



59-96-27-14  
(47.6)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

13-20 13-32

Вариант 1

Место проведения г. Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по химии  
профиль олимпиады

Тяпкина Евгение Андреевича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«02» марта 2025 года

Подпись участника

Тяпкина

Чистовик:

№4

1) Если индий чистый, т.е. его  $x = 100\%$ ,  $t_{\text{пл}} = 164x - 8$ .

$$t_{\text{пл}}^{100\% \text{ In}} = 1,64 \cdot 100 - 8 = 156^\circ \text{C.} +$$

3) В сплаве, содержащем равные массы

Пусть  $m_{\text{спл}} = 200 \text{ г}$ , тогда  $m_{\text{In}} = m_{\text{Ga}} = \frac{200 \text{ г}}{2} = 100 \text{ г}$ .

$$n_{\text{In}} = \frac{m_{\text{In}}}{M_{\text{In}}} = \frac{100 \text{ г}}{115 \text{ г/моль}} \approx 0,8696 \text{ моль}$$

$$n_{\text{Ga}} = \frac{m_{\text{Ga}}}{M_{\text{Ga}}} = \frac{100 \text{ г}}{70 \text{ г/моль}} \approx 1,4286 \text{ моль}$$

$$X_{\text{In}} = \frac{n_{\text{In}}}{n_{\text{In}} + n_{\text{Ga}}} \cdot 100\% = \frac{0,8696 \text{ моль}}{(0,8696 + 1,4286) \text{ моль}} \cdot 100\% = 37,84\% +$$

$$X_{\text{Ga}} = \frac{n_{\text{Ga}}}{n_{\text{In}} + n_{\text{Ga}}} \cdot 100\% = \frac{1,4286 \text{ моль}}{(0,8696 + 1,4286) \text{ моль}} \cdot 100\% = 62,16\% +$$

Поскольку  $X_{\text{min}}$  принадлежит In, следовательно, тем более,  $X_{\text{In}} > X_{\text{min}} \Rightarrow$ 

$$\Rightarrow t_{\text{пл}} = 1,64 X_{\text{In}} - 8$$

$$t_{\text{пл}} = 1,64 \cdot 37,84 - 8 = 54^\circ \text{C.} +$$

2) При  $X_{\text{min}}$ , (а именно эта малая доля In в сплаве вызывает достижение минимальной  $t_{\text{пл}}$ ),  $(29,8 - x)$  будет равна  $(1,64x - 8)$ :

$$29,8 - x = 1,64x - 8$$

$$-x - 1,64x = -8 - 29,8$$

$$-2,64x = -37,8$$

$$2,64x = 37,8$$

$$x \approx 14,32\% = X_{\text{min}} +$$

Состав такого сплава:

$$X_{\text{In}} = 14,32\%$$

$$X_{\text{Ga}} = (100 - 14,32)\% = 85,68\%$$

 $t_{\text{пл}} =$ 

$$29,8 - 14,32 =$$

$$= 15,48^\circ \text{C} +$$

Ответ: 1)  $156^\circ \text{C}$ 

$$2) 14,32\% \text{ In } t_{\text{пл}} = 15,48^\circ \text{C}$$

$$85,68\% \text{ Ga}$$

$$3) 54^\circ \text{C}$$

Чистый

№3

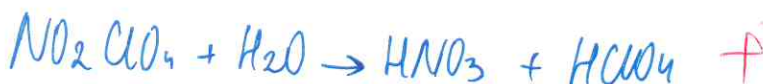
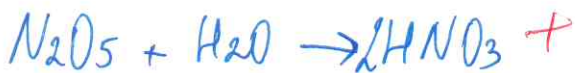
Так как твердый нитрат одного из неметаллических катионов является высшим оксидом, становится ясно, что катионы содержат азот и кислород (водород не может содержаться в составе второго элемента, так как один из катионов, ион  $\text{NO}_3^-$  образует высший оксид и с тем же составом катионов одинаковый).

Степени окисления в катионах отличаются на два. Стоит вспомнить, что подобная разница в  $\text{CO}$  для азота <sup>азота</sup> лучше всего подходит для +3 и +5. Из этого следует, что из-за одинакового заряда катионов, их формулы  $\text{NO}^+$  и  $\text{NO}_2^+$ .

1)  $\text{NO}^+$  Степень окисления азота +3, кислорода +2. Валентность азота <sup>II</sup>, кислорода II.

$\text{NO}_2^+$  Степень окисления азота +5, кислорода +4. Валентность азота <sup>IV</sup>, кислорода II.

Формула тв. нитрата:  $\text{NO}_2\text{NO}_3 \equiv \text{N}_2\text{O}_5$ .





N1 Эстован

Итак, мы знаем, что:

- В составе вещества 3 э-та
- $\omega_{Cl} = 59,7\%$ , атомная доля  $Cl = 50\%$
- Оно реагирует с водой и  $KOH$ .

Поскольку атомная доля  $Cl = 50\%$ , значит в  $в-ва$  всего, что в веществе есть 2 атома хлора и 4 атома без э-тов в ур-нии.

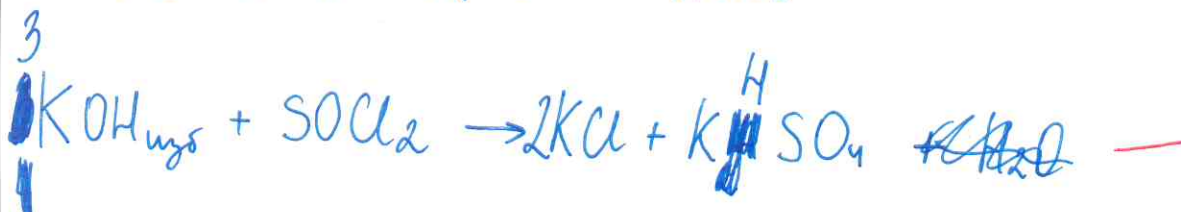
Логично предположить, что в составе вещества имеется кислород, а так как в данном соединении присутствуют 3 элемента, кислорода будет 1 атом.

Чтобы узнать, какова молярная масса пошедшего э-та, необходимо применить формулу:

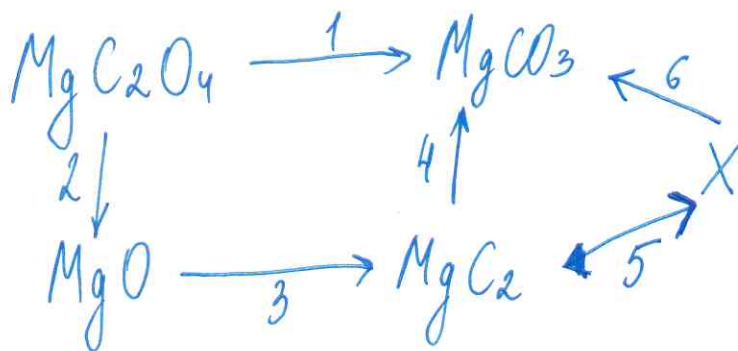
$$M_{в-ва} = \frac{n \cdot M_{компонента}}{\omega_{компонента}} = \frac{2 \cdot M_{Cl}}{0,597} = \frac{71 \text{ г/моль}}{0,597} = 119 \text{ г/моль.}$$

$$M_{пошедшего \text{ элемента}} = M_{в-ва} - 2M_{Cl} - M_O = 119 \text{ г/моль} - 2 \cdot 35,5 \text{ г/моль} - 16 \text{ г/моль} = 32 \text{ г/моль}, \Rightarrow \text{элемент - сера S.}$$

Вещество:  $SOCl_2$  +



№ 6 Чистовик



- 1)  $\text{MgC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{t_1^\circ} \text{MgCO}_3 + \text{CO} \uparrow +$
- 2)  $\text{MgC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{t_2^\circ} \text{MgO} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow +$
- 3)  $\text{MgO} + 3\text{C} \rightarrow \text{MgC}_2 + \text{CO} \uparrow +$
- 4)  $\text{MgC}_2 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{MgCO}_3 + \text{CO} \uparrow +$

X:

 $\omega_{\text{Mg}} = 8,77\% \quad \text{Ф-ла X: } \text{Mg}_n\text{X}_2$ 

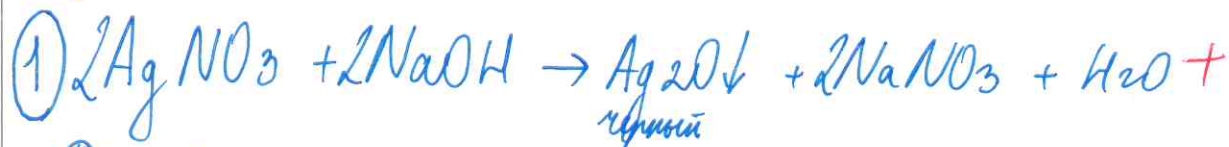
$$M_{\text{X}} = \frac{\left( \frac{n \cdot M_{\text{Mg}}}{0,087} - (n \cdot M_{\text{Mg}}) \right)}{2}$$

При  $n=1 \quad M_{\text{X}} = 127,5 \approx 127 \Rightarrow \text{X} - \text{I (соед.)}, \text{X} - \text{MgI}_2$

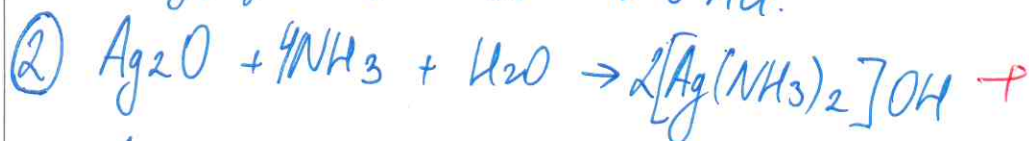
- 5)  $\text{MgC}_2 + 2\text{HI} \rightarrow \text{MgI}_2 + \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow +$
- 6)  $\text{MgI}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow + 2\text{NaI} +$

NT Чистовик

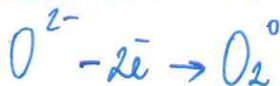
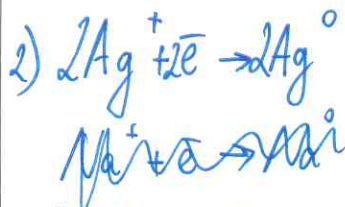
1) Азотный камень -  $\text{AgNO}_3$ , также имеющий приблизительное название, верно?



Потом  $\text{Ag}_2\text{O}$  может разложиться до серебра, но в контексте решения задачи будет рассмотрен вариант именно с  $\text{Ag}_2\text{O}$ , т.к. серебро, ввиду своей малорастворимости и ~~нахождения~~ <sup>нахождения</sup> в ряду активности металлов после водорода, не растворяется в  $\text{HCl}$ .



Белый  
творющийся  
осадок





N5

Числовые

$$N_A = \frac{N}{n}$$

$$q = I \cdot t = \frac{1,234 \text{ A}}{2525 \text{ c}} = 4,89 \cdot 10^{-4} = 4,887 \cdot 10^{-4} = 3115,85 \text{ kA}$$

$$\Delta n_{Ni} = \frac{\Delta m_{Ni}}{M_{Ni}} = \frac{0,9453 \text{ r}}{58,69 \text{ r/моль}} = 0,0161 \text{ моль}$$

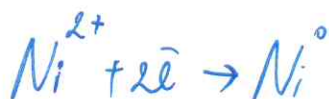
$$N = q \cdot e = 3115,85 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 1,945 \cdot 10^{22}$$

$$N_A = \frac{N}{n} = \frac{1,945 \cdot 10^{22}}{0,0161 \text{ моль}}$$

$$N_A = \frac{N}{n}$$

$$q = I \cdot t = 2525 \text{ c} \cdot 1,234 \text{ A} = 3115,85 \text{ A} \cdot \text{c} = 3115,85 \text{ kA.} +$$

$$n_{Ni}^{\text{израсх.}} = \frac{\Delta m_{Ni}}{M_{Ni}} = \frac{0,9453 \text{ r}}{58,69 \text{ r/моль}} = 0,0161 \text{ моль} +$$



$$z_{NiSO_4} = 2 \cdot 2 = 4$$

$$\Sigma e^- = 2 \cdot 4 = 8e^- \quad \frac{z}{n e^-} = \frac{4}{2} = 2e^-$$

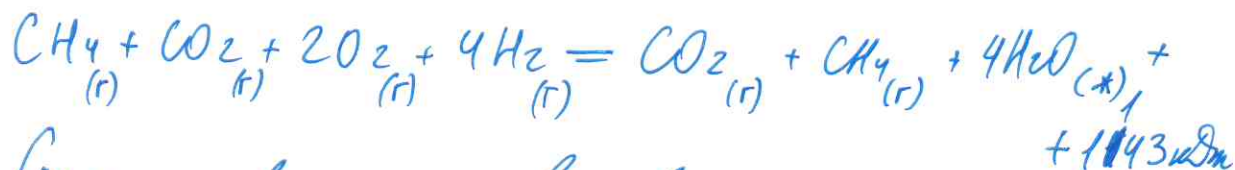
$$N = \frac{q}{\Sigma e^-} = \frac{3115,85}{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}} = 9,725 \cdot 10^{21} +$$

$$N_A = \frac{N}{n} = \frac{9,725 \cdot 10^{21}}{0,0161 \text{ моль}} \approx 6,04 \cdot 10^{23}$$

Ответ:  $6,04 \cdot 10^{23}$

№2 Условие

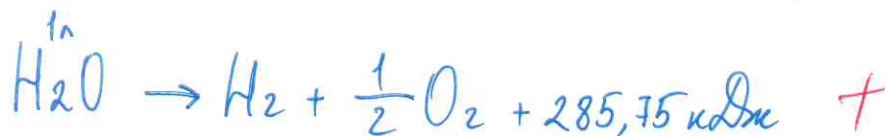
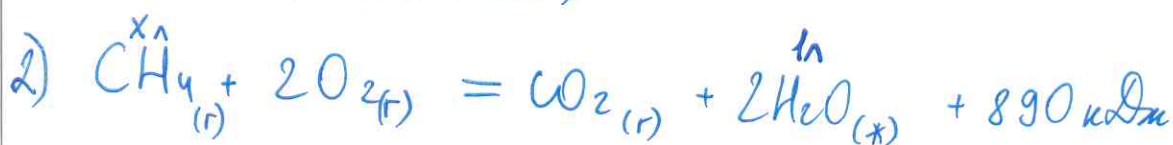
1) Сложим два уравнения:



Сократим повторяющиеся вещества:



Сократим все на 4:



$$\frac{1 \text{ л H}_2\text{O}}{x \text{ л CH}_4} = \frac{285,75 \text{ кДж}}{890 \text{ кДж}}$$

$$V_{\text{CH}_4} = \frac{890 \text{ кДж} \cdot 1 \text{ л}}{285,75 \text{ кДж}} \approx 3,115 \text{ л}$$

Ответ: 1) 285,75 кДж

2) 3,115 л.



Черновики:

$MgX_2$  127,5

$MgX$  255

$Mg_3X_2$  382,5

$Mg_{12}X$

$Mg_5X_2$

$Mg_{10}X'$

$$M_X = \frac{\left( \frac{n \cdot M_{Mg}}{0,087} - (n \cdot M_{Mg}) \right)}{yX}$$

127,5

127,5