

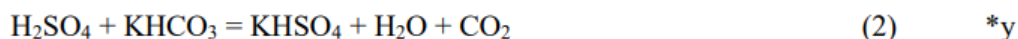
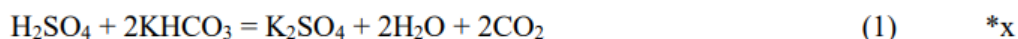
К 150 мл водного 15.0 % раствора серной кислоты плотностью 1.102 г/мл добавили навеску гидрокарбоната калия, содержащую  $9.90 \cdot 10^{24}$  электронов. Каков состав полученного раствора? Ответ выразите в массовых долях. Подтвердите его вычислениями и уравнениями химических реакций. *Примечание: атомные массы элементов брать с точностью до сотых.*

**Решение.**

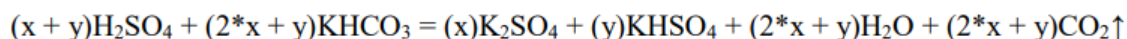
Количество вещества серной кислоты можно вычислить как:

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = V \cdot \rho \cdot (\omega\% / 100\%) / M(\text{H}_2\text{SO}_4): v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.253 \text{ моль.}$$

Количество вещества соли слабой кислоты  $v(\text{соль сл. к-ты}) = N(e) / (N_{\text{Av}} \cdot Z)$ , где  $Z$  – число электронов в формульной единице соли,  $Z(\text{KHCO}_3) = 19 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 6 \cdot 1 + 8 \cdot 3 = 50$ ; число электронов в атоме элемента совпадает с атомным номером элемента в Периодической системе):  $v(\text{KHCO}_3) = 0.329$  моль. Отношение количества вещества серной кислоты к количеству вещества соли слабой кислоты равно:  $v(\text{H}_2\text{SO}_4):v(\text{KHCO}_3) = 1:1.30$ , следовательно полученная жидкая смесь состоит из трех веществ: воды, средней и кислой солей серной кислоты (сульфата и гидросульфата щелочного металла).

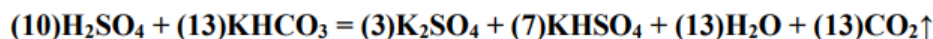


Умножим все коэффициенты первой реакции на  $x$ , а коэффициенты второй реакции – на  $y$  и просуммируем оба полученных выражения. Суммарное уравнение реакции:



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4):v(\text{KHCO}_3) = (x + y) : (2*x + y) = 1:1.30 \Rightarrow x = 3, y = 7;$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) : v(\text{K}_2\text{SO}_4) : v(\text{KHSO}_4) = 10 : 3 : 7.$$



Масса полученной жидкой смеси равна массе исходного раствора серной кислоты + масса добавленной соли слабой кислоты – масса выделившегося газа. В соответствии с уравнением реакции:  $v(\text{газ}) = v(\text{соли слабой к-ты})$ .

$$m(\text{полученная жидк. смесь}) = V \cdot \rho + v(\text{соли сл. к-ты}) \cdot \{M(\text{соли сл. к-ты}) - M(\text{газ})\}$$

Концентрацию солей серной кислоты в полученной жидкой смеси находим по формуле:

$$\omega\%(\text{соль}) = 100\% \cdot v(\text{соль}) \cdot M(\text{соль}) / m(\text{полученная жидк. смесь}).$$

Концентрация воды в полученной жидкой смеси равна:

$$\omega\%(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega\%(\text{средняя соль}) - \omega\%(\text{кислая соль}).$$

$$m(\text{полученная жидк. смесь}) = V \cdot \rho + v(\text{KHCO}_3) \cdot \{M(\text{KHCO}_3) - M(\text{CO}_2)\} = 183.7 \text{ г}$$

$$v(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0.3 \cdot v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.0758 \text{ моль}$$

$$v(\text{KHSO}_4) = 0.7 \cdot v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.177 \text{ моль}$$

$$\omega\%(\text{K}_2\text{SO}_4) = 100\% \cdot v(\text{K}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{K}_2\text{SO}_4) / m(\text{полученная жидк. смесь}) = 7.2 \%$$

$$\omega\%(\text{KHSO}_4) = 100\% \cdot v(\text{KHSO}_4) \cdot M(\text{KHSO}_4) / m(\text{полученная жидк. смесь}) = 13.1 \%$$

$$\omega\%(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega\%(\text{K}_2\text{SO}_4) - \omega\%(\text{KHSO}_4) = 79.7 \%$$