

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ. 2024-2025 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 класс

Задание 1

К раствору сульфата железа (III) был добавлен раствор карбоната калия. В результате образовался бурый осадок А, который отфильтровали и разделили на две части. В одну часть добавили концентрированный раствор гидроксида калия и продолжительное время нагревали. Осадок перешел в коллоидный раствор. В другую часть при нагревании добавили концентрированный раствор гидроксида калия и бром. При этом образовалось вещество красного цвета Б – сильный окислитель. К веществу Б добавили водный раствор аммиака. В результате реакции образовался бурый осадок А и выделился газ В.

- 1) Установите формулы веществ А, Б, В. Назовите эти вещества
- 2) Составьте уравнения четырех описанных реакций

Решение, критерии оценивания:

1)

А – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (1 балл), гидроксид железа (III) (1 балл)

Б – K_2FeO_4 (2 балла), феррат калия (2 балла)

В – N_2 (1 балл), азот (1 балл)

2)

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ (2 балла)

$\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} \rightarrow \text{K}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]$ (2 балла) допустимо $\text{K}[\text{Fe}(\text{OH})_4]$ или KFeO_2

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 10\text{KOH} + 3\text{Br}_2 \rightarrow 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KBr} + 8\text{H}_2\text{O}$ (2 балла)

$2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{N}_2 + 4\text{KOH}$ (2 балла)

Всего за задачу 16 баллов

Задание 2

Фуллерены представляют собой полые фигуры, поверхность которых выполнена из углеродных атомов. Внутри таких фигур можно поместить атом или молекулу, не связанную химическими связями с атомами углерода фуллерена.

В молекуле фуллерена находится атом инертного газа. При сгорании 7,4 г этого соединения объём образовавшегося газа составил 13,664 л (н. у.). Газ пропустили через избыток известковой воды. Масса выделившегося осадка составила 60 г. Сколько атомов углерода в молекуле фуллерена, и атом какого инертного газа введён в его структуру?

Решение, критерии оценивания:

$\text{C}_x\text{Э} + x\text{O}_2 = x\text{CO}_2 + \text{Э}$ (1 балл) $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (1 балл)

$n(\text{CaCO}_3) = 60/100 = 0,6$ моль = $n(\text{CO}_2)$ (1 балл)

$n(\text{CO}_2 \text{ и } \text{Э}) = 13,664/22,4 = 0,61$ моль $n(\text{Э}) = 0,61 - 0,6 = 0,01$ моль (1 балл)

$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,6$ моль $m(\text{C}) = 0,6 \cdot 12 = 7,2$ г $m(\text{Э}) = 7,4 - 7,2 = 0,2$ г (1 балл)

$M(\text{Э}) = 0,2/0,01 = 20$ г/моль – неон (2 балла)

$n(\text{C}_x\text{Э}) = n(\text{Э}) = 0,01$ моль

$M(\text{C}_x\text{Э}) = 7,4/0,01 = 740$ г/моль $M(\text{C}_x) = 740 - 20 = 720$ г/моль $x = 720/12 = 60$ (2 балла)

C_{60} – бакминстерфуллерен

Всего за задачу 9 баллов

Задание 3

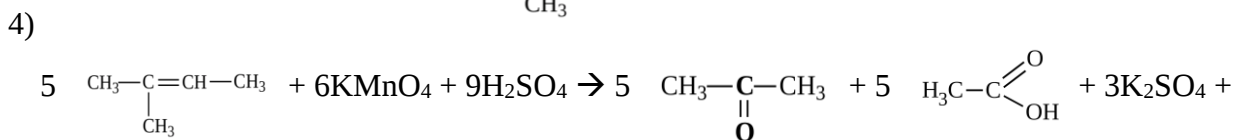
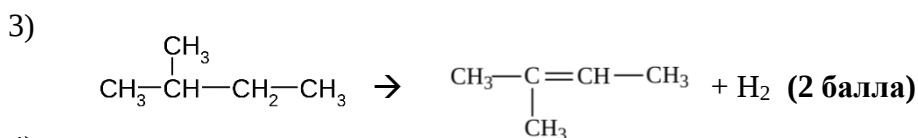
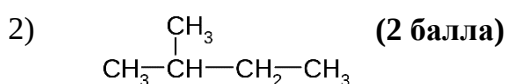
Для полного сгорания порции предельного ациклического углеводорода А, содержащей $1,5 \cdot 10^{22}$ молекул, требуется порция кислорода, содержащая $2,4 \cdot 10^{23}$ атомов. Известно, что углеводород А вступает в реакцию дегидрирования с образованием углеводорода Б. При окислении углеводорода Б подкисленным раствором перманганата калия образуется органическое вещество В и карбонильное соединение Г.

На основании данных условия задачи:

- 1) Установите молекулярную формулу углеводорода А
- 2) Составьте структурную формулу углеводорода А, которая однозначно отражает его химическое строение
- 3) Запишите уравнение реакции дегидрирования углеводорода А и составьте структурную формулу углеводорода Б
- 4) Запишите уравнение реакции окисления углеводорода Б подкисленным раствором перманганата калия.
- 5) Составьте схему электронного (или ионно-электронного) баланса в реакции окисления углеводорода Б, укажите окислитель и восстановитель
- 6) Назовите вещества А, Б, В, Г.

Решение, критерии оценивания:

1) C_5H_{12} – (3 балла)



5) схема электронного баланса к ОВР, указан окислитель и восстановитель - (2 балла)

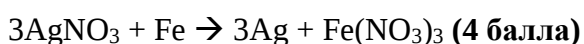
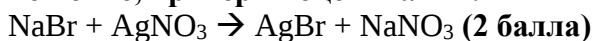
6) А –метилбутан, Б –метилбутен-2, В – уксусная кислота, Г – ацетон (пропанон) – (2 балла за каждое название)

Всего за задачу 21 балл

Задание 4

К 374 г 25%-ного раствора нитрата серебра добавили 80,2 г смеси бромидов натрия и рубидия. Осадок отфильтровали, а в оставшийся раствор опустили железную пластинку. После окончания реакции масса пластинки изменилась на 2,68 г. Рассчитайте массы бромидов в исходной смеси.

Решение, критерии оценивания:



$$n(\text{AgNO}_3)_{\text{всего}} = 374 \cdot 0,25 / 170 = 0,55 \text{ моль (1 балл)}$$

$$\Delta m (\text{пластинки}) = -m(\text{Fe}) + m(\text{Ag}) = 2,68 \text{ г. (2 балла)}$$

Пусть x моль – $n(\text{Fe})_{\text{прореаг.}}$, тогда $3x$ моль – $n(\text{Ag})_{\text{выдел.}}$. Значит, $-56x + 324x = 2,68$. Следовательно, $x = 0,01$ моль Fe. (3 балла)

$$n(\text{Ag}) = n(\text{AgNO}_3)_{\text{в реакции 3}} = 0,03 \text{ моль (1 балл)}$$

$$n(\text{AgNO}_3)_{\text{в реакциях 1 и 2}} = 0,55 - 0,03 = 0,52 \text{ моль (1 балл)}$$

Пусть x моль – $n(\text{NaBr})$, y моль – $n(\text{RbBr})$. Тогда $n(\text{AgNO}_3)_1 = x$ моль, $n(\text{AgNO}_3)_2 = y$ моль.

Составим систему уравнений:

$$x + y = 0,52$$

$$103x + 165y = 80,2 \text{ (2 балла)}$$

$$x = 0,09 \text{ моль NaBr; (1 балл)}$$

$$y = 0,43 \text{ моль RbBr (1 балл)}$$

$$m(\text{NaBr}) = 9,3 \text{ г (1 балл)} \quad m(\text{RbBr}) = 70,9 \text{ г (1 балл)}$$

Всего за задачу 22 балла

Задание 5

Два элемента, расположенные в одном периоде, образуют соединение X, в котором мольная доля одного из элементов равна 20 %, а массовая доля этого же элемента 16,47 %. Растворение данного вещества в растворах щелочей может сопровождаться образованием осадка, а может и не сопровождаться. Растворение же в растворах кислот сопровождается образованием осадка, кроме раствора единственной кислоты, где осадка не наблюдается.

- 1) Определите формулу вещества X.
- 2) Какая форма молекулы вещества X?
- 3) Укажите одну из областей его промышленного использования.
- 4) Составьте уравнения реакций вещества X с растворами кислот и щелочей с образованием и без образования осадка в каждом случае.

Решение, критерии оценивания:

- 1) SiCl_4 (3 балла)
- 2) Тетраэдр (3 балла)
- 3) Для производства чистого диоксида кремния, сырьё для производства полупроводникового кремния, сырьё для производства оптоволокна, катализатор в производстве бутадиен-стирольного каучука. Для создания дымовых завес в военных целях. (2 балла за указание одной любой области применения)
- 4) $\text{SiCl}_4 + 6\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 4\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ (3 балла)
 $\text{SiCl}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 4\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (3 балла)
 $\text{SiCl}_4 + 6\text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + 4\text{HCl}$ (3 балла) *принимается также SiF_4*
 $\text{SiCl}_4 + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+} \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 4\text{HCl}$ (3 балла)

Всего за задачу 20 баллов

Всего за работу: 100 баллов