

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный (районный) этап
11 класс
Решение задач
Задача 1

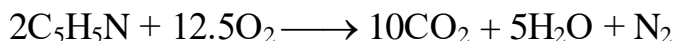
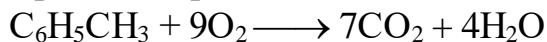
- 1.1. Вещество **A** - сульфат натрия. Вещество желтого цвета **B** – сера.
- 1.2. Тенардит – безводный Na_2SO_4 , мирабилит (глауберова соль) – кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
- 1.3. 1. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{C} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS} + 2\text{CO}_2$ или
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{C} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS} + 4\text{CO}$;
2. $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$ или
 $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{C} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 4\text{CO}$;
3. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{BaCO}_3 \downarrow$;
4. $\text{Na}_2\text{S} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{NaI} + \text{S}$ или
 $5\text{Na}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 5\text{S} + 8\text{H}_2\text{O}$;
5. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{CO}_2$;
6. $\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$;
7. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 4\text{Cl}_2 + 10\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$;
8. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{S} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
9. $3\text{S} + 6\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.
- 1.4. Сульфат натрия используют в производстве стекла, соды (метод Леблана), сульфида натрия, для получения целлюлозы, в кожевенной, текстильной, пищевой промышленности, для изготовления медицинских препаратов (слабительных средств и в средствах для промывания слизистой оболочки носа). Безводный сульфат натрия используют для обезвоживания органических растворителей.

Рекомендация по оценке решения задачи

За установление природы веществ A и B (2 вещества)	4 балла
За указание состава минералов (2 минерала)	4 балла
За уравнения реакций (9 уравнений)	18 баллов
За перечень областей применения сульфата натрия	3 балла
Всего	29 баллов

Задача 3

Уравнения реакций:



Количества вещества продуктов реакции:

$$n(H_2O) = 11.7 \text{ г} / 18 \text{ г/моль} = 0.65 \text{ моль};$$

$$n(N_2) = 1.12 \text{ л} / 22.4 \text{ л/моль} = 0.05 \text{ моль} - \text{газ, не растворяющийся в щелочи}$$

Пусть x моль – количество вещества толуола, y моль – количество вещества пиридина в исходной смеси. Тогда согласно уравнениям реакций

$$4x + 2.5y = 0.65 \quad \text{и} \quad 0.5y = 0.05, \quad \text{откуда} \quad x = 0.1 \text{ моль}, \quad y = 0.1 \text{ моль}.$$

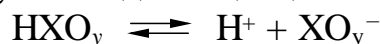
Следовательно, масса толуола ($M = 92 \text{ г/моль}$) составит 9.2 г, масса пиридина ($M = 79 \text{ г/моль}$) будет равна 7.9 г, масса смеси = 17.1 г. Массовая доля пиридина $7.9 \text{ г} / 17.1 \text{ г} = 0.462$, или 46.2 %.

Рекомендация по оценке решения задачи

За уравнения реакций сгорания (2 уравнения)	8 баллов
За расчет массовой доли пиридина	13 баллов
Всего	21 балл

Задача 4

4.1. Представим неизвестную одноосновную кислородсодержащую кислоту как HXO_y , где за символом X может находиться один или несколько атомов элементов, включая атомы водорода. В результате диссоциации



общее количество вещества ионов составляет:

$$n = 1.08 \cdot 10^{22} / 6.02 \cdot 10^{23} = 0.0179 \text{ моль}.$$

Пусть количество вещества кислоты составляет a моль. Тогда с учетом степени диссоциации α в растворе образовалось $(a \cdot \alpha)$ ионов H^+ и $(a \cdot \alpha)$ ионов XO_y^- , а суммарное их количество $a \cdot \alpha + a \cdot \alpha = 0.0179$ моль, откуда

$$a = 0.0179 / (2 \cdot 0.06) = 0.149 \text{ моль}.$$

Масса растворенной кислоты составляет $500 \text{ г} \cdot 0.014 = 7 \text{ г}$, а значит, молярная масса $M(HXO_y) = 7 / 0.149 = 47 \text{ г/моль}$.

Руководствуясь формулой кислоты, получаем для ее молярной массы уравнение $47 = 1 + M_X + 16y$.

Если $y = 1$, $M_X = 30$ – одного такого элемента нет, возможная комбинация атомов SiH_2 не отвечает реальному веществу.

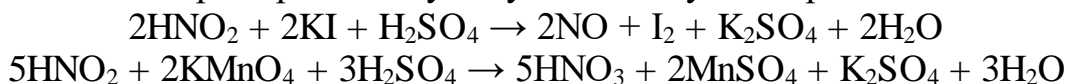
Если $y = 2$, $M_X = 14$. Подходящий вариант – азот, следовательно, неизвестное вещество – азотистая кислота HNO_2 . Комбинации атомов BH_3 или CH_2 не отвечают реальным веществам.

Варианты с $y = 3$ и более невозможны, поскольку для них M_X должно быть отрицательным. Таким образом, решение HNO_2 является единственным.

4.2. Константы диссоциации рассчитывается из концентраций ионов и непродиссоциировавших молекул:

$$K = \frac{[H^+][NO_2^-]}{[HNO_2]} = \frac{a\alpha \cdot a\alpha}{a - a\alpha} = \frac{a\alpha^2}{1 - \alpha} = 5.71 \cdot 10^{-4}$$

4.3. Степень окисления азота в азотистой кислоте равна +3, то есть является промежуточной из возможных значений степеней окисления азота. Поэтому HNO_2 проявляет окислительно-восстановительную двойственность. Под действием восстановителей она восстанавливается (обычно до NO), а в реакциях с окислителями – окисляется до HNO_3 . Примерами могут служить следующие реакции:



4.4. Азотистая кислота принадлежит к числу слабых кислот и известна только в разбавленных растворах. При концентрировании раствора или при его нагревании она распадается:



Рекомендации по оценке решения

За нахождение общего количества вещества ионов	3 балла
За нахождение количества вещества кислоты	4 балла
За установление природы кислоты	6 баллов
За расчет константы диссоциации	3 балла
За характеристику окислительно-восстановительных свойств	6 баллов
За реакцию разложения кислоты	3 балла
Всего	25 баллов