

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2016-2017 УЧЕБНЫЙ ГОД
10 КЛАСС

РЕШЕНИЯ И ОЦЕНИВАНИЕ

Задача 1.

1. В задаче дана общая масса смеси, но не указан её состав. В данном случае это не имеет значения, так как молярные массы карбоната и гидрокарбоната одинаковы
 $M(\text{CaCO}_3) = M(\text{KHCO}_3) = 100 \text{ г/моль.}$ 2 балла
2. Найдём общее число молей CaCO_3 и KHCO_3 :
 $n(\text{CaCO}_3 + \text{KHCO}_3) = m(\text{смеси})/M = 40/100 = 0,40 \text{ моль}$ 1 балл
3. CaCO_3 и KHCO_3 взаимодействуют с соляной кислотой с образованием углекислого газа:
 $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
 $\text{KHCO}_3 + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 2 балла
4. Как следует из этих уравнений, соотношение между CaCO_3 и CO_2 и между KHCO_3 и CO_2 одинаковы: $n(\text{CaCO}_3) : n_1(\text{CO}_2) = n(\text{KHCO}_3) : n_2(\text{CO}_2) = 1:1$, т.е. общее количество выделяющегося CO_2 , равно
 $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3 + \text{KHCO}_3) = 0,40 \text{ моль}$ 3 балла
5. Оксид углерода (IV) при взаимодействии с баритовой водой образует нерастворимый карбонат бария: $\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 $n(\text{BaCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,40 \text{ моль}$ 2 балла
6. Реакция прокалывания карбоната бария: $\text{Ba}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{BaO} + \text{H}_2\text{O}$
 $m(\text{BaO}) = n(\text{BaO}) \cdot M(\text{BaO}) = 0,40 \cdot 153 = 61,2 \text{ г.}$ Поскольку на практике получили 55 г, выход реакции $(55/61,2) \cdot 100 = 89,9 \%$ 3 балла
7. Реакция с H_2SO_4 : $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
 Поскольку сульфат бария нерастворим в воде, а оксид растворим, будет наблюдаться сначала исчезновение осадка, а затем формирование нового осадка 4 балла
8. Рассчитаем объём серной кислоты: $V(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4)/C(\text{H}_2\text{SO}_4) = (55/153)/0,5 = 0,72 \text{ л}$ или 720 мл.
3 балла

Итого 20 баллов.

Задача 2.

- | | |
|-----------------------------|--------|
| А – H_2SO_4 | 1 балл |
| Б – SO_2 | 1 балл |
| В – H_2S | 1 балл |
| Г – HgS | 1 балл |
| Д – Se | 1 балл |
| Е – H_2O | 1 балл |
-
1. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{t} \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$, 2 балла
 2. $2\text{FeSO}_4 \xrightarrow{t} \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2 + \text{SO}_3$, 2 балла
 3. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$, 2 балла
 4. $\text{S} + \text{Hg} \rightarrow \text{HgS}$, 2 балла
 5. $\text{S} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \xrightarrow{t, \text{V}_2\text{O}_5} 3 \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, 2 балла
 6. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$. 2 балла
 7. $\text{SeO}_2 + 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Se} \downarrow$ 2 балла

Задача 3.

1. Элемент А - щелочной металл, т.к. находится в первой группе и его оксид при взаимодействии с водой образует раствор щелочи.

Оксиды щелочных металлов имеют формулу A_2O . 2 балл

2. Уравнение реакции будет иметь следующий вид: $A_2O + H_2O = 2AOH$. 1 балл

3. $n(AOH) = 2 * n(A_2O) = 0,1$ моль,

$$W(AOH) = m(AOH) / m_{p-ра} = n(AOH) * M(AOH) / (m(H_2O) + m(A_2O))$$

$$0,04 = 0,1 * (M(A) + 17) / 97 + (0,05 * (2 * M(A) + 16))$$

$$\Rightarrow M(A) = 23 \text{ г / моль, } A - \text{Na} \quad \text{4 балла}$$

4. Элемент Б – это медь или серебро, поскольку находится в 1 группе короткопериодного варианта ПС, не реагирует с кислотами – неокислителями и вступает в реакцию с HNO_3 , тогда газ В, выделившийся при действии на Б концентрированной HNO_3 , вероятно, NO_2 (если есть пояснения по выбору продукта восстановления HNO_3 - **3 балла**, без пояснений – 1 балл). 3 балла

5. $B + 2HNO_3 = BNO_3 + NO_2 + H_2O$. 2 балла

6. Проверим наше предположение расчётами:

$$n(NO_2) = V(NO_2) / V_m = 1,2 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,05 \text{ моль,}$$

$$n(NO_2) = n(B) = 0,05 \text{ моль,}$$

$$(B) = 5,4 \text{ г} / 0,05 \text{ моль} = 108, B - \text{Ag}. \quad \text{4 балла}$$

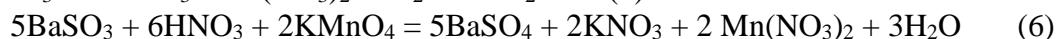
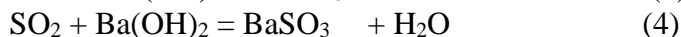
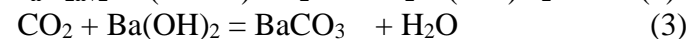
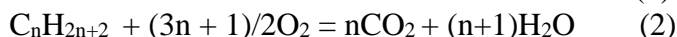
7. $n(HNO_3) = 2 * n(Ag) = 0,1$ моль

$$m(HNO_3) = 0,1 \text{ моль} * 63 \text{ г/моль} = 6,3 \text{ г,}$$

$$m_{p-ра} = m(HNO_3) / W(HNO_3) * 100\% = 10 \text{ г,}$$

$$V_{p-ра}(HNO_3) = m_{p-ра} / \rho = 9,75 \text{ мл} \quad \text{4 балла}$$

Итого 20 баллов

Задача 4.

1. При сжигании в числе продуктов сгорания образуются SO_2 и CO_2 (уравнения 1, 2), которые с гидроксидом бария образуют 19,9 г смеси сульфита и карбоната бария (уравнения 3, 4).

2. Обработка осадка подкисленным раствором перманганата калия приводит к растворению карбоната (уравнение 5), и окислению сульфита в 2,33 г (0,01 моль) сульфата бария (уравнение 6).

3. Таким образом, в смеси было 0,01 моль сероводорода и 0,03 моль алкана.

4. Первоначальный осадок (19,9 г) содержит 0,01 моль (2,17 г) сульфита бария и $(19,9 - 2,17) = 17,73$ г (0,09 моль) карбоната бария. Таким образом, 0,03 моль алкана содержат 0,09 моль углерода, т.е., это **пропан**.

Критерии оценивания

За уравнения 1-6 с правильно расставленными коэффициентами (2 балла за каждое)

12 баллов.

Расчет количеств веществ алкана и сероводорода (по 3 балла за каждое)

6 балла.

За установку формулы алкана

4 балла.

Итого 20 баллов.

Задача 5.

1. Состав продуктов горения свидетельствует о том, что сгоревшее вещество состояло из углерода, водорода и, возможно, кислорода.

2. Находим количество вещества продуктов горения, затем количество вещества и массы атомов углерода и водорода, входящих в состав соединения:

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,014 \text{ моль};$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,032 \text{ моль};$$

$$m = M \cdot n; m(\text{C}) = 12 \text{ г/моль} \cdot 0,014 \text{ моль} = 0,168 \text{ г};$$

$$m(\text{H}) = 1 \text{ г/моль} \cdot 0,032 \text{ моль} = 0,032 \text{ г}.$$

3. Определяем, содержало ли исходное вещество кислород.

$$m(\text{O}) = m(\text{в-ва}) - m(\text{C}) - m(\text{H}); m(\text{O}) = 0,2 \text{ г} - 0,168 \text{ г} - 0,032 \text{ г} = 0.$$

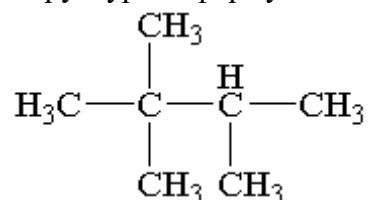
Следовательно, в исходном веществе кислорода не было, и его простейшая формула $\text{C}_x \text{H}_y$, а истинная $(\text{C}_x \text{H}_y)_2$.

4. Находим соотношение $x : y$.

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H}); x : y = 0,014 : 0,032 = 7 : 16.$$

Простейшая формула — C_7H_{16} ($\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$). Простейшая формула любого алкана с нечетным числом атомов углерода всегда совпадает с молекулярной формулой; молекулярная формула — C_7H_{16} .

Структурная формула изомера, в котором отсутствуют вторичные атомы углерода:



5. Определяем объем заданной порции вещества:

$$V = \frac{m}{\rho}; V(\text{C}_7\text{H}_{16}) = \frac{51 \text{ г}}{0,684 \frac{\text{г}}{\text{мл}}} = 74,56 \text{ мл}.$$

Ответ: C_7H_{16} ; 2,2,3-триметилбутан; $V(\text{C}_7\text{H}_{16}) = 74,56 \text{ мл}$.

Критерии оценивания

- | | |
|---|-----------|
| 1. Расчет количество вещества продуктов горения
(по два балла за каждое соединение) | 4 балла. |
| 2. Расчет количество вещества и массы атомов углерода и водорода,
входящих в состав соединения (по 2,5 балла за каждый элемент), всего | 5 баллов. |
| 3. Доказательство отсутствия кислорода в составе соединения | 2 балла. |
| 4. Установление простейшей формулы соединения | 2 балла. |
| 5. Установление формулы соединения | 2 балла. |
| 6. Установление структурной формулы изомера | 2 балла. |
| 7. Название изомера | 1 балл. |
| 8. Определение объема заданной порции вещества | 2 балла. |

Итого 20 баллов.