

**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  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{KHCO}_3$ :  
 $n(\text{CaCO}_3 + \text{KHCO}_3) = m(\text{смеси})/M = 40/100 = 0,40 \text{ моль}$  1 балл
3.  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{KHCO}_3$  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  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CO}_2$  и между  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$ , 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 прокаливания 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{BaO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$   
 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 – $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 1 балл |
| Б – $\text{SO}_2$           | 1 балл |
| В – $\text{H}_2\text{S}$    | 1 балл |
| Г – $\text{HgS}$            | 1 балл |
| Д – Se                      | 1 балл |
| Е – $\text{H}_2\text{O}$    | 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,

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

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

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

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:

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

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

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

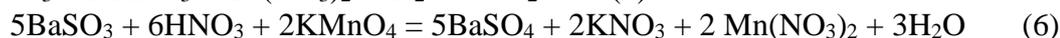
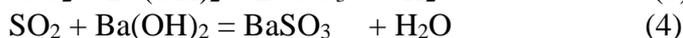
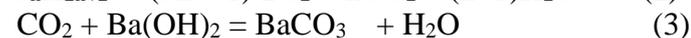
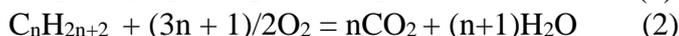
7.  $n(HNO_3) = 2 * n(Ag) = 0,1$  моль

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

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

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

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.

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

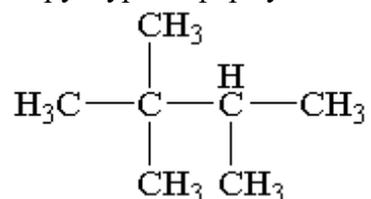
Следовательно, в исходном веществе кислорода не было, и его простейшая формула  $\text{C}_x \text{H}_y$ , а истинная  $(\text{C}_x \text{H}_y)_2$ .

4. Находим соотношение  $x : y$ .

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

Простейшая формула —  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ). Простейшая формула любого алкана с нечетным числом атомов углерода всегда совпадает с молекулярной формулой; молекулярная формула —  $\text{C}_7\text{H}_{16}$ .

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

#### Критерии оценивания

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. Расчет количество вещества продуктов горения<br>(по два балла за каждое соединение)  | 4 балла.  |
| 2. Расчет количество вещества и массы атомов углерода и водорода,<br>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.