

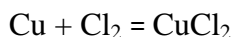
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ

**КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ
ВЫПОЛНЕННЫХ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ТУРА
для 9 классов муниципального этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии
2021 - 2022 учебный год**

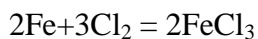
По теоретическому туру максимальная оценка результатов участника возрастной группы (9 классы) определяется арифметической суммой всех баллов, полученных за выполнение заданий и не должна превышать 100 баллов.

ЗАДАНИЕ 1 Решение

Запишем уравнения реакций:



1 балл



2 балла (1 если не уравнено)

Обозначим массу железа в смеси опилок как X г. Тогда масса меди в смеси 3-X г. Массы получившихся хлоридов можно рассчитать по уравнениям химических реакций:

$$\text{Масса хлорида железа (III)} - X \cdot 162,5/56 = 2,9X$$

$$\text{Масса хлорида меди (II)} - (3-X) \cdot 135/64 = 2,1(3-X)$$

По условию суммарная масса хлоридов 8,3 г, а при выражении исходного содержания железа через X $2,9X + 2,1(3-X)$. Решая уравнение $8,3 = 2,9X + 2,1(3-X)$ получим $X = 2,5$ г.

Составление уравнения (в качестве неизвестной участник может взять иную величину) – **2 балла**

Верное решение уравнения – **1 балл**

Таким образом, состав смеси опилок (может быть выражен также через доли)

А) Железо – 2,5 г

2 балла

Б) Медь – 0,5 г (3-2,5)

2 балла

Состав смеси хлоридов

А) Хлорид железа (III) – 7,25 г

2 балла

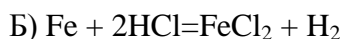
Б) Хлорид меди (II) – 1,05 г

2 балла

Запишем уравнения взаимодействия медных и железных опилок с соляной кислотой:

А) С медью соляная кислота не реагирует

1 балл



2 балла (1 если не уравнено)

Расчёт по уравнению: масса хлорида железа (II) равна $2,5 \text{ г} \cdot 127/56 = 5,67 \text{ г}$

А) 5,67 г хлорида железа (II)

2 балла

Б) 0 г хлоридов меди

1 балл

Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.

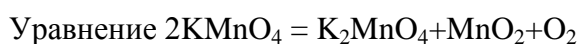
ЗАДАНИЕ 2. Решение

Обозначим оксид В как $\text{Э}_2\text{O}_n$, в соответствии с условием по массовой доле кислорода атомная масса Э составляет 13,75n. При $n=4$ получается целочисленное значение для атомной массы Э равное 55, что соответствует марганцу. Таким образом, вещество В – MnO_2 .

Молекулярная масса А составляет $87 \cdot 2 / 0,55 \cdot 2 = 158$. Предположим состав А как $\text{K}_x\text{Mn}_y\text{O}_z$, то есть $158 = 39x + 55y + 16z$, принимая степень окисления Mn за m запишем $x + my = 2z$. В качестве решения подходит А – KMnO_4 (перманганат калия).

Единственно возможное простое вещество, которое может образовываться при разложении перманганата калия – кислород. Таким образом, Г – O_2 .

Вещество Б можно вычислить по разнице – $2\text{KMnO}_4 - \text{MnO}_2 - \text{O}_2 = \text{K}_2\text{MnO}_4$. Вещество Б – K_2MnO_4 (манганат калия).



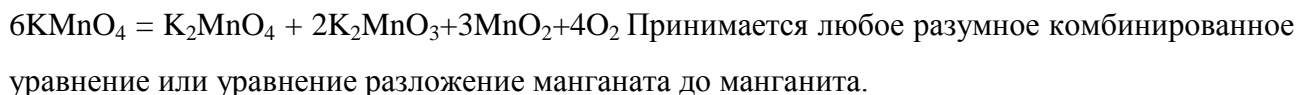
Запишем уравнение разложения перманганата калия при высокой температуре:



Решить это уравнение целочисленно можно исходя из баланса по количеству атомов элементов с учётом степеней окисления элементов. Вещество Д, которое подходит – K_2MnO_3 (манганит калия)



Для промежуточной температуры можно написать комбинированное уравнение с манганатом и манганитом калия (часть манганата остаётся неразложившимся), например:



Разбалловка – вещества А-В, Д с подтверждением расчётом – **по 3 балла (всего 12 баллов), без расчёта по 1 баллу, Г – 2 балла.**

Уравнения реакций – по 2 балла (неуравненные – по 1 баллу), **всего 6 баллов.**

Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 3. Решение

Пусть в растворе n моль неизвестной жидкости, тогда воды – $16n$ моль. Если молекулярная масса неизвестной жидкости равна M , то массовая доля неизвестной жидкости составит $Mn/(Mn+(18 \cdot 16n)) = M/(M+288)$, а по условию равно $10\%=0,1$. Составим уравнение $M/(M+288)=0,1$. Решение уравнения даёт $M=32$.

6 баллов (3 за составление уравнения, 3 за решение и ответ)

Существует не такой большой выбор жидкостей с молекулярной массой 32. Как правило, вещества с такой молекулярной массой являются газами, а жидкостями являются вещества, молекулы которых полярны. Полярность при таких молекулярных массах может быть создана за счёт наличия гидроксильных групп. Можно прийти, таким образом, к выводу что эта жидкость – метанол CH_3OH (CH_4O). Структурная формула – $\text{H}-\text{C}(\text{H})(\text{H})-\text{O}-\text{H}$.

4 балла (по 2 балла за формулу, объяснение не обязательно, засчитывается любое вещество, подходящее под условие)

В молекуле воды содержится $1+1+8=10$ протонов, в молекуле метанола – $4+8+6=18$ протонов. В 1 г раствора содержится 0,9 г воды, что соответствует $0,9/18=0,05$ моль молекул воды и $0,05 \cdot 10=0,5$ моль протонов. Аналогично, для метанола получается $18 \cdot (0,1/32)=0,05625$ моль протонов. Суммарно $0,55625$ моль протонов. Может быть приведён ответ в штуках (с учётом числа Авогадро): $0,55625 \cdot 6 \cdot 10^{23}=3,3375 \cdot 10^{23}$.

6 баллов (4 балла за решение, 2 балла за ответ)

Жидкости могут быть разделены путём перегонки. Могут быть предложены и другие варианты, например, осушение смеси с помощью влагопоглощающих агентов (например, солей, образующих кристаллогидраты).

4 балла

Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 4. Решение

Определим массовую долю галогена $100\%-41,8\%-28,2\%=30\%$. Молекулярная масса соли в расчёте на один атом золота составляет $196,97/0,418=471,22$, из них $471,22 \cdot 0,3=141,37$ приходится на атомы галогена. Из возможных атомов галогенов лучше всего подходит хлор – $35,453 \cdot 4=141,812$. Аналогичный расчёт показывает, что на один атом золота приходится

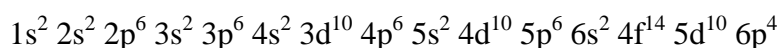
один атом цезия. Итак, галоген – хлор Cl, а формула вещества – Cs[AuCl₄] (тетрахлороаурат цезия).

8 баллов (по 2 балла за галоген и формулу, 4 балла за расчёт)

При растворении в воде, по аналогии с другими подобными соединениями, происходит диссоциация на Cs⁺ и AuCl₄⁻. Также в растворе имеются ионы H⁺, Cl⁻, Au(OH)Cl₃⁻, образующиеся при гидролизе. Структурная формула золотосодержащего аниона представляет собой атом золота, соединённый с атомами хлора одинарными ковалентными связями (форма плоскоквадратная – это дополнительно не оценивается).

Не более 6 баллов (по 1 баллу за формулу иона, по 1 баллу дополнительно за структурную, если ион многоатомный)

Электронная формула атома золота в ионе AuCl₄⁻ учитывает то, что 4 электрона передано в электронную оболочку атома золота атомами хлора (обобществлённые электроны), всего в сфере ядра золота оказалось 84 электрона. Если указан другой ион, то проверяется и оценивается полным баллом правильно записанная его электронная формула.



4 балла

Продукт разложения соединений с золотом и подобными благородными металлами – простой вещество Au (принимается также ответ с хлоридом золота (I) AuCl в качестве продукта)

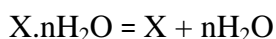


2 балла (1 балл, если не уравнено)

Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.

ЗАДАНИЕ 5. Решение

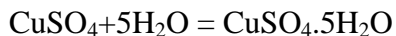
Предположим, что полученные в ходе эксперимента кристаллы являются кристаллогидратом вещества X. Тогда потеря массы при нагревании соответствует протеканию реакции



Молекулярная масса X в таком случае равна M=32n. При n=5 получаем известную формулу пентагидрата сульфата меди (II) CuSO₄·5H₂O, а формула X – CuSO₄.

4 балла (2 за формулу, 2 за расчёт)

При помещении в воду образуется голубой-синий раствор, происходит гидратация.



4 балла

Определим массу m растворившегося X : $0,424 = m / (100 + m)$, отсюда $m = 73,61$ г. Пусть в осадок выпало M г кристаллогидрата, тогда масса раствора составила $173,61 - M$ г, а масса X в нём $0,187 \cdot (173,61 - M)$. Составим баланс вещества X : $73,61 = 0,187 \cdot (173,61 - M) + M \cdot (160 / 250)$, откуда $M = 90,83$ г. Масса X в составе осадка $0,64 \cdot 90,83$ г = $58,13$ г, что составляет $100\% \cdot 58,13 / 73,61 = 79\%$ (**4 балла за расчёт**)

Масса выпавших кристаллов – $90,83$ г, часть X в выпавшем осадке – 79% , $0,79$ (по **2 балла дополнительно за каждый верный результат расчёта, всего 4 балла**)

Запишем уравнение дальнейшего разложения CuSO_4 :



Расчёт по уравнению приводит к величине $80 / 160 = 0,5$. Масса кристаллов, таким образом, уменьшится наполовину, на 50% .

2 балла за уравнение (1 если неправильно уравнено) и 2 балла за расчёт

Оценка задания. Максимальная оценка за правильно выполненное задание - 20 баллов.