

## Всероссийская олимпиада школьников по химии

## Муниципальный этап (решение)

## 9-й класс

## Задание 1

Приведите семь цинксодержащих веществ, из которых с помощью реакций, протекающих без изменения степеней окисления, можно получить в одну стадию нитрат цинка. Напишите уравнения реакций. Назовите все соли.

## Решение задания № 1

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Баллы                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <u>Уравнения реакций:</u><br>1) $\text{ZnO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$<br>2) $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$<br>3) $\text{ZnCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}$<br>4) $\text{ZnCO}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$<br>5) $\text{ZnSO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{BaSO}_4$<br>6) $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{HNO}_3(\text{изб}) = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaNO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$<br>7) $\text{Na}_2\text{ZnO}_2 + 4\text{HNO}_3(\text{изб}) = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ | <b>7 баллов</b><br>(по 1 баллу за уравнение реакции с коэффициентами) |
| Названия веществ – солей даны ( $\text{ZnCl}_2$ , $\text{AgNO}_3$ , $\text{AgCl}$ , $\text{ZnCO}_3$ , $\text{ZnSO}_4$ , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{BaSO}_4$ , $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ , $\text{NaNO}_3$ , $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1 балл</b> (по 0,1 балла за название соли)                         |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>8 баллов</b>                                                       |

## Задание 2

Общее число электронов в 168 г смеси карбида алюминия и карбида кальция в 83 раза больше числа Авогадро. Вычислите массовую долю каждого компонента смеси.

## Решение задания № 2

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Баллы          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Расчёт количества электронов:<br>$n_{\text{электронов}} = 83 \text{ моль}$ .<br>Количество электронов в $\text{Al}_4\text{C}_3$ (70 электронов):<br>4 атома алюминия – 52 электрона,<br>3 атома углерода – 18 электронов.<br>Количество электронов в $\text{CaC}_2$ (32 электрона):<br>1 атом кальция – 20 электронов,<br>2 атома углерода – 12 электронов | <b>1 балл</b>  |
| Расчёт количества вещества компонентов смеси:<br>Пусть $n(\text{Al}_4\text{C}_3) = x \text{ моль}$ , а $n(\text{CaC}_2) = y \text{ моль}$ .<br>Тогда $m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 144x \text{ г}$ , а $m(\text{CaC}_2) = 64y \text{ г}$ .<br>$144x + 64y = 168$ .                                                                                           | <b>2 балла</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Тогда $n_{\text{электронов}}(\text{Al}_4\text{C}_3) = 70x$ моль, $n_{\text{электронов}}(\text{CaC}_2) = 32y$ моль.<br>$70x + 32y = 83$ .<br>Система уравнений:<br>$\begin{cases} 144x + 64y = 168 \\ 70x + 32y = 83 \end{cases}$ $x = 0,5$ моль $n(\text{Al}_4\text{C}_3)$ ,<br>$y = 1,5$ моль $n(\text{CaC}_2)$                                                                                                  |                |
| Расчёт массовой доли каждого компонента смеси:<br>$m(\text{CaC}_2) = 1,5 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 96 \text{ г}$ ,<br>$\omega(\text{CaC}_2) = \frac{96 \text{ г}}{168 \text{ г}} \cdot 100\% = 57,14 \%$ ,<br>$m(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0,5 \text{ моль} \cdot 144 \text{ г/моль} = 72 \text{ г}$ ,<br>$\omega(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{72 \text{ г}}{168 \text{ г}} \cdot 100\% = 42,86 \%$ | <b>1 балл</b>  |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>4 балла</b> |

### Задание 3

Продукты полного сгорания 3,36 л сероводорода (н. у.) в избытке кислорода поглощены 50,4 мл 23%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,21 г/мл). Рассчитайте массовые доли веществ в полученном растворе и массу осадка, который выделится при обработке этого раствора избытком раствора гидроксида кальция.

### Решение задания № 3

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Баллы                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Уравнения реакций:</u><br>(1) $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,<br>(2) $\text{KOH} + \text{SO}_2 = \text{KHSO}_3$ ,<br>(3) $2\text{KOH} + \text{SO}_2 = \text{K}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ ,<br>(4) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{KHSO}_3 = \text{CaSO}_3 + \text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$ ,<br>(5) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{K}_2\text{SO}_3 = \text{CaSO}_3 + 2\text{KOH}$ | <b>3 балла</b> (р-ция 1 – 1 балл, р-ции 2–5 – по 0,5 балла за уравнение реакции с коэффициентами) |
| Расчёт количества веществ сероводорода и гидроксида калия:<br>$n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{3,36 \text{ л}}{2,24 \text{ л/моль}} = 0,15 \text{ моль}$ ,<br>$m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 50,4 \text{ мл} \cdot 1,21 \text{ г/мл} = 60,98 \text{ г}$ ,<br>$m_{\text{рв}}(\text{KOH}) = \frac{23\% \cdot 60,98 \text{ г}}{100\%} = 14 \text{ г}$ ,<br>$n(\text{KOH}) = \frac{14 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$          | <b>1 балл</b>                                                                                     |
| Соотношение количеств KOH и SO <sub>2</sub> показывает, что при пропускании SO <sub>2</sub> в раствор щёлочи будут                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>3 балла</b>                                                                                    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <p>образовываться и кислая, и средняя соли.</p> <p>Расчёты по уравнениям реакций (1–3):</p> <p>По ур-ю (1): <math>n(\text{SO}_2) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,15 \text{ моль}</math>,<br/> <math>m(\text{SO}_2) = 0,15 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 9,6 \text{ г}</math>,<br/> <math>n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{S}) = 0,15 \text{ моль}</math>,<br/> <math>m(\text{H}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 2,7 \text{ г}</math>.</p> <p>Обозначим <math>n(\text{KHSO}_3) = x \text{ моль}</math>, <math>n(\text{K}_2\text{SO}_3) = y \text{ моль}</math>.<br/> По ур-ю (2): <math>n(\text{SO}_2) = n(\text{KOH}) = n(\text{KHSO}_3) = x \text{ моль}</math>.<br/> По ур-ю (3): <math>n(\text{SO}_2) = n(\text{K}_2\text{SO}_3) = y \text{ моль}</math>,<br/> <math>n(\text{KOH}) = 2n(\text{K}_2\text{SO}_3) = 2y \text{ моль}</math>.<br/> Решение системы уравнений:<br/> <math display="block">\begin{cases} x + y = 0,15 \\ x + 2y = 0,25 \end{cases}</math> <math>x = 0,05 \text{ моль}</math>, <math>y = 0,15 - 0,05 = 0,1 \text{ моль}</math></p> |                  |
| <p>Расчёт массы каждой соли в растворе:</p> $m(\text{KHSO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 6 \text{ г}$ ,<br>$m(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 158 \text{ г/моль} = 15,8 \text{ г}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>1 балл</b>    |
| <p>Расчёт массы раствора и массовой доли каждой соли в растворе:</p> $m_{\text{р-ра}} = 60,98 \text{ г} + 9,6 \text{ г} + 2,7 \text{ г} = 73,28 \text{ г}$ ,<br>$\omega(\text{KHSO}_3) = \frac{6 \text{ г}}{73,28 \text{ г}} = 0,082 \text{ (8,2 \%)}$ ,<br>$\omega(\text{K}_2\text{SO}_3) = \frac{15,8 \text{ г}}{73,28 \text{ г}} = 0,216 \text{ (21,6 \%)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>1 балл</b>    |
| <p>Расчёты по уравнениям реакций (4–5):</p> <p>по ур-ю (4): <math>n(\text{CaSO}_3) = n(\text{KHSO}_3) = 0,05 \text{ моль}</math>;<br/> по ур-ю (5): <math>n(\text{CaSO}_3) = n(\text{K}_2\text{SO}_3) = 0,1 \text{ моль}</math>,<br/> <math>n(\text{CaSO}_3)_{\text{общее}} = 0,1 + 0,05 = 0,15 \text{ моль}</math>,<br/> <math>m(\text{CaSO}_3) = 0,15 \text{ моль} \cdot 120 \text{ г/моль} = 18 \text{ г}</math>.<br/> <p>Ответ: <math>\omega(\text{KHSO}_3) = 8,2 \%</math>, <math>\omega(\text{K}_2\text{SO}_3) = 21,6 \%</math>,<br/> <math>m(\text{CaSO}_3) = 18 \text{ г}</math></p> </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1 балл</b>    |
| <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>10 баллов</b> |

#### Задание 4

16 г смеси угарного газа и углекислого газа пропустили через известковую воду. При этом выпало 30 г осадка. Вычислите плотность исходной смеси по водороду. Приведите уравнения реакций.

#### Решение задания № 4

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Баллы           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <u>Уравнение реакции:</u><br>$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1 балл</b>   |
| Расчёт массы и количества вещества каждого газа в смеси:<br>$n(\text{CaCO}_3) = \frac{30\text{г}}{100\text{г/моль}} = 0,3 \text{ моль},$<br>$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,3 \text{ моль},$ $m(\text{CO}_2) = 0,3\text{моль} \cdot 44\text{г/моль} = 13,2 \text{ г},$ $m(\text{CO}) = 16\text{г} - 13,2\text{г} = 2,8 \text{ г},$ $n(\text{CO}) = \frac{2,8\text{г}}{28\text{г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$ | <b>2 балла</b>  |
| Расчёт $M_{\text{ср.}}$ .<br>Таким образом, отношение газов в исходной смеси:<br>$n \text{ CO}_2 : n \text{ CO} = 3 : 1,$<br>$M_{\text{ср.}} = \frac{(44 \cdot 3 + 28 \cdot 1)}{3 + 1} = 40$                                                                                                                                                                                                                      | <b>1 балл</b>   |
| Расчёт относительной плотности исходной смеси по водороду:<br>$D_{\text{H}_2} = \frac{40}{2} = 20.$<br>Ответ: $D_{\text{H}_2} = 20$                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>1 балл</b>   |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>5 баллов</b> |

#### Задание 5 (эксперимент)

В пробирках без этикеток находятся растворы веществ: хлорид бария, карбонат калия, сульфат натрия, соляная кислота. Распознайте, в какой пробирке находится каждое вещество, имея в своём распоряжении только эти вещества. Составьте план-схему распознавания этих веществ. Укажите признаки реакций. Напишите необходимые уравнения реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде. Как химическим путём можно идентифицировать белые осадки, полученные в эксперименте? Напишите уравнение этой реакции в молекулярном и сокращённом ионном виде.

### Решение задания № 5

| Содержание верного ответа и указания к оцениванию                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  | Баллы                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| План-схема распознавания веществ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  | 3 балла, из них 1 балл за составление таблицы или словесное описание алгоритма рассуждений + 1,5 балла за признаки реакций (по 0,25 балла за каждый признак) + 0,5 балла за ответ на вопрос |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | BaCl <sub>2</sub>                                 | K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                   | Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | HCl                                              |                                                                                                                                                                                             |
| BaCl <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | -                                                 | +<br>Осадок белого цвета, растворимый в кислоте  | +<br>Осадок белого цвета, нерастворимый в кислоте | -                                                |                                                                                                                                                                                             |
| K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | +<br>Осадок белого цвета, растворимый в кислоте   | -                                                | -                                                 | +<br>Газ без цвета и запаха, не поддерж. горение |                                                                                                                                                                                             |
| Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | +<br>Осадок белого цвета, нерастворимый в кислоте | -                                                | -                                                 | -                                                |                                                                                                                                                                                             |
| HCl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -                                                 | +<br>Газ без цвета и запаха, не поддерж. горение | -                                                 | -                                                |                                                                                                                                                                                             |
| Распознавание белых осадков BaCO <sub>3</sub> и BaSO <sub>4</sub> :<br>BaSO <sub>4</sub> – белый осадок, не растворяется ни в воде, ни в кислотах;<br>BaCO <sub>3</sub> – белый осадок, растворяется в кислоте                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  | 4 балла (по 1 баллу за вещество)                                                                                                                                                            |
| Правильное определение вещества в пробирке                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  |                                                                                                                                                                                             |
| Уравнения реакций:<br>1. BaCl <sub>2</sub> + K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = BaCO <sub>3</sub> + 2KCl,<br>Ba <sup>2+</sup> + CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> = BaCO <sub>3</sub> ↓<br>2. BaCl <sub>2</sub> + Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = BaSO <sub>4</sub> + 2NaCl,<br>Ba <sup>2+</sup> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> = BaSO <sub>4</sub> ↓<br>3. K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 2HCl = 2KCl + CO <sub>2</sub> ↑+ H <sub>2</sub> O,<br>CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> + 2H <sup>+</sup> = CO <sub>2</sub> ↑+ H <sub>2</sub> O.<br>4. BaCO <sub>3</sub> + 2HCl = BaCl <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O,<br>BaCO <sub>3</sub> + 2H <sup>+</sup> = Ba <sup>2+</sup> + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  | 4 балла (по 0,5 балла за молекулярное и 0,5 балла за сокращенное ионное уравнение)                                                                                                          |
| Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                   |                                                  |                                                   |                                                  | 11 баллов                                                                                                                                                                                   |

**Всего: 8 + 4 + 10 + 5 + 11 = 38 баллов.**