

Всероссийская олимпиада школьников по химии.

Школьный этап, 10 класс.

03 октября 2019.

Решения и указания к оцениванию.

Задание 1.

Каждое из четырех веществ, три из которых являются простыми веществами, а четвертое — оксидом некоторого элемента, способно взаимодействовать с тремя остальными. Предложите возможные формулы таких веществ и приведите уравнения соответствующих химических реакций.

Решение:

Элементы решения	Баллы
1. За определение веществ по 3 балла. Простые: Al — алюминий, C — углерод, O ₂ — кислород. Оксид — FeO оксид железа (II).	12 б
2. Составление уравнений (по 2 балла) $4\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}} + 3\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_2} = 2\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}_2}\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_3}$ $4\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}} + 3\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{C}}}{\text{C}} = \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}_4}\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{C}}}{\text{C}_3}$ $2\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}} + 3\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{FeO}} = 3\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{Fe}} + \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Al}}}{\text{Al}_2}\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_3}$ $\text{C} + \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_2} = \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{C}}}{\text{CO}_2}$ $\text{C} + \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{FeO}} = \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{Fe}} + \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{C}}}{\text{CO}}$ $4\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{FeO}} + \overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_2} = 2\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{Fe}}}{\text{Fe}_2}\overset{\overset{\text{f}^0}{\text{O}}}{\text{O}_3}$	12 б
Итого	24 балла

Возможны другие варианты ответа.

Задание 2

Соль **А** является соединением металла **Х**, окрашивающим бесцветное пламя газовой горелки в жёлтый цвет. При нагревании до 300°C **А** разлагается с образованием хорошо растворимой в воде соли **Б**. Взаимодействие раствора гидроксида кальция с раствором соли **Б** или с раствором соли **А** приводит к выпадению осадка вещества **В**, которое разлагается при нагревании до 1000°C на газ **Г** (без запаха) и твёрдое вещество **Д**. Пропускание газа **Г** через раствор соли **Б** приводит к образованию **А**. Определите металл **Х** и вещества **А–Д**, составьте уравнения описанных реакций.

Решение:

В жёлтый цвет окрашивают пламя газовой горелки соединения натрия.

Х — Na.

В — соль кальция, тогда **Г** — кислотный газообразный оксид, например, CO₂ или SO₂. Подходит только CO₂, т.к. SO₂ имеет резкий запах.

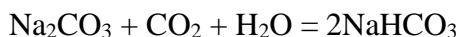
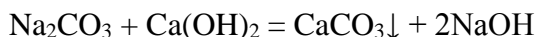
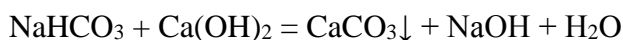
В — CaCO₃,

Д — CaO.

Тогда **Б** — Na₂CO₃,

а **А** — NaHCO₃.

Уравнения реакций:



Указания к оцениванию:

Элементы решения	Баллы
За определение металла X – 2 балла, веществ А, Б, В, Г, Д с пояснением - по 3 балла.	2 б 15 б
Составление уравнений (по 2 балла)	10 б
Итого	27 баллов

Итого 25 баллов

Задание 3

При сгорании некоторого органического вещества массой 5,8 г получено 8,96 л углекислого газа (н. у.) и 9 г воды. Известно, что данное вещество имеет разветвленное строение.

На основании данных условия задачи:

- 1) произведите вычисления, необходимые для нахождения молекулярной формулы данного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества и назовите вещество
- 3) составьте формулы всех возможных структурных изомеров;
- 4) напишите уравнение реакции хлорирования этого вещества на свету.

Решение:

Элементы решения	Баллы
За вычисление количества веществ углекислого газа и воды, образующихся при сгорании органического вещества – $n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ моль}$.	2 б
За вычисление количества вещества входящих в них элементов: $n(\text{C}) = 0,4 \text{ моль}$, $n(\text{H}) = 1,0 \text{ моль}$.	2 б
За вывод об отсутствии в сгоревшем веществе кислорода $m(\text{O}) = 5,8 - 0,4 \cdot 12 - 1 = 0$	4 б
За простейшую и молекулярную формулы по 3 балла: $\text{C}:\text{H} = 0,4 : 1,0 = 2 : 5$. C_2H_5 – простейшая формула.	3 б
Т.к. углеводородов с нечетным количеством атомов кислорода не существует, то C_4H_{10} – молекулярная формула.	3 б
За составление структурной формулы (3 балла) $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$	3 б
Названия (по 2 балла): 2-метилпропан, изобутан.	4 б
За указание, что существует только один структурный изомер и его формулу $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	3 б
За составление уравнения хлорирования изобутана на свету	4 б

$\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CCl}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3 + \text{HCl}$	
Итого	28 баллов

Задание 4

Непредельный углеводород ацетилен был открыт в 1836 году Э.Дэви. Было замечено, что при сгорании в кислороде ацетилен даёт высокотемпературное пламя. Теплота сгорания ацетилена C_2H_2 составляет 1257 кДж/моль. Эта его способность широко используется при сварке и резке металлов.

Составьте термохимическое уравнение сгорания ацетилена и определите количество теплоты, выделившейся в этой реакции при образовании 24,16 л углекислого газа (1 атм., 1200°C).

Решение:

Элементы решения	Баллы
За составление термохимического уравнения: $\text{C}_2\text{H}_2 + 5/2 \text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 1257 \text{ кДж}$	8 б
За определение количества вещества CO_2 в условиях, отличных от нормальных $n = pV/RT$ $n(\text{CO}_2) = 1 \cdot 24,16 / 0,082 \cdot 1473 = 0,2 \text{ (моль)}$	8 б
За расчет количества теплоты $Q = 1257 \cdot 0,2 / 2 = 127,5 \text{ (кДж)}$	5 б
Итого	21 балл