



0 405489 920007

40-54-89-92

(57.13)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Ивановой Ирины Владимировны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

1450-1458

Дата

« 3 » марта 2024 года

Подпись участника

2.5.

Смесь CO и CO₂

$$D_{\text{нест}} = 9,4 \Rightarrow \bar{M}_{\text{см1}} = 9,4 \cdot 4 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 37,6 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Пусть $n_{\text{см1}} = 1$ моль, а $n(\text{CO}) = x$ моль, тогда $n(\text{CO}_2) = 1 - x$ моль

$$\bar{M}_{\text{см1}} = 28x + 44(1-x) = 37,6$$

$$28x + 44 - 44x = 37,6$$

$$16x = 6,4$$

$$x = 0,4 \text{ моль} +$$

$$n(\text{CO})_1 = 0,4 \text{ моль} \quad n(\text{CO}_2)_1 = 1 - 0,4 = 0,6 \text{ моль} +$$

Объём смеси увеличился в 1,3 раза. Объём газа пропорционален количеству молекул \Rightarrow количество молекул смеси газов увеличилось в 1,3 раза $\left(\frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1}\right)$

Пусть $n(\text{CO}_2)$ в р.ч.и = y моль, тогда $n(\text{CO})$ в р.ч.и = $2y$ моль

$$n(\text{CO})_2 = 0,4 + 2y \text{ моль} \quad n(\text{CO}_2)_2 = 0,6 - y \text{ моль}$$

$$n_{\text{см2}} = n_{\text{см1}} \cdot 1,3 = 1,3 \text{ моль}$$

$$0,4 + 2y + 0,6 - y = 1,3$$

$$1 + y = 1,3$$

$$y = 0,3 +$$

$$n(\text{CO})_2 = 0,4 + 2 \cdot 0,3 = 1 \text{ моль} \quad n(\text{CO}_2)_2 = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ моль}$$

$$\bar{M}_{\text{см2}} = 28 \cdot \frac{1}{1,3} + 44 \cdot \frac{0,3}{1,3} = 21,538 + 10,154 = 31,692 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}}\right)$$

$$D_{\text{нест}}(\text{см2}) = \frac{31,692 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}{4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 7,923 +$$

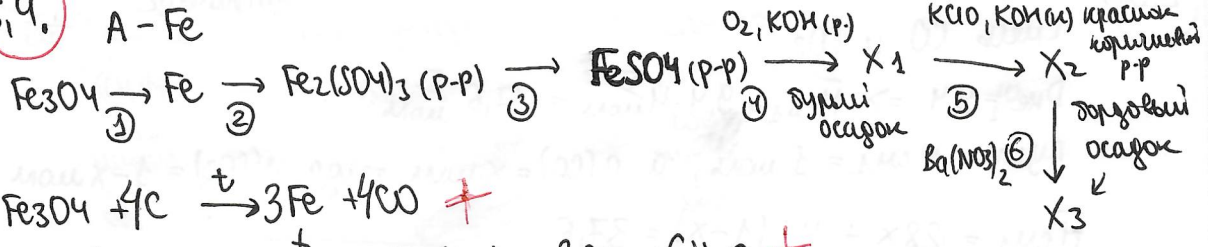
Ответ: 7,923

Чистовик

97

7 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
 6 | 10 | 12 | 14 | 16 | 15 | 15 | 97
 Кард Вкладыш

6.4. А - Fe



- 1) $Fe_3O_4 + C \xrightarrow{t} 3Fe + 4CO +$
- 2) $2Fe + 6H_2SO_4 (к) \xrightarrow{t} Fe_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O +$
- 3) $Fe_2(SO_4)_3 + Cu \rightarrow 2FeSO_4 + CuSO_4 +$

~~_____~~

- 4) $4FeSO_4 + O_2 + 8KOH + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3 \downarrow + 4K_2SO_4 +$
- 5) $2Fe(OH)_3 + 3KClO + 4KOH \rightarrow 2K_2FeO_4 + 3KCl + 5H_2O +$
- 6) $K_2FeO_4 + Ba(NO_3)_2 \rightarrow 2KNO_3 + BaFeO_4 \downarrow +$

p-p Fe₂(SO₄)₃ - риневани - дымни +

p-p FeSO₄ - сис +

X₁ - Fe(OH)₃ ↓

X₂ - K₂FeO₄

X₃ - BaFeO₄ ↓

40-54-89-92
(57.13)

3.4.

пусть карбоновая соль - X, а предельный спирт - Y Чистовик



$$m(A) = 30,3 \text{ г}$$

$$m(X) = 24,3 \text{ г} \quad m(Y) = 18 \text{ г}$$

$$m(A) + m(NaOH) = m(X) + m(Y)$$

I. Если $n(A) : n(NaOH) = 1 : 1$, то примем $n(NaOH)$ за x моль

$$30,3 + 40x = 24,3 + 18$$

$$40x = 12$$

$$x = 0,3 \Rightarrow n(Y) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow M(Y) = \frac{18 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}} = 60 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow C_3H_7OH$$

$$M(A) = \frac{30,3 \text{ г}}{0,3 \text{ моль}} = 101 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - \text{не подходит}$$

II. Если $n(A) : n(NaOH) = 1 : 2$, $n(NaOH) = 2x$ моль, то

$$30,3 + 80x = 24,3 + 18$$

$$80x = 12$$

$$x = 0,15 \Rightarrow n(A) = 0,15 \text{ моль}$$

$$M(A) = \frac{30,3 \text{ г}}{0,15 \text{ моль}} = 202 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

1) Если $n(X) : n(Y) = 2 : 1$, то

$$n(Y) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow M(Y) = \frac{18 \text{ г}}{0,15 \text{ моль}} = 120 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$14n + 18 = 120$$

$$14n = 102$$

$$n = 7,29$$

не подходит

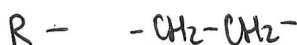
2) Если $n(X) : n(Y) = 1 : 2$, то

$$n(Y) = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow M(Y) = 60 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow Y - C_3H_7OH +$$

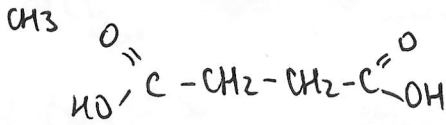
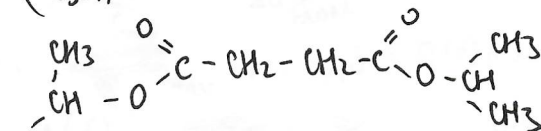
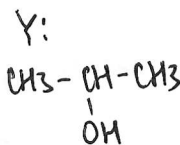
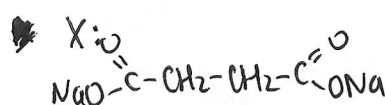
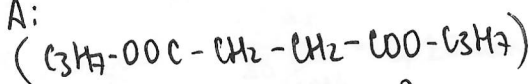
A:



$$M(R) = M(A) - 2M(COOC_3H_7) = 202 - 2 \cdot 87 = 202 - 174 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



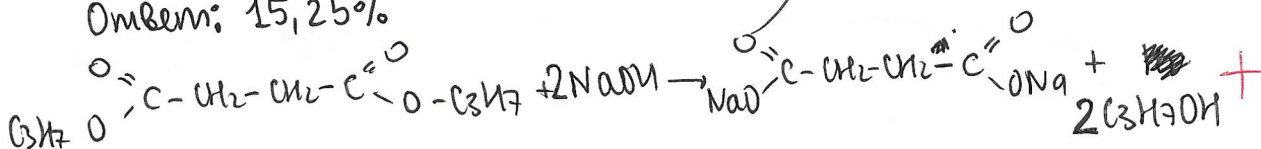
A:



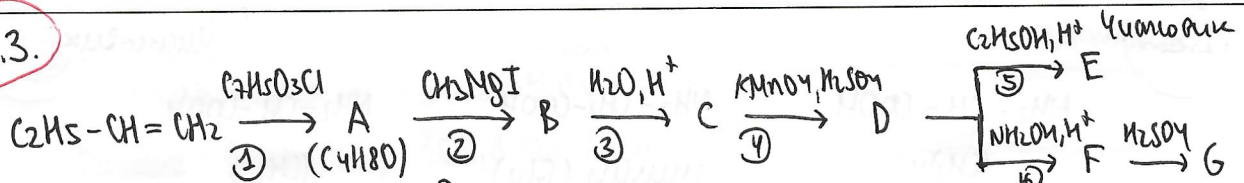
попырка массы:

$$\frac{M(H_2O)}{M(C_4H_6O_4)} = \frac{18}{118} = 100\% = 15,25\% +$$

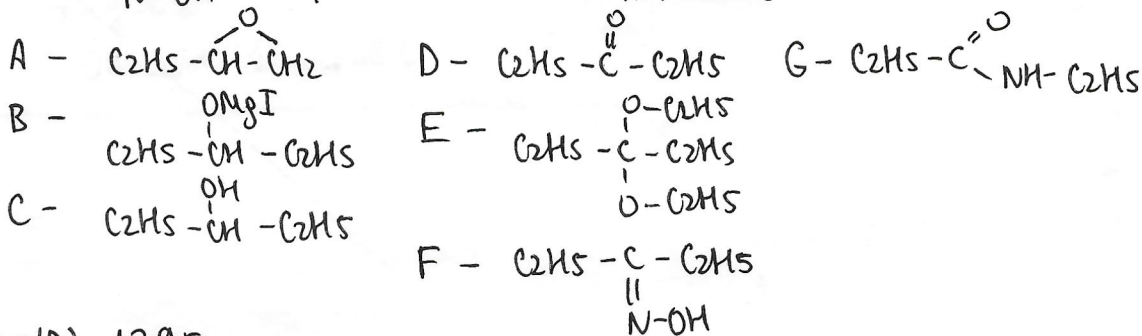
Ответ: 15,25%



7.3.

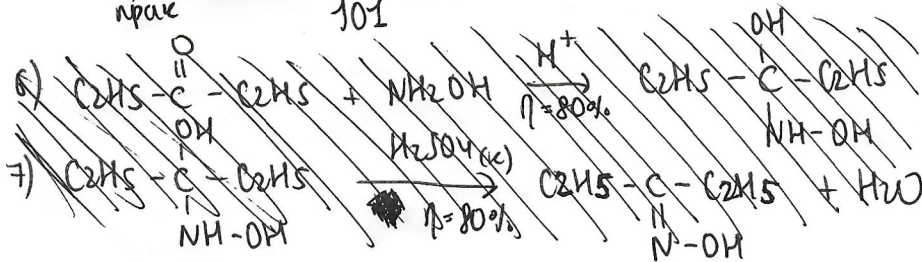


- 1) $C_2H_5-CH=CH_2 + \text{C}_6\text{H}_4(\text{Cl})\text{COOH} \rightarrow C_2H_5-CH(O-C_6H_4Cl)-CH_2 + \text{C}_6\text{H}_4(\text{Cl})\text{COOH} +$
- 2) $C_2H_5-CH(O-MgI)-CH_2 + CH_3MgI \rightarrow C_2H_5-CH(OH)-CH_2-CH_3 +$
- 3) $C_2H_5-CH(OH)-C_2H_5 + H_2O \xrightarrow{H^+} C_2H_5-CH(OH)-C_2H_5 + Mg(OH)I +$
- 4) $5C_2H_5-CH(OH)-C_2H_5 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5C_2H_5-C(=O)-C_2H_5 + 2MnSO_4 +$
- 5) $C_2H_5-C(=O)-C_2H_5 + 2C_2H_5OH \xrightarrow{H^+} C_2H_5-C(O-C_2H_5)_2 + H_2O +$
- 6) $C_2H_5-C(=O)-C_2H_5 + NH_2OH \xrightarrow[\eta=80\%]{H^+} C_2H_5-C(=N-OH)-C_2H_5 + H_2O +$
- 7) $C_2H_5-C(=N-OH)-C_2H_5 \xrightarrow[\eta=80\%]{H_2SO_4} C_2H_5-C(=O)-NH-C_2H_5 +$



$$M(D) = 129 \text{ г} \\ n(C_5H_{10}O) = \frac{12,9 \text{ г}}{86 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{G}) = 0,15 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ моль}$$

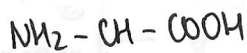
$$n(\text{G}) = 0,12 \cdot 0,8 = 0,096 \text{ моль} \quad G - C_5H_{11}NO \\ M(G) = 101 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,096 \text{ моль} = 9,696 \text{ г} +$$



ответ: 9,696 г

Чистовик

1.2



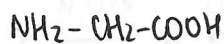
лизин (Lis)

содержит 2 аминогруппы
и 1 карбоксильную

↓
среда раствора
щелочная и нейтральная

↓
pH = 9,6

↓
Банка № 3 +



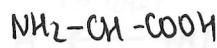
глицин (Gly)

содержит 1 аминогруппу
и 1 карбоксильную

↓
среда раствора
щелочная и нейтральная

↓
pH = 5,5

↓
Банка № 1 +



глутаминовая к-та (Glu)

содержит 1 аминогруппу
и 2 карбоксильных

↓
среда раствора
щелочная и кислая

↓
pH = 3,2

↓
Банка № 2 +

Ответ: 1 - Gly; 2 - Glu; 3 - Lis

4.5.



Чистовик

$$Q_{\text{оср}}(\text{C}_3\text{H}_8) = 103,8 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{\text{оср}}(\text{CO}_2) = 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{оср}}(\text{H}_2\text{O}) = 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{р-ции}} = \sum Q_{\text{оср}} \text{ прог.} - \sum Q_{\text{оср}} \text{ реакт.} = 3Q_{\text{оср}}(\text{CO}_2) + 4Q_{\text{оср}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{оср}}(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$Q_{\text{р-ции}} = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 1180,5 + 967,2 - 103,8 = 2043,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8) = 1 \text{ моль} \Rightarrow Q = Q_{\text{р-ции}} \cdot 1 \text{ моль} = 2043,9 \text{ кДж} = 2043900 \text{ Дж} +$$

В смеси:

$$V(\text{O}_2)_{\text{ост}} = 31 - 5 = 26 \text{ моль} \quad V(\text{CO}_2)_{\text{оср}} = 3 \text{ моль} \quad V(\text{H}_2\text{O})_{\text{оср}} = 4 \text{ моль}$$

$$c_{\text{см}} \cdot V_{\text{см}} = c(\text{O}_2) \cdot V(\text{O}_2) + c(\text{CO}_2) \cdot V(\text{CO}_2) + c(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) =$$

$$= 34,7 \cdot 26 + 53,5 \cdot 3 + 43 \cdot 4 = 902,2 + 160,5 + 172 = 1234,7 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}$$

$$Q = cV \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{cV} \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c_{\text{см}} V_{\text{см}}}$$

$$\Delta t = \frac{2043900 \text{ Дж}}{1234,7 \frac{\text{Дж}}{\text{K}}} = 1655,38 \text{ K} \Rightarrow \Delta t = 1655,38^\circ\text{C} +$$

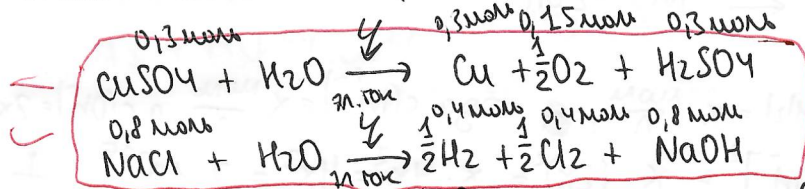
$$t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 25^\circ\text{C} + 1655,38^\circ\text{C} = 1680,38^\circ\text{C} +$$

Ответ: $1680,38^\circ\text{C}$

8.2.

Смесь: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, NaCl $m(\text{см}) = 121,8 \text{ г}$ Чистовик



Одновременно невозможно!

$m(\text{Cu}) = 19,2 \text{ г} \Rightarrow n(\text{Cu}) = \frac{19,2 \text{ г}}{64 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{CuSO}_4) = 0,3 \text{ моль}$

$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \cdot 0,3 = 75 \text{ г}$

$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,3 \text{ моль}$

$m(\text{NaCl}) = m(\text{см}) - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 121,8 - 75 = 46,8 \text{ г}$

$n(\text{NaCl}) = \frac{46,8 \text{ г}}{58,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 0,8 \text{ моль}$

$\frac{V_{\text{газ}} \text{ на аноде}}{V_{\text{газ}} \text{ на катоде}} = 1,2 \Rightarrow \frac{n_{\text{газ}} \text{ на аноде}}{n_{\text{газ}} \text{ на катоде}} = 1,2$

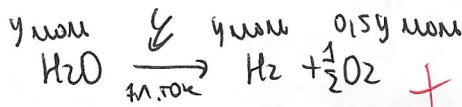
$n(\text{O}_2) = 0,15 \text{ моль}$

$n(\text{Cl}_2) = 0,4 \text{ моль}$

$n(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль}$

$\Rightarrow \frac{n_{\text{газ}} \text{ на ан.}}{n_{\text{газ}} \text{ на кат.}} = \frac{0,15 + 0,4}{0,4} = \frac{0,55}{0,4} = 1,375$

идет электролиз воды



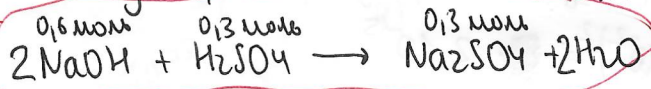
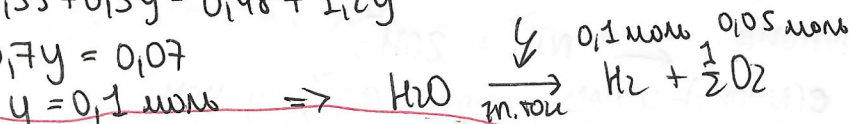
моль $n(\text{H}_2\text{O}) = y \text{ моль}$

$\frac{n_{\text{газ}} \text{ на ан.}}{n_{\text{газ}} \text{ на кат.}} = \frac{0,55 + 0,5y}{0,4 + y} = 1,2$

$0,55 + 0,5y = 0,48 + 1,2y$

$0,07 = 0,7y$

$y = 0,1 \text{ моль}$



В р-ре: $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3 \text{ моль}$

$n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,8 - 0,6 = 0,2 \text{ моль}$

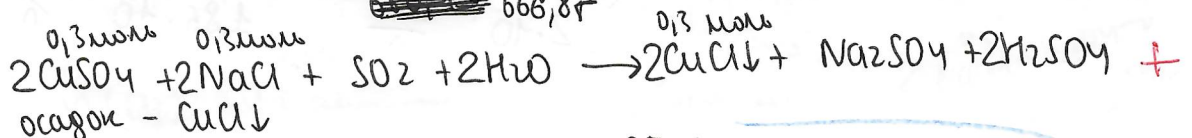
$m_{\text{пра}} = m(\text{см}) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2) =$

$= 121,8 + 600 - 64 \cdot 0,3 - 32 \cdot 0,2 - 2 \cdot 0,5 - 71 \cdot 0,4 =$

$= 721,8 - 19,2 - 6,4 - 1 - 28,4 = 666,8 \text{ г}$

$w(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{142 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,3 \text{ моль}}{666,8 \text{ г}} \cdot 100\% = 6,39\%$

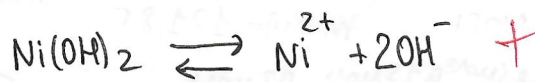
$w(\text{NaOH}) = \frac{40 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,2 \text{ моль}}{666,8 \text{ г}} \cdot 100\% = 1,2\%$



$m(\text{CuCl}) = 99,5 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,3 \text{ моль} = 29,85 \text{ г}$

Ответ: ~~6,39%~~; ~~1,2%~~; 29,85 г
 6,39% 1,20%

5.3



$$K_{\text{PR}} = 2.0 \cdot 10^{-15}$$

Пусть $c(\text{Ni(OH)}_2) = x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$, тогда $c(\text{Ni}^{2+}) = x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$, а $c(\text{OH}^-) = 2x \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

$$K_{\text{PR}} = [\text{Ni}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = x \cdot 4x^2 = 4x^3 = 2 \cdot 10^{-15} +$$

$$4x^3 = 2 \cdot 10^{-15}$$

$$x^3 = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{4}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-15}}{4}}$$

$$x = 0,7937 \cdot 10^{-5} = 7,937 \cdot 10^{-6} \frac{\text{моль}}{\text{л}} +$$

$$c(\text{Ni(OH)}_2) = 7,937 \cdot 10^{-6} \frac{\text{моль}}{\text{л}} - \text{растворимость Ni(OH)}_2$$

$$c(\text{OH}^-) = 2c(\text{Ni(OH)}_2) = 15,874 \cdot 10^{-6} = 1,5874 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

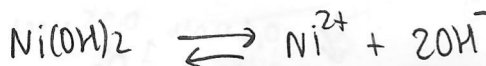
$$\text{pOH} = -\lg(c(\text{OH}^-)) = -\lg(1,5874 \cdot 10^{-5}) = 4,8$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 4,8 = 9,2 +$$

$$\text{pH} = 9,2$$

$$\text{pH} = 12,5 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 12,5 = 1,5$$

$$c(\text{OH}^-) = 0,03162 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 3,162 \cdot 10^{-2} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$



Пусть $c(\text{Ni(OH)}_2) = y \frac{\text{моль}}{\text{л}}$, тогда $c(\text{Ni}^{2+}) = y \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

$$K_{\text{PR}} = [\text{Ni}^{2+}][\text{OH}^-]^2 = y \cdot (3,162 \cdot 10^{-2})^2 = 2 \cdot 10^{-15}$$

$$y = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{3,162^2 \cdot 10^{-4}}$$

$$y = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{10 \cdot 10^{-4}}$$

$$y = 0,2 \cdot 10^{-11} = 2 \cdot 10^{-12}$$

$$c(\text{Ni(OH)}_2) = 2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{моль}}{\text{л}} - \text{растворимость Ni(OH)}_2 +$$

$$L(\text{Ni(OH)}_2) = 93 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 186 \cdot 10^{-12} \frac{\text{г}}{\text{л}} = 1,86 \cdot 10^{-10} \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

Ответ: $7,937 \cdot 10^{-6} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$; 9,2; ~~2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{моль}}{\text{л}}~~ или ~~1,86 \cdot 10^{-10} \frac{\text{г}}{\text{л}}~~

Чернышук

Смесь ω $2-x$
 ω_2 ω_2
 $0,4$ $0,6$
 $D_{me} = 9,4 \cdot 4 = 37,6$
 $28x + 44(2-x) = 28x + 44 - 44x = 37,6$
 $16x = 6,4$
 $x = 0,4$

$\omega_2^y + C \rightarrow 2CO$
 $n \omega_2 = 0,6 - y$ $n \omega = 0,4 + 2y$

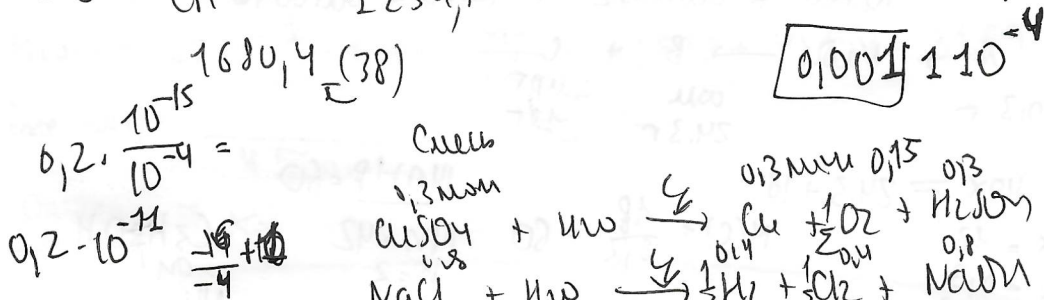
$1 + y = 1,3$
 $y = 0,3$
 $n \omega_2 = 0,6 - 0,3 = 0,3$ $n \omega = 0,4 + 0,6 = 1 \text{ моль}$
 $M = 44 \cdot \frac{0,3}{1,3} + 28 \cdot \frac{1}{1,3} = 10,154 + 21,538 = 31,692$

4.5. $D_{me} = 7,923$
 $3 \text{ моль } CO_2 + 5 \text{ моль } O_2 \rightarrow 3 \text{ моль } CO_2 + 4 \text{ моль } H_2O$

$Q_{mech} = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 =$
 $= 1180,5 + 967,2 - 103,8 = 2043,9 \text{ кДж} = 2043,900 \text{ Дж}$

$Q_{chem} = 34,7 \cdot 26 + 53,5 \cdot 3 + 43 \cdot 4 = 902,2 + 160,5 + 172 =$

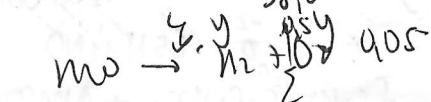
$\Delta t = \frac{Q}{c_n} = \frac{2043900}{12347} = 1655,4 \text{ K} \Rightarrow \Delta t = 1655,4 \text{ }^\circ\text{C}$



$m(Cu) = 19,2 \text{ г} \Rightarrow n(Cu) = 0,3 \text{ моль}$ $M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

$M(H_2O) = 18 \text{ г} \Rightarrow m(NaCl) = 46,8 \text{ г}$

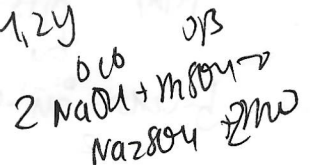
$n(NaCl) = \frac{46,8}{58,5} = 0,8 \text{ моль}$



$n(O_2) = 0,2 \text{ моль}$
 $n(Cl_2) = 0,4 \text{ моль}$
 $n(H_2) = 0,4 \text{ моль}$

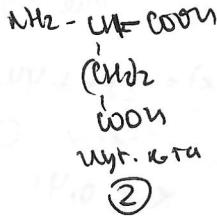
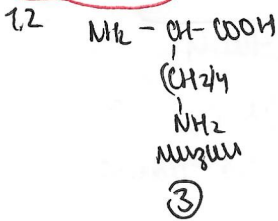
$\frac{0,55 + 0,5y}{0,4 + y} = 12$

$0,55 + 0,5y = 0,48 + 1,2y$
 $0,07 = 0,7y$
 $y = 0,1 \text{ моль}$

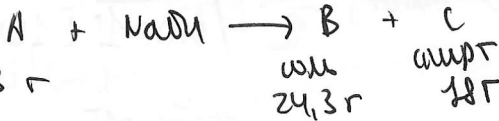
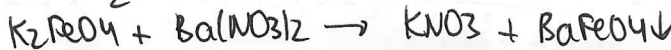
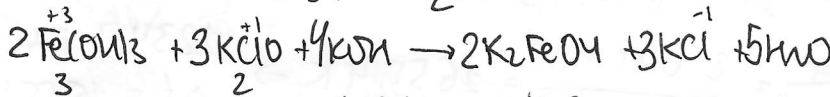
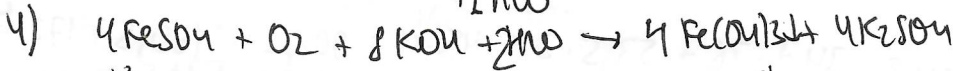
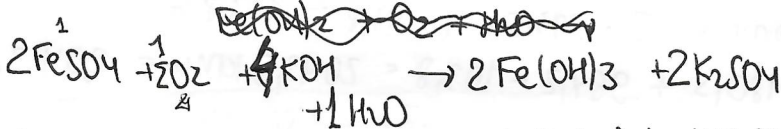
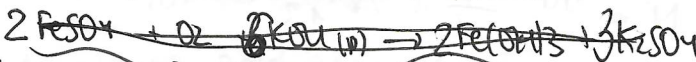
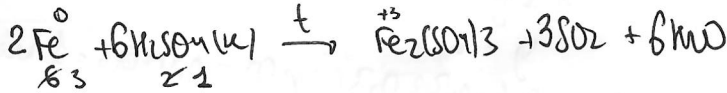
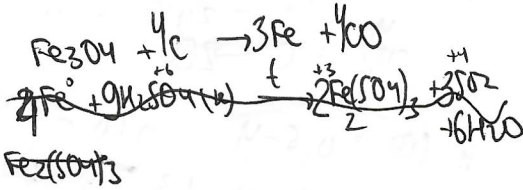
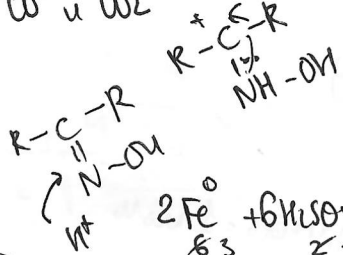


$m.p.p.a = 121,8 + 600 - 19,2 - 64 - 28,4 - 1 = 668,8 \text{ г}$
 $1,19976$

Черновик



2.5. смесь CO и CO₂



1:2:

30г + 40x = 24,3 + 18

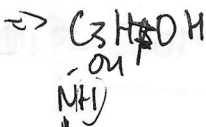
40x = 12

x = 0,3

M(A) = $\frac{30,3}{0,3} = 101$ - не идентифицируем

M(NH₃) = 17

M(N) = 14
n = 3

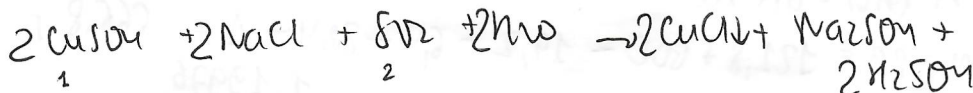
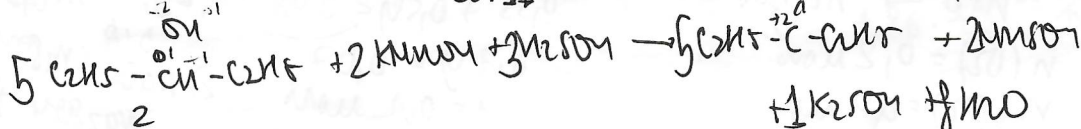
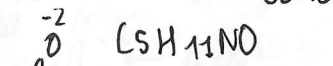
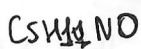
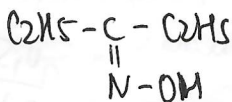
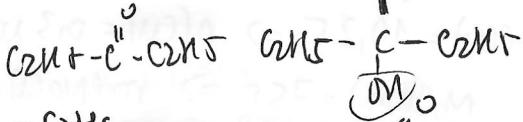


1:2

80x = 12

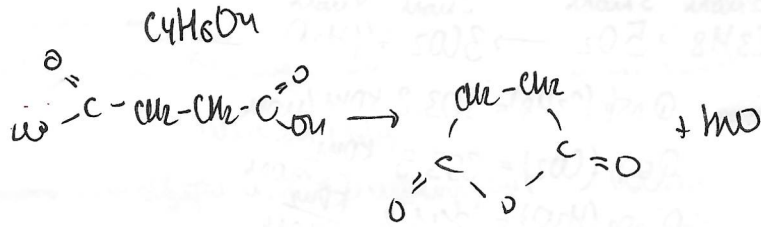
x = 0,15

M(A) = $\frac{30,3}{0,15} = 202$

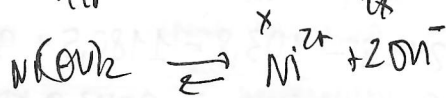


Черновик

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8



$$\frac{18}{118} = 15,25\%$$



$$\text{pp} = x \cdot (2x)^2 = x \cdot 4x^2 = 4x^3 = 2 \cdot 10^{-15}$$

$$x^3 = 0,5 \cdot 10^{-15}$$

$$x = 0,8 \cdot 10^{-5} \quad 8 \cdot 10^{-6}$$

$$c(\text{OH}^-) = 1,6 \cdot 10^{-5} \quad 1,8$$

$$\text{pH} = 9,2$$

$$\text{pH} = 12,5 \quad 1,8$$

$$\text{pp} = y (3,162 \cdot 10^{-2})^2 = 2 \cdot 10^{-15}$$

$$y = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{3,162^2 \cdot 10^{-4}}$$

$$\frac{2 \cdot 10^{-15}}{10 \cdot 10^{-4}} = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{10^{-3}} = 2 \cdot 10^{-12}$$

$$2 \cdot 10^{-12} \cdot 93 = 186 \cdot 10^{-12} = 1,86 \cdot 10^2 \cdot 10^{-12} = 1,86 \cdot 10^{-10}$$