

РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЭ ВСОШ ПО ХИМИИ 25/26 ГОДА

7 КЛАСС

Задача 1

Дана реакция $4\text{HCN}_{(\text{г})} + 5\text{O}_{2(\text{г})} \rightarrow 4\text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{N}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$

а) Найдем количество вещества кислорода: $\frac{n(\text{HCN})}{4} = \frac{n(\text{O}_2)}{5}$

$$n(\text{O}_2) = \frac{5}{4} \cdot n(\text{HCN}) = 1.25 \cdot 2.5 = 3.125 \text{ моль}$$

Аналогично $n(\text{CO}_2) = 2.5 \text{ моль}$, $n(\text{N}_2) = 1.25 \text{ моль}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 1.25 \text{ моль}$.

$2.5 \text{ моль} + 3.125 \text{ моль} \rightarrow 2.5 \text{ моль} + 1.25 \text{ моль} + 1.25 \text{ моль}$

б) Найдем массу синильной кислоты: $M(\text{HCN}) = 27 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$,

$$M(\text{O}_2) = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, \quad n = \frac{m}{M}, \quad \frac{n(\text{HCN})}{4} = \frac{n(\text{O}_2)}{5}$$

$$m(\text{HCN}) = M(\text{HCN}) \cdot \frac{4m(\text{O}_2)}{5M(\text{O}_2)} = 27 \cdot \frac{4 \cdot 10}{5 \cdot 32} = 6.75 \text{ г}$$

Аналогично $m(\text{CO}_2) = 11 \text{ г}$, $m(\text{N}_2) = 3.5 \text{ г}$, $m(\text{H}_2\text{O}) = 2.25 \text{ г}$

$6.75 \text{ г} + 10.0 \text{ г} \rightarrow 11.0 \text{ г} + 3.5 \text{ г} + 2.25 \text{ г}$

в) Найдем объем синильной кислоты: $V = n \cdot V_m$

$$\frac{n(\text{HCN})}{4} = \frac{n(\text{CO}_2)}{4} \quad n(\text{HCN}) \cdot V_m = n(\text{CO}_2) \cdot V_m$$

$$V(\text{HCN}) = \frac{4}{4} V(\text{CO}_2) = 24 \text{ л}$$

Аналогично $V(\text{O}_2) = 30 \text{ л}$, $V(\text{N}_2) = 12 \text{ л}$, $V(\text{H}_2\text{O}) = 12 \text{ л}$

$24 \text{ л} + 30 \text{ л} \rightarrow 24 \text{ л} + 12 \text{ л} + 12 \text{ л}$

г) Найдем количество молекул синильной кислоты: $N = n \cdot N_a$

$$\frac{n(\text{HCN})}{4} = \frac{n(\text{N}_2)}{2}, \quad \frac{N(\text{HCN})}{4} = \frac{N(\text{N}_2)}{2}$$

$$N(\text{HCN}) = \frac{4N(\text{N}_2)}{2} = \frac{4 \cdot 1.81 \cdot 10^{24}}{2} = 3.62 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$$

Аналогично $N(\text{O}_2) = 4.525 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$,

$N(\text{CO}_2) = 3.62 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$, $N(\text{H}_2\text{O}) = 1.81 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$

$3.62 \times 10^{24} + 4.525 \times 10^{24} \rightarrow 3.62 \times 10^{24} + 1.81 \times 10^{24} + 1.81 \times 10^{24}$

д) Найдем количество электронов синильной кислоты:

$$N(\bar{e}_{\text{в 1 молекуле}})_{\text{HCN}} = 14 \text{ электронов}, N(\bar{e}_{\text{в 1 молекуле}})_{\text{O}_2} = 16 \text{ электронов}$$

$$N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{HCN}} = N(\bar{e}_{\text{в 1 молекуле}})_{\text{HCN}} \cdot N_A = 8.43 \cdot 10^{24} \text{ электронов}$$

$$N(\bar{e})_{\text{HCN}} = N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{HCN}} \cdot n$$

$$\frac{n(\text{HCN})}{4} = \frac{n(\text{O}_2)}{5}, \quad \frac{N(\bar{e})_{\text{HCN}}}{4N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{HCN}}} = \frac{N(\bar{e})_{\text{O}_2}}{5N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{O}_2}}$$

$$N(\bar{e})_{\text{HCN}} = \frac{4N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{HCN}} \cdot N(\bar{e})_{\text{O}_2}}{5N(\bar{e}_{\text{в 1 моль}})_{\text{O}_2}} = \frac{4 \cdot 8.43 \cdot 10^{24} \cdot 6.022 \cdot 10^{23}}{5 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot 16} \\ = 4.215 \cdot 10^{23} \text{ электронов}$$

Аналогично $N(\text{CO}_2) = 6.624 \cdot 10^{23}$ электронов,

$$N(\text{N}_2) = 2.108 \cdot 10^{23} \text{ электронов}, \quad N(\text{H}_2\text{O}) = 1.506 \cdot 10^{23} \text{ электронов}$$

$$4.215 \times 10^{23} + 6.022 \times 10^{23} \rightarrow 6.624 \times 10^{23} + 2.108 \times 10^{23} + 1.506 \times 10^{23}$$

Итоговые ответы:

а) $2.5 + 3.125 \rightarrow 2.5 + 1.25 + 1.25$

б) $6.75 + 10.00 \rightarrow 11.00 + 3.50 + 2.25$

в) $24.00 + 30.00 \rightarrow 24.00 + 12.00 + 12.00$

г) $3.61 \cdot 10^{24} + 4.52 \cdot 10^{24} \rightarrow 3.61 \cdot 10^{24} + 1.81 \cdot 10^{24} + 1.81 \cdot 10^{24}$

д) $4.22 \cdot 10^{23} + 6.022 \cdot 10^{23} \rightarrow 6.62 \cdot 10^{23} + 2.11 \cdot 10^{23} + 1.51 \cdot 10^{23}$

Комментарий к проверке: ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

Комментарий к проверке: число частиц и электронов может быть выражено через число Авогадро

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Критерии оценивания:

По одному баллу за каждый пропуск	20 баллов
Всего	20 баллов

Задача 2

Обозначим относительные атомные массы элементов как $Ar(X)$, $Ar(Y)$, $Ar(Z)$

Из условий задачи составим систему уравнений:

$$\begin{cases} Ar(X) = 8.31 \cdot Ar(Y) & (1) \\ Ar(Y) = \frac{Ar(Z)}{3.44} & (2) \\ Ar(X) - Ar(Z) = 78 & (3) \\ Mr(A) = 4.58 \cdot Ar(Z) & (4) \end{cases}$$

Из уравнения (2): $Ar(Z) = 3.44 \cdot Ar(Y)$

Подставим в уравнение (1):

$$Ar(X) = 8.31 \cdot Ar(Y)$$

Подставим оба выражения в уравнение (3):

$$8.31 \cdot Ar(Y) - 3.44 \cdot Ar(Y) = 78$$

$$4.87 \cdot Ar(Y) = 78$$

$$Ar(Y) = 16 \text{ — это кислород O}$$

Тогда:

- $Ar(Z) = 3.44 \times 16 = 55.04 \approx 55$ — это марганец Mn
- $Ar(X) = 8.31 \times 16 = 132.96 \approx 133$ — это цезий Cs

Определение формулы соединения A:

$$Mr(A) = 4.58 \times 55 \approx 252 \text{ г/моль — молярная масса молекулы с одним атомом Mn}$$

$$Mr(A \text{ без Mn}) = 252 - 55 = 197 \text{ г/моль}$$

В этом случае в молекуле может содержаться лишь 1 атом цезия

$$Mr(A \text{ без Mn и Cs}) = 197 - 133 = 64 \text{ г/моль}$$

$$n(O) = 64/16 = 4 \text{ — в этом случае молекула содержит 4 атома кислорода}$$

Для соединения $CsMnO_4$:

$$Mr = 133 + 55 + 4 \times 16 = 252$$

Ответ: Cs, O, Mn, $CsMnO_4$, перманганат цезия

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Критерии оценивания:

По четыре балла за каждый элемент	12 баллов
Определение вещества A	4 балла
Название вещества A (перманганат цезия)	2 балла
Всего	18 баллов

Задача 3

Дано:

- В растворе КОН число атомов Н: $N_H = 1.63 \times 10^{25}$
- Число атомов О: $N_O = 8.85 \times 10^{24}$

Анализ атомов:

В молекуле КОН содержится 1 атом Н и 1 атом О. В молекуле воды H_2O 2 атома Н и 1 атом О.

Составим систему уравнений:

Пусть $n(KOH) = x$ моль, $n(H_2O) = y$ моль

$$\begin{cases} x \cdot N_A + 2y \cdot N_A = 1.63 \times 10^{25} \text{ (атомы } H) \\ x \cdot N_A + y \cdot N_A = 8.85 \times 10^{24} \text{ (атомы } O) \end{cases}$$

Преобразуем в молях:

$$\begin{cases} x + 2y = \frac{1.63 \times 10^{25}}{6.022 \times 10^{23}} = 27.07 \text{ моль} \\ x + y = \frac{8.85 \times 10^{24}}{6.022 \times 10^{23}} = 14.70 \text{ моль} \end{cases}$$

$$y = 27.07 - 14.70 = 12.37 \text{ моль} \text{ — } n(H_2O)$$

$$x = 14.70 - 12.37 = 2.32 \text{ моль} \text{ — } n(KOH)$$

1) $\omega(KOH)_0$

Расчет масс:

$$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(KOH) = 129.92 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 222.66 \text{ г}$$

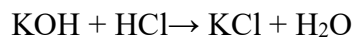
$$m(\text{раствора}) = 129.92 + 222.66 = 352.58 \text{ г}$$

Массовая доля КОН:

$$\omega(KOH)_0 = 129.92 / 352.58 \times 100\% = 36.8\%$$

2) $m(HCl)_{\text{раствора}}$

Реакция нейтрализации:



Из уравнения: $n(HCl) = n(KOH) = 2.32$ моль

$$M(HCl) = 36.5 \text{ г/моль}$$

$$m(HCl)_{\text{чистый}} = 2.32 \times 36.5 = 84.68 \text{ г}$$

При массовой доле $\omega(HCl) = 30.5\%$:

$$m(HCl)_{\text{раствора}} = 84.68 / 30.5 \times 100 = 277.6 \text{ г}$$

3) $\omega(KCl)$

Образование KCl:

$$n(\text{KCl}) = n(\text{KOH}) = 2.32 \text{ моль}$$

$$M(\text{KCl}) = 74.5 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{KCl}) = 2.32 \times 74.5 = 172.84 \text{ г}$$

Масса конечного раствора:

$$m(\text{раствора}) = m(\text{исходный}) + m(\text{HCl})_{\text{раствора}} = 352.58 + 277.6 = 630.18 \text{ г}$$

Массовая доля KCl:

$$\omega(\text{KCl}) = 172.84/630.18 \times 100\% = 27.4\%$$

Итоговые ответы:

1) 36.8%

2) 277.6 г

3) 27.4%

Комментарий к проверке: ответы у школьников могут немного отличаться в зависимости от округления в промежуточных расчетах. Вне зависимости от округлений при правильном решении ставится полный балл.

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Критерии оценивания:

Правильная запись системы линейных уравнений для атомов водорода и кислорода или аналога системы через моли	4 балла
Определение массовой доли гидроксида калия	4 балла
Запись уравнения кислотно-основной реакции	4 балла
Определение массы раствора кислоты	4 балла
Определение массовой доли хлорида калия	4 балла
Всего	20 баллов

Задача 4

Обозначим протоны, нейтроны и электроны: p , n и e

Дано: $e + p + n = 82$, $n = p + 4$

1) Так как, количество протонов в атоме равно количеству электронов:

$$\begin{cases} 2p + n = 82 \\ n = p + 4 \end{cases}$$

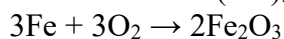
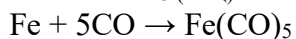
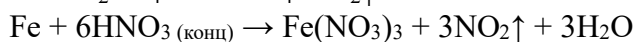
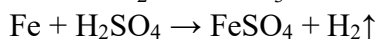
$p = 26 \Rightarrow X$ – это Fe

Заряд ядра = +26, $A_r = 56$ а.е.м.

2) Число протонов и нейтронов не изменится

$$e_{\text{в ионе}} = 26 - 3 = 23$$

3) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$



Итоговые ответы:

1. Элемент X — Fe, атомная масса 56, заряд ядра +26.
2. В ионе Fe^{3+} : $p = 26$, $n = 30$, $e = 23$.
3. Реакции см. выше

Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Комментарий к проверке: если уравнение химической реакции написано без коэффициентов, то ставиться половина баллов за данную реакцию при условии правильного написания продуктов и реагентов.

Критерии оценивания:

Определение элемента, атомной массы и заряда по три балла	9 баллов
Определение числа протонов, нейтронов и электронов в ионе по три балла	9 балла
Реакции по 0.4 балла за реакцию	2 балла
Всего	20 баллов

Задача 5

Найдем массовую долю кислорода: $100 - 50.09 - 4.22 - 6.52 - 2.12 = 37.05\%$
 $U : Ca : P : H : O = 50.09 : 4.22 : 6.52 : 2.12 : 37.05$
 $U : Ca : P : H : O = 50.09/238 : 4.22/40 : 6.52/31 : 2.12/1 : 37.05/16$
 $U : Ca : P : H : O = 0.21 : 0.105 : 0.21 : 2.12 : 2.32$
 $U : Ca : P : H : O = 2 : 1 : 2 : 20 : 22$
Предположительно есть 2 фосфата
 $(PO_4)_2^{-3}$
Один кальция +2, $-6 + 2 = -4 \Rightarrow$ два урана присутствуют в виде уранилов
 $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2$
Остается 20 H и $22 - 12 = 10 O \Rightarrow$
 $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$

Итоговый ответ:



Комментарий к проверке: решения, в которых предоставлен только **ответ** без каких-либо расчетов и рассуждений оценивается **0 баллами**.

Критерии оценивания:

Массовая доля кислорода	3 баллов
Запись атомного фактора	3 балла
Нахождение брутто-формулы минерала (качественный и количественный состав минерала)	3 балла
Выделение из брутто-формулы молекул кристаллизационной воды	1 балл
Всего	10 баллов

Задача 6

- 1) Водород
- 2) Гелий
- 3) Литий
- 4) Бериллий
- 5) Бор
- 6) Углерод
- 7) Азот
- 8) Кислород
- 9) Фтор
- 10) Неон
- 11) Сера
- 12) Титан

Критерии оценивания:

За каждое слово по 1 баллу	12 баллов
Всего	12 баллов