOH (ур-е (3)).

3) KHSO_4 связан с H_2SO_4 и KOH (ур-е (2)).

3) H_2SO_4 связана с SO_3 (ур-е (1)) и $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{чист.})}$ в исходном растворе



Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды.

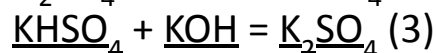
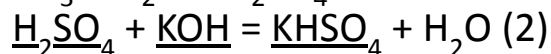
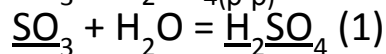
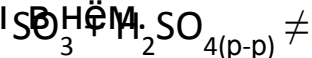


В) План решения задачи.

- 1) Найти количество вещества SO_3 , $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{чист.})}$ и KOH .
- 2) Найти количество H_2SO_4 по уравнению (1).
- 3) Найти общее количество H_2SO_4 в полученном растворе.
- 4) Найти количество KHSO_4 по уравнению (2).
- 5) Найти количество K_2SO_4 по уравнению (3).
- 6) Указать реакцию среды.
- 6) Вычислить $\omega(\text{веществ})$ в растворе



Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.



Решение

1) Рассчитываем количество вещества SO_3 , $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{чист})}$ и KOH .

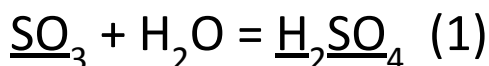
а) $m(\text{SO}_3) = 80 \text{ г/моль}$, $n(\text{SO}_3) = 24/80 = 0,3 \text{ моль}$

б) $m(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{чист})}) = 0,05 \cdot 196 = 9,8 \text{ г}$

$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$, $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 / 98 = 0,1 \text{ моль}$

в) $M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$, $n(\text{KOH}) = 22,4/56 = 0,4 \text{ моль}$

2) По уравнению (1).

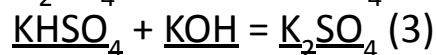
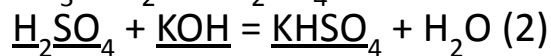
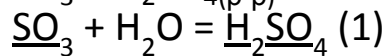
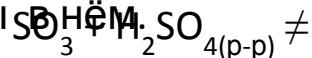


$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,3 \text{ моль}$

3) $n(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{общее})}) = 0,1 + 0,3 = 0,4 \text{ моль}$

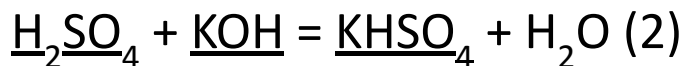


Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды.



Решение

4) По уравнению (2).



Проверяем «избыток-недостаток»

имеется $\text{H}_2\text{SO}_4 - 0,4$ моль

прореагирует $\text{H}_2\text{SO}_4 - (0,4 \cdot 1/1) = 0,4$ моль

останется $\text{H}_2\text{SO}_4 - (0,4 - 0,4) = 0$ моль (вещества прореагируют без остатка, по уравнению (3) реакция не происходит)

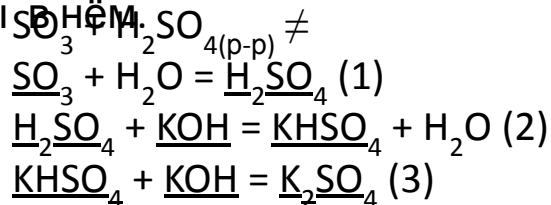
$n(\text{KHSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{KOH}) = 0,4$ моль

$m(\text{KHSO}_4) = 136 \text{ г/моль}$, $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,4 \cdot 136 = 54,4 \text{ г}$



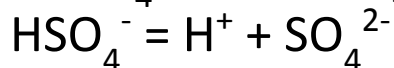
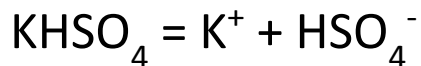
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕГИОН

Пример 2. В 196 г 5%-ной серной кислоты растворили 24 г оксиды серы(VI) и к полученному раствору добавили 22,4 г гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в полученном растворе и укажите реакцию среды в нём.



Решение

5) Раствор имеет кислую реакцию, потому что KHSO_4 – **кислая** соль **сильной** кислоты H_2SO_4 и при диссоциации образует большое количество H^+



6) Находим массовые доли веществ в растворе:

состав раствора: $\text{KHSO}_4 = 54,4$ г,

вода – остальное

$$m_{\text{р-ра}}(\text{KHSO}_4) = 196 + 24 + 22,4 = 242,4$$

$$\omega(\text{KHSO}_4) = 54,4 / 242,4 \approx 0,2244, \text{ или } 22,44\%$$

$$\omega(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 22,44 = 77,56\%$$



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕГИОН