

К 170 мл водного 10.0 % раствора серной кислоты плотностью 1.066 г/мл добавили навеску сульфита натрия, содержащую  $5.75 \cdot 10^{24}$  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.*

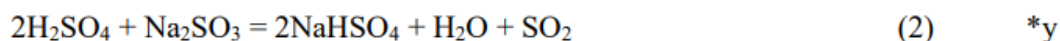
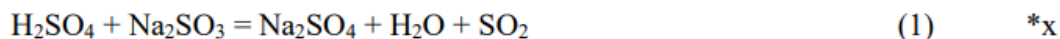
### Решение.

Количество вещества серной кислоты можно вычислить как:

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) = V \cdot \rho \cdot (\omega\% / 100\%) / M(\text{H}_2\text{SO}_4); v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.185 \text{ моль};$$

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 ( $Z(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 11 \cdot 2 + 16 \cdot 1 + 8 \cdot 3 = 62$ ; число электронов в атоме элемента совпадает с атомным номером элемента в Периодической системе):  $v(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0.1540 \text{ моль}$ ;

Отношение количества вещества серной кислоты к количеству вещества соли слабой кислоты равно  $v(\text{H}_2\text{SO}_4) / v(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 1.20$ , следовательно полученная жидкая смесь состоит из трех веществ: воды, средней и кислой солей серной кислоты (сульфата и гидросульфата щелочного натрия).

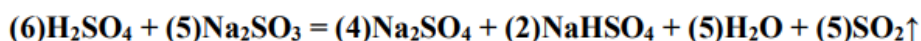


Умножим все коэффициенты первой реакции на  $x$ , а коэффициенты второй реакции – на  $y$ , и просуммируем оба полученных выражения. Суммарное уравнение реакции:



$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) / v(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 1.20 = (x + 2*y) / (x + y) \Rightarrow x = 4, y = 1$$

$$v(\text{H}_2\text{SO}_4) : v(\text{Na}_2\text{SO}_3) : v(\text{NaHSO}_4) = 3 : 2 : 1$$



Масса полученной жидкой смеси равна: (масса исходного раствора серной кислоты) + (масса добавленной соли слабой кислоты) – (масса выделившегося газа). В соответствии с уравнением реакции:

$$v(\text{газа}) = v(\text{соли слабой к-ты}).$$

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

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:

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

$$m(\text{полученная жидк. смесь}) = V \cdot \rho + v(\text{Na}_2\text{SO}_3) \cdot \{M(\text{Na}_2\text{SO}_3) - M(\text{SO}_2)\} = 190.8 \text{ г}$$

$$v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = (2/3) \cdot v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1233 \text{ моль}$$

$$v(\text{NaHSO}_4) = (1/3) \cdot v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.06167 \text{ моль}$$

$$\omega\%(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 100\% \cdot v(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) / m(\text{полученная жидк. смесь}) = 9.2 \text{ \%}.$$

$$\omega\%(\text{NaHSO}_4) = 100\% \cdot v(\text{NaHSO}_4) \cdot M(\text{NaHSO}_4) / m(\text{полученная жидк. смесь}) = 3.88 \text{ \%}.$$

$$\omega\%(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - \omega\%(\text{K}_2\text{SO}_4) - \omega\%(\text{KHSO}_4) = 86.9 \text{ \%}.$$