

Все вопросы, связанные с проверкой МЭ ВсОШ по предмету «химия», можно задать председателю региональной предметно-методической комиссии всероссийской олимпиады школьников в Красноярском крае Дмитриеву Д.Н.;

Контакты: 89371792774, 89130496521 (телефон), @ddn063 (телеграм, лучше писать [здесь](#))

## ***РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЭ ВСОШ ПО ХИМИИ 25/26 ГОДА***

### ***7 КЛАСС***

#### ***Задача 1***

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

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 моль + 3.125 моль  $\rightarrow$  2.5 моль + 1.25 моль + 1.25 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 г + 10.0 г  $\rightarrow$  11.0 г + 3.5 г + 2.25 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 л + 30 л  $\rightarrow$  24 л + 12 л + 12 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  $N(\text{O}_2) = 4.525 \cdot 10^{24}$  молекул,

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

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

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,

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

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

**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:**

<b>По одному баллу за каждый пропуск</b>	<b>20 баллов</b>
<b>Всего</b>	<b>20 баллов</b>

## Задача 2

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

Из условий задачи составим систему уравнений:

$$Ar(X) = 8.31 \cdot Ar(Y) \quad (1)$$

$$Ar(Y) = \frac{Ar(Z)}{3.44} \quad (2)$$

$$Ar(X) - Ar(Z) = 78 \quad (3)$$

$$Mr(A) = 4.58 \cdot Ar(Z) \quad (4)$$

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:

$Mr(A) = 4.58 \times 55 \approx 252$  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:**

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

### Задача 3

Дано:

- В растворе KOH число атомов H:  $N_H = 1.63 \times 10^{25}$
- Число атомов O:  $N_O = 8.85 \times 10^{24}$

Анализ атомов:

В молекуле KOH содержится 1 атом H и 1 атом O. В молекуле воды  $H_2O$  2 атома H и 1 атом O.

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:

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

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

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

1)  $\omega(KOH)_0$

Расчет масс:

$$M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$$

$$M(H_2O) = 18 \text{ г/моль}$$

$$m(KOH) = 129.92 \text{ г}$$

$$m(H_2O) = 222.66 \text{ г}$$

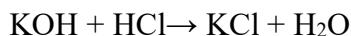
$$m(\text{раствора}) = 129.92 + 222.66 = 352.58 \text{ г}$$

Массовая доля KOH:

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

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:

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

$$M(KCl) = 74.5 \text{ г/моль}$$

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

Масса конечного раствора:

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

Массовая доля KCl:

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

**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:**

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

#### 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:

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

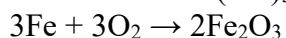
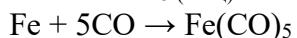
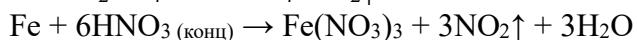
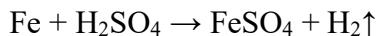
$p = 26 \Rightarrow X$  — это Fe

Заряд ядра = +26,  $Ar = 56$  а.е.м.

2) Число протонов и нейtronов не изменится

$$e_{\text{в ионе}} = 26 - 3 = 23$$

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



#### Итоговые ответы:

- Элемент X — Fe, атомная масса 56, заряд ядра +26.
- В ионе  $\text{Fe}^{3+}$ :  $p = 26$ ,  $n = 30$ ,  $e = 23$ .
- 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 реакции при условии правильного написание продуктов и реагентов.

#### Критерии оценивания:

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

### 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  $20$  Н и  $22 - 12 = 10$  О  $\Rightarrow$   
 $Ca(UO_2)_2(PO_4)_2 \cdot 10H_2O$

**Итоговый ответ:**



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

**Критерии оценивания:**

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

**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:*

<i>За каждое слово по 1 баллу</i>	<i>12 баллов</i>
<i>Всего</i>	<i>12 баллов</i>