

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ 2024–2025 уч. г.
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП. 10 КЛАСС.**

КЛЮЧИ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Время выполнения 180 минут. Максимальное количество баллов – 100.

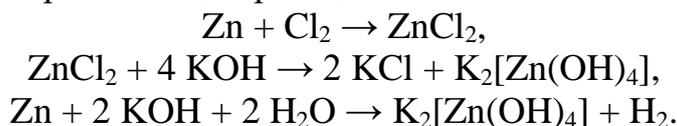
РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 1.

1.1. Определим природу газа **X**, рассчитав его молекулярную массу:

$$M_{\text{газа}} = \rho \cdot V_m = 3.17 \text{ г/л} \cdot 22.4 \text{ л/моль} = 71 \text{ г/моль}$$

Использованный газ – хлор Cl_2 ($A_r = 35.5 \text{ г/моль}$).

1.2. Уравнения протекающих реакций:



1.3. Определим исходное количество цинка и хлора:

$$\begin{aligned} n(\text{Zn}) &= \frac{m}{M} = \frac{4.81 \text{ г}}{65 \text{ г/моль}} = 0.074 \text{ моль} \\ n(\text{Cl}_2) &= \frac{V}{V_m} = \frac{0.84 \text{ л}}{22.4 \text{ л/моль}} = 0.0375 \text{ моль} \end{aligned}$$

По уравнению сделаем вывод, что цинк в избытке и в реакцию вступило 0.0375 моль цинка и образовалось 0.0375 моль хлорида цинка. После окончания реакции $n(\text{Zn})_{\text{ост}} = 0.074 - 0.0375 = 0.0365 \text{ моль}$.

Рассчитаем количество вещества гидроксида калия:

$$\begin{aligned} n(\text{KOH})_1 &= 4n(\text{ZnCl}_2) = 4 \cdot 0.0375 = 0.15 \text{ моль} \\ n(\text{KOH})_2 &= 2n(\text{Zn}) = 2 \cdot 0.0365 = 0.073 \text{ моль} \\ n(\text{KOH}) &= 0.15 + 0.073 = 0.223 \text{ моль} \\ m(\text{KOH}) &= n \cdot M = 0.223 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 12.5 \text{ г} \\ m(\text{KOH})_{\text{р-ра}} &= \frac{m(\text{KOH})}{\omega} = \frac{12.5 \text{ г}}{0.4} = 31.25 \text{ г} \\ V(\text{KOH})_{\text{р-ра}} &= \frac{m(\text{KOH})_{\text{р-ра}}}{\rho} = \frac{31.25 \text{ г}}{1.18 \text{ г/мл}} = \mathbf{26.5 \text{ мл}} \end{aligned}$$

1.4. Рассчитаем массовую долю тетрагидроксоцинката в конечном растворе.

Масса раствора после окончания реакции:

$$\begin{aligned} m_{\text{р-ра}} &= m(\text{Zn}) + m(\text{Cl}_2) + m(\text{KOH})_{\text{р-ра}} - m(\text{H}_2) \\ m(\text{Cl}_2) &= \rho \cdot V = 3.17 \cdot 0.84 = 2.66 \text{ г} \\ m(\text{H}_2) &= n \cdot M = 0.0365 \cdot 2 = 0.073 \text{ г} \\ m_{\text{р-ра}} &= 4.81 + 2.66 + 31.25 - 0.073 = 38.647 \text{ г} \end{aligned}$$

Массовые доли растворенных веществ в растворе:

$$\omega(K_2[Zn(OH)_4]) = \frac{n(K_2[Zn(OH)_4]) \cdot M(K_2[Zn(OH)_4])}{m_{p-pa}} = \frac{0.0365 \text{ моль} \cdot 211 \text{ г/моль}}{38.647 \text{ г}} = 0.1992 (19.92 \%)$$

$$\omega(KCl) = \frac{n(KCl) \cdot M(KCl)}{m_{p-pa}} = \frac{0.075 \text{ моль} \cdot 74.5 \text{ г/моль}}{38.647 \text{ г}} = 0.1446 (14.46 \%)$$

Рекомендации по оценке задания

Задание 1.	
За верно составленные уравнения реакций (по 2 балла за уравнение, 1 балл – при отсутствии коэффициентов)	6 баллов
За верный расчет требуемого объема щелочи	8 баллов
За верный расчет массовых долей веществ в образовавшемся растворе	10 баллов
Всего	24 балла

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 2.

2.1. Неизвестные вещества: $X_1 - Al$, $X_2 - Al(NO_3)_3$, $X_3 - Al(OH)_3$, $X_4 - Na[Al(OH)_4]$, $X_5 - Al_2(SO_4)_3$, $X_6 - AlCl_3$, $X_7 - Al_4C_3$, $X_8 - Al_2O_3$.

2.2. Уравнения реакций:

- $8Al + 30HNO_3 \rightarrow 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$,
- $2Al(NO_3)_3 + 3Na_2S + 6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3H_2S + 6NaNO_3$,
- $NaOH + Al(OH)_3 \rightarrow Na[Al(OH)_4]$,
- $Na[Al(OH)_4] + CO_2 (p-p) \rightarrow Al(OH)_3 + NaHCO_3$,
- $2Al + 2NaOH_{(конц)} + 6H_2O \rightarrow 2Na[Al(OH)_4] + 3H_2$,
- $2Al(OH)_3 + 3SO_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O$,
- $Al_2(SO_4)_3 + 3K_2CO_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3 + 3CO_2 + 3K_2SO_4$,
- $Al_2(SO_4)_3 + BaCl_2 \rightarrow BaSO_4 + 2AlCl_3$,
- $Na[Al(OH)_4] + 4HCl_{(изб)} \rightarrow AlCl_3 + NaCl + 4H_2O$,
- $Al_4C_3 + 12HCl \rightarrow 3CH_4 + 4AlCl_3$,
- $4Al + 3C \xrightarrow{t^\circ} Al_4C_3$,
- $Al_4C_3 + O_2 \xrightarrow{t^\circ} 2Al_2O_3 + 3CO_2$,
- $4Al(NO_3)_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Al_2O_3 + 12NO_2 + 3O_2$,
- $2Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Al_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2$.

Рекомендации по оценке задания

Задание 2.	
За установление формул веществ $X_1 - X_8$	11 баллов
За верно составленные уравнения реакций 1 – 14 (по 1 баллу за уравнение, 0.5 балла – при отсутствии коэффициентов)	14 баллов
Всего	25 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 3.

3.1. Для установления формулы вещества **X** рассчитаем молярную массу выделяющегося газа, используя его плотность:

$$M(\text{газа}) = D(\text{газа}) \times M(\text{воздуха}) = 4.528 \times 29 \text{ г/моль} = 131.3 \text{ г/моль}.$$

Из всех возможных вариантов условию задачи удовлетворяет ксенон. Значит исходное вещество **X** его производное. Обозначим формулу - XeY_n . На основании массовой доли произведем расчет. Рассмотрим два варианта.

Первый: приведенная массовая доля соответствует ксенону, тогда выражение его массовой доли будет

$$w(\text{Xe}) = \frac{M(\text{Xe})}{M(\text{Xe}) + nM(\text{Y})}$$
$$0.7755 = \frac{131.3}{131.3 + nM(\text{Y})}$$

$$\text{Тогда } M(\text{Y}) = 38/n.$$

Перебором значений n находим, что подходящим элементом является фтор. Тогда исходное соединение дифторид ксенона – XeF_2 .

n	$M(\text{Y})$	Y
1	38	-
2	19	F
3	12.7	-
4	9.5	-

Второй вариант: приведенная массовая доля соответствует неизвестному элементу. Тогда выражение для его массовой доли будет

$$w(\text{Y}) = \frac{nM(\text{Y})}{M(\text{Xe}) + nM(\text{Y})}$$
$$0.7755 = \frac{nM(\text{Y})}{131.3 + nM(\text{Y})}$$

$$\text{Тогда } M(\text{Y}) = 453.6/n.$$

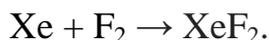
Перебором значений n от 1 до 8 убеждаемся, что подходящих элементов нет.

n	$M(\text{Y})$	Y
1	453.6	-
2	226.8	-
3	151.2	-
4	113.4	-
5	90.7	-
6	75.6	-
7	64.8	-
8	56.7	-

3.2. Уравнение реакций:



3.3. Синтезируют дифторид ксенона взаимодействием простых веществ:



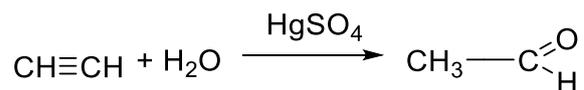
Рекомендации по оценке задания

Задание 3.	
За расчет молярной массы газа	3 балла
За общую формулу соединения X	2 балла
За выражение массовой доли элемента	6 балла
За два варианта для массовой доли	6 балла
За верное нахождение формулы XeF_2	6 балла
За уравнение с медью	3 балла
За верный способ синтеза XeF_2	4 балла
Итого	30 баллов

РЕШЕНИЕ ЗАДАНИЯ 4.

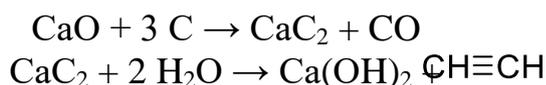
4.1. Вещество А – ацетилен $\text{CH}\equiv\text{CH}$.

4.2. Реакция Кучерова - каталитическая гидратация алкинов.



В данной реакции образуется ацетальдегид.

4.3. Ацетилен был редким и дорогим газом, пока не был разработан дешевый способ его получения – «гашение» карбида кальция. Если на карбид кальция (продукт спекания извести – CaO – с древесным углем) просто лить воду, т.е. гасить, то начинает бурно выделяться ацетилен:



4.4. Способ производства ацетилена из карбида слишком энергоемкий и дорогой, сейчас ацетилен получают электрокрекингом метана (струи метана пропускают между электродами при $1500 - 1600^\circ\text{C}$):



Рекомендация по оценке решения задачи

Задание 4.	
За формулу и название ацетилена	5 баллов
За название реакции Кучерова и продукта реакции	6 балла
За 2 уравнения реакции – по 2 балла	8 баллов
За реакцию современного способа получения	3 балла
Всего	21 баллов