



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

*И. М. М. М.*  
*М. М.*

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Химия  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Смолина Николай Игоревича.  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«01» марта 2026 года

Подпись участника  
Смолин

1	2	3	4	5	6	7	Σ
6	10	8	16	14	14	8	80

Берем минимальное количество

49-11-41-20  
(38.6)

Чистовик.

1.1.

$$D_{\text{см}}(x) = \frac{\rho(x)}{\rho(\text{смч})} = \frac{M(x)}{M(\text{смч})} = 2,125 \rightarrow M(x) = 2,125 M(\text{смч})$$

$$M(x) = 2,125 \cdot (12 + 1 \cdot 4) = 34.$$

88 все является все

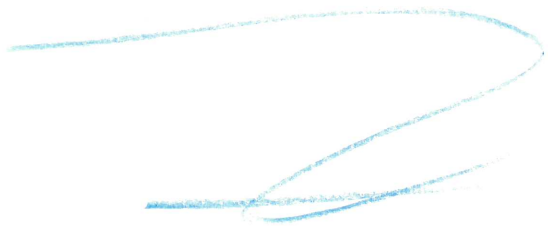
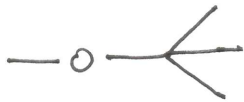
Подойдут такие газы как фосфин  $\text{PH}_3$  и сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ . В их молекулах  $15 + 3 = 18$  и  $16 + 2 = 18$  электронов соответственно.

Орг. молекула с 18 e<sup>-</sup>, например, будет этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ .

Ответ:  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{PH}_3$  (сероводород и фосфин)  
орг. молекула:  $\text{C}_2\text{H}_6$  (этан)

1.2.

МТБЭ:



По условию, 7% масс. доля МТБЭ дает +3 к октановому числу бензина. У нас оно 92, нужно 95, значит нужно добавить такой объем МТБЭ  $x$  ~~л~~  $\frac{\text{л}}{\text{м}^3}$ , чтобы  $\omega(\text{МТБЭ}) = 7\%$ .

$$\text{Аи92: } 20 \text{ м}^3 \cdot 760 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 15200 \text{ кг.}$$

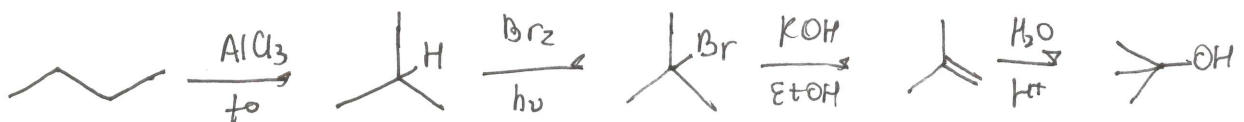
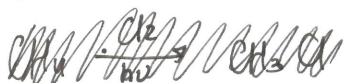
Пусть мы добавим  $m$  кг МТБЭ. Тогда:

$$\omega(\text{МТБЭ}) = \frac{m}{m + 15200 \text{ кг}} = 0,07 \rightarrow 0,93 m = 1064 \text{ кг} \rightarrow$$

$\rightarrow m \approx 1144,086 \text{ кг}$  - столько кг МТБЭ нужно добавить.

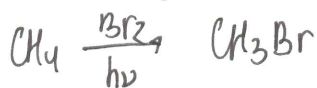
$$x = \frac{m}{\rho} = \frac{1144,086 \text{ кг}}{740 \text{ кг/м}^3} = 1,5461 \text{ м}^3$$

Способ синтеза МТБЭ из CCCC и смч:

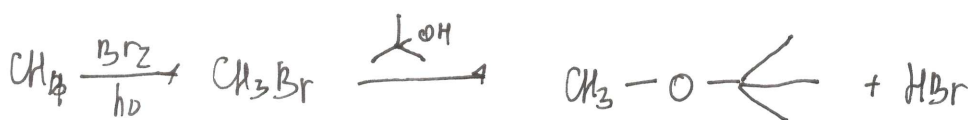


Чистовик.

22. Проголосуйте:



Ответ:  $x = 1,5461 \text{ м}^3$



мы ~ 4.

$PbBr_2 \rightleftharpoons Pb^{2+} + 2Br^-$ . Пусть произошло  $xV$

моль  $PbBr_2$  в  $V$  л воды. Тогда  ~~$x = \frac{xV}{V}$  не подходит~~

Тогда  $[Pb^{2+}] = \frac{xV}{V} = x$ ;  $[Br^-] = \frac{2xV}{V} = 2x$ ;  $[x] = \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

$[Pb^{2+}][Br^-]^2 = K_s \rightarrow 4x^3 = 5 \cdot 10^{-5} \rightarrow x \approx 0,02321 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

$S_1 [г/л] = x \cdot M(PbBr_2) = 0,02321 \text{ м} \cdot 367 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 8,518 \frac{\text{г}}{\text{л}}$

При растворении не в воде, а в растворе  $NaBr$ , после растворения  $yV$  моль  $PbBr_2$  в  $V$  л раствора:

$[Pb^{2+}] = \frac{yV}{V} = y$ ;  $[Br^-] = [Br^-]_0 + \frac{2yV}{V} = 0,1 + 2y$

$[Pb^{2+}][Br^-]^2 = K_s \rightarrow y \cdot (0,1 + 2y)^2 = 5 \cdot 10^{-5}$

Решая уравнение получаем  $y = 4,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

$S_2 [г/л] = yM(PbBr_2) = 4,25 \cdot 10^{-3} \cdot 367 = 1,560 \frac{\text{г}}{\text{л}}$

Это в  $\left(\frac{S_2}{S_1}\right)^{-1} = \left(\frac{1,560}{8,518}\right)^{-1} = \frac{8,518}{1,560} = 5,46$  раз меньше.

Ответ: в воде растворимость  $0,02321 \text{ м}$  или  $8,518 \frac{\text{г}}{\text{л}}$   
в растворе  $0,1 \text{ м } NaBr$  растворимость меньше в  $5,46$  раз

Чистовик.

~5.

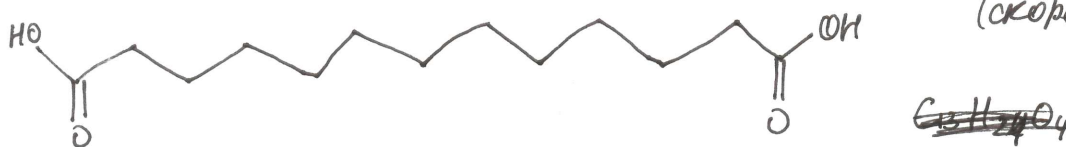
~~Эта кислота имеет~~ При наличии  $k$  групп  $\text{COOH}$  в молекуле и каком то фрагменте  $R = \text{C}_n\text{H}_{2n+2-k}$  как  $n$ -значный алкан, у этой кислоты формула:



$$\omega(\text{O}) = \frac{16 \cdot 2k}{16 \cdot 2k + 12 \cdot (n+k) + 1 \cdot (2n+2)} = \frac{32k}{32k + 12n + 12k + 2n + 2} = 0,2623$$

Решая, получим  $n = 5,57k - 0,143$ ;

При  $k=1$   $n$  нецелое, а при  $k=2$   $n=11$ . Значит у нас кислота с 2мя  $\text{COOH}$  группами, выглядящая так: (скорее всего)

Брутто-формула: C<sub>13</sub>H<sub>24</sub>O<sub>4</sub>.

Пусть кислоты было  $x$  моль, тогда у нас  $13x$   $\text{CO}_2$  - то, что реагирует с  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ :



$$\nu(\text{CO}_2) = \nu(\text{BaCO}_3) = \frac{13,82}{197 \text{ г/моль}} \approx 0,07 \text{ моль}$$

Сгорание  $\frac{0,07}{13}$  моль кислоты ~~вы~~ выделило 32,28 кДж тепла.

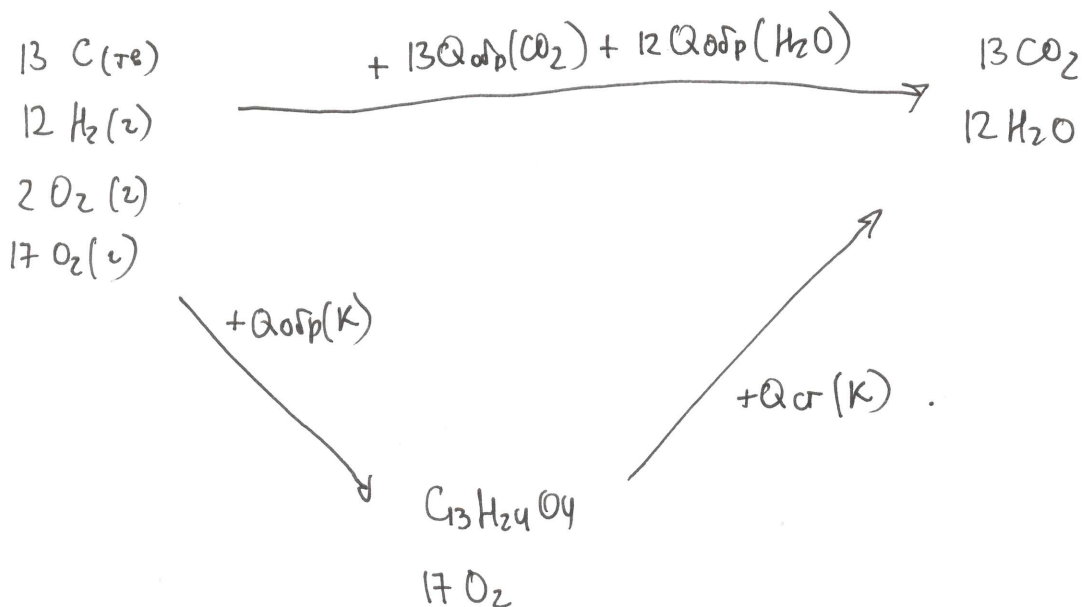
$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q}{\nu} = \frac{32,28}{0,07/13} = 5994,86 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \checkmark$$

Для нахождения  $Q_{\text{обр}}(\text{C}_{13}\text{H}_{24}\text{O}_4)$  используем схему:

(см. след. стр.)

Чистовик

~5.



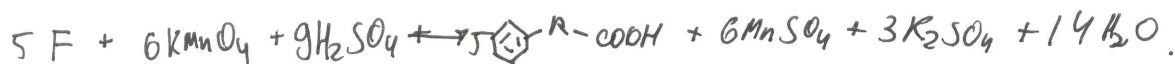
$Q_{\text{обр}} = -\Delta H_{\text{обр}}$ , для простых в-в  $Q_{\text{обр}} = \ominus \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$ .

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{обр}}(\text{K}) &= 13 Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 12 Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{ст}}(\text{K}) = \\
 &= 13 \cdot 393,5 + 12 \cdot 285,8 - 5994,86 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 2550,24 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} //
 \end{aligned}$$

Ответ: теплота сгорания  $Q_{\text{ст}} = 5994,86 \text{ кДж/моль}$  ✓ *в предполож*  
 теплота образования  $Q_{\text{обр}} = 2550,24 \text{ кДж/моль}$  ✓ *обращ к-тах*

~7.

Если F такое : C1=CC=C(C=C1)R, то реакция выглядит так!



$$\frac{\nu(\text{F})}{5} = \frac{\nu(\text{Mn}^{7+})}{6} \rightarrow \nu(\text{F}) = \frac{5}{6} \cdot 0,4 \text{ м} \cdot 0,31 = 0,1 \text{ моль} \rightarrow M(\text{F}) = \frac{53}{0,1} = 53 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Значит F не может иметь один центр окисления  
 (в таком случае  $M(\text{F}) < M(\text{C}_6\text{H}_6)$ , что противоречит ароматичности соединения).

49-11-41-20  
(38.6)

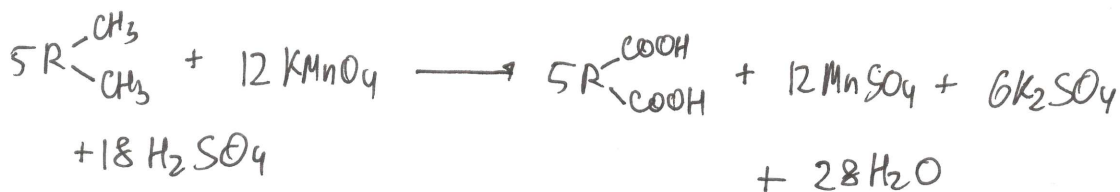
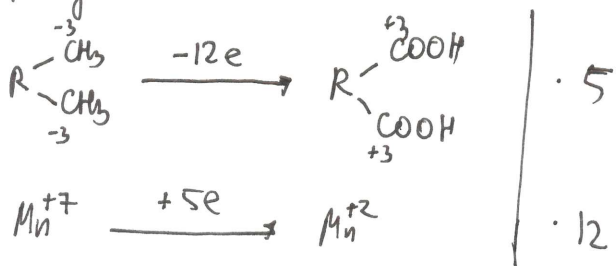
~7.

Чисто вик

Пусть F тогда имеет 2 центра окисления:

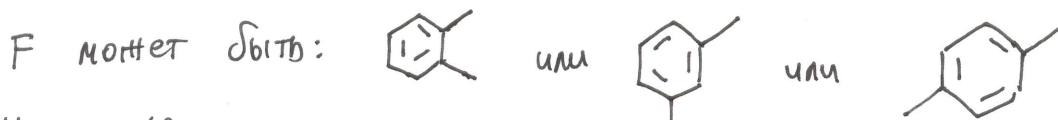


Тогда:



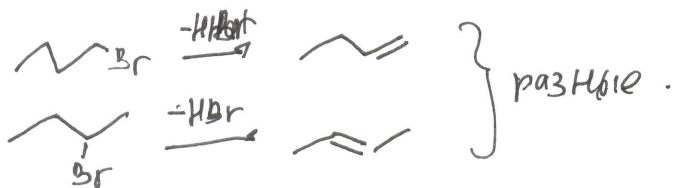
$$\nu(F) = \frac{5}{12} \nu(\text{Mn}^{+7}) = \frac{5}{12} \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,05 \text{ моль} \rightarrow M(F) = \frac{5,3}{0,05} = 106 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Это соответствует 1  $\text{C}_6\text{H}_4$  и 2  $\text{CH}_3$  группам; тогда в-во

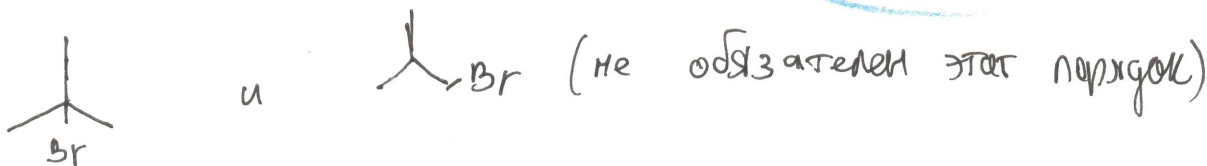


Из-за Na в реакции и Br в молекулах A и B можно предположить, что D и E - димеры A и B после удаления брома, а  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  - простой окислитель, что значит что A и B имеют формулу  $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ .

Это не могут быть эти из-за дегидрогалогенирования:

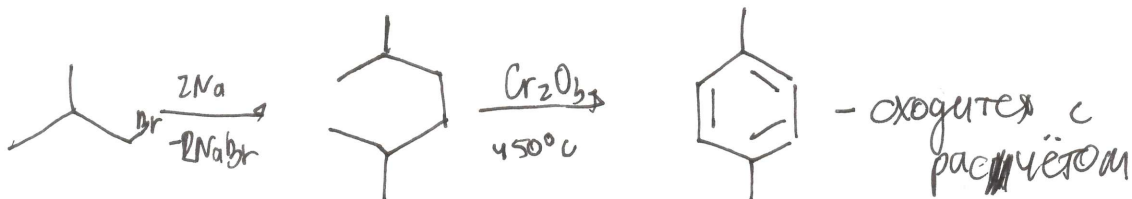
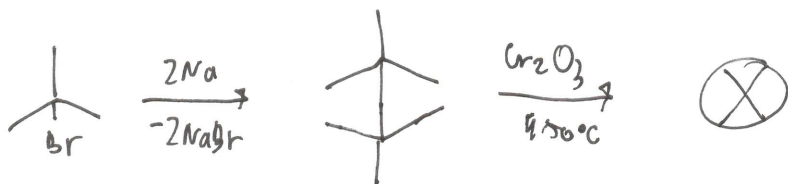


Значит A и B такие:

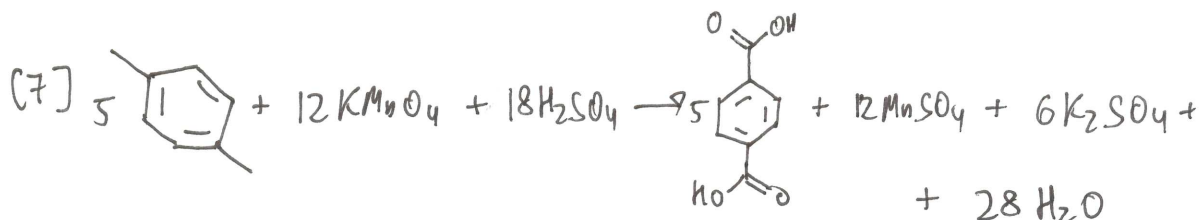
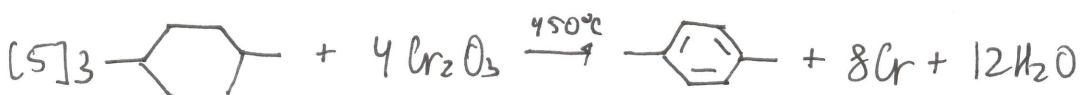
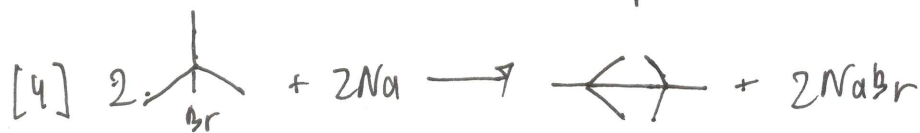
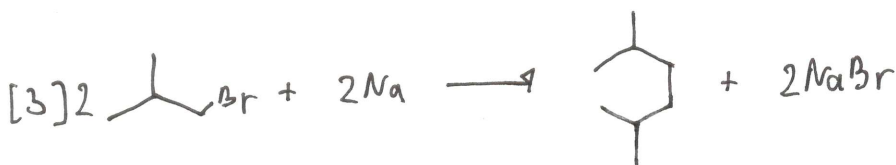
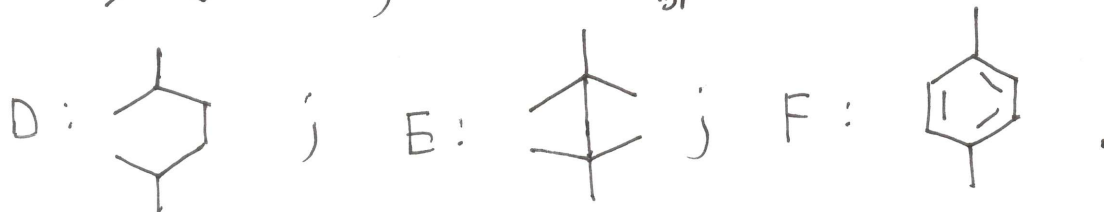
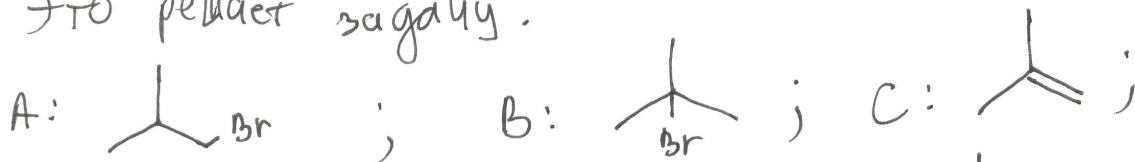


Чистовик

№7.

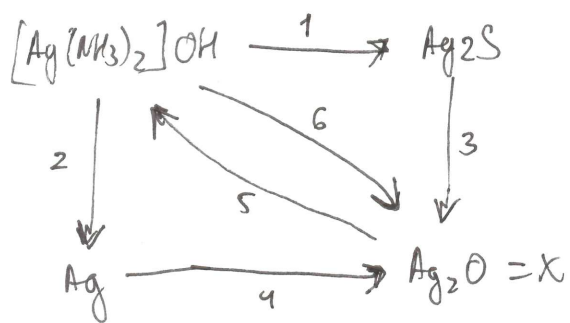


Это решает задачу.



Цветовик.

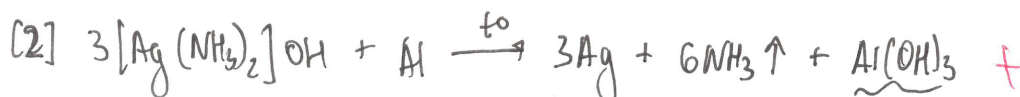
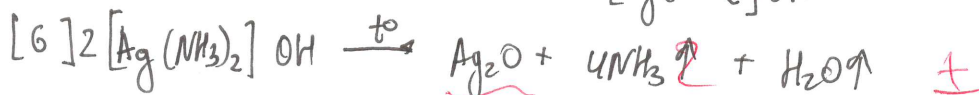
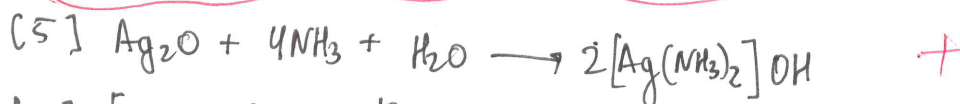
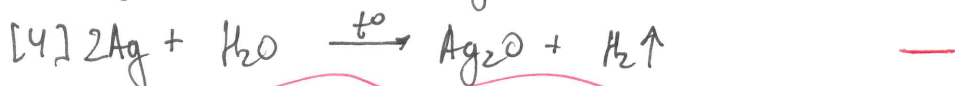
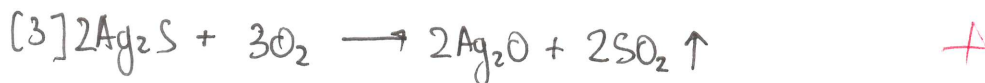
№3.



~~$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$~~



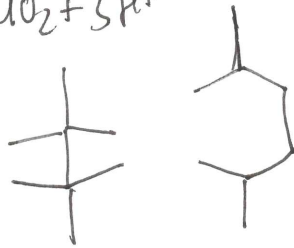
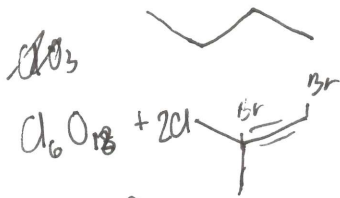
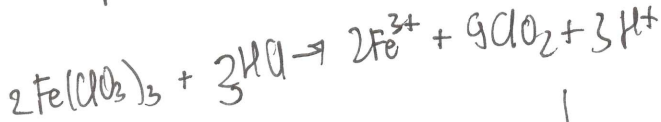
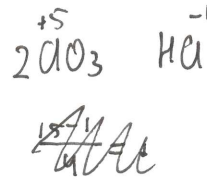
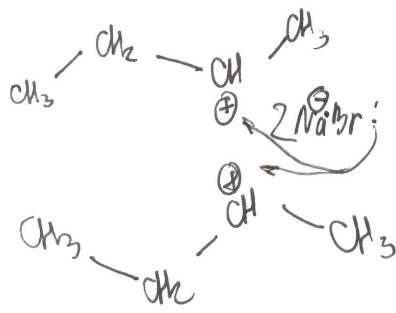
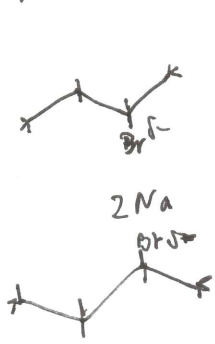
~~$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} + \text{Na} \rightarrow 2\text{NH}_3 \uparrow + \text{Ag} + \text{NaOH}$~~



Черновик.

$$\frac{10-1}{3} = +3$$

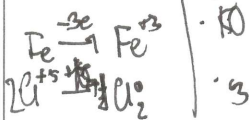
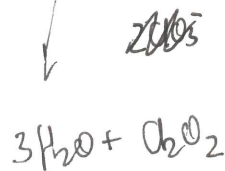
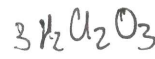
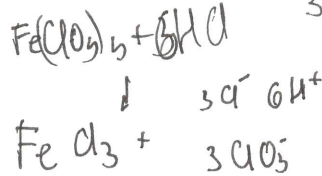
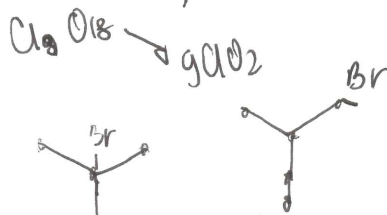
$$\frac{+5-1}{2} = +2$$



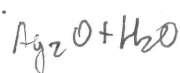
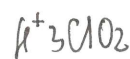
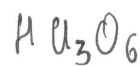
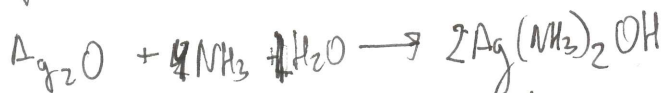
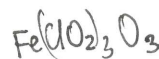
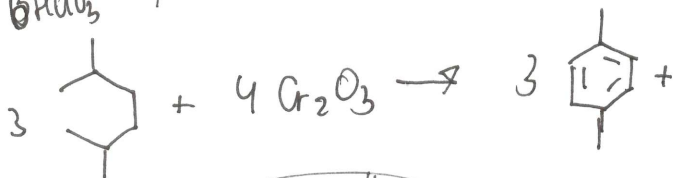
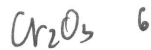
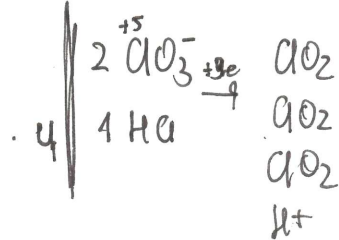
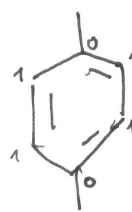
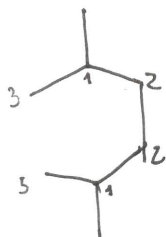
$$\frac{5x-1}{x+1} = 4$$

$$5x-1 = 4x+1$$

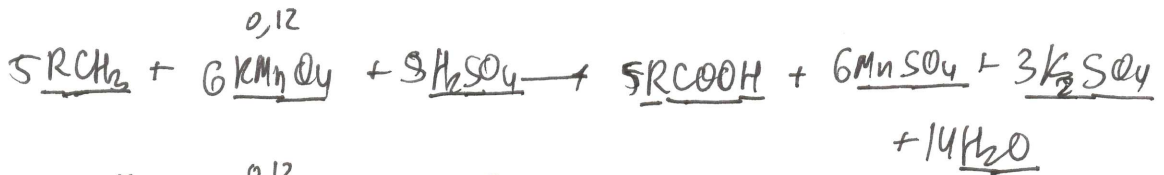
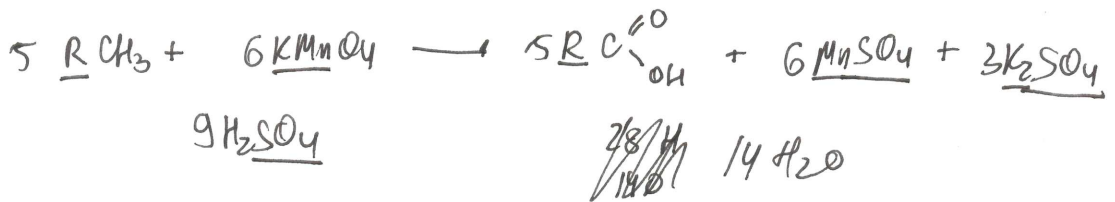
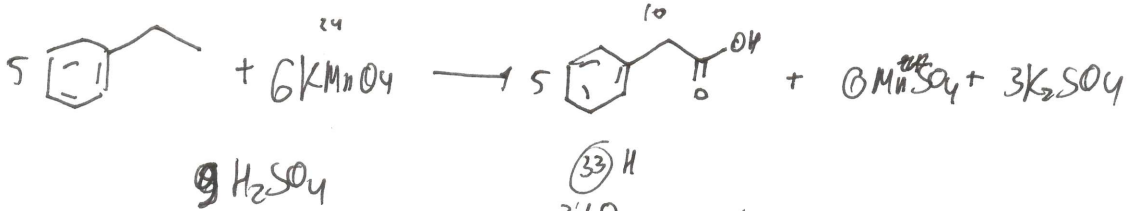
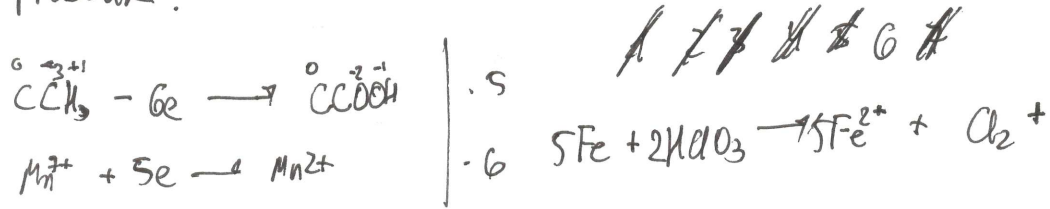
$$x=2$$



$$12 - 8 = 4$$

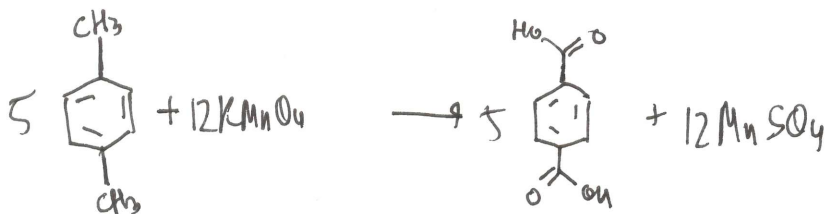
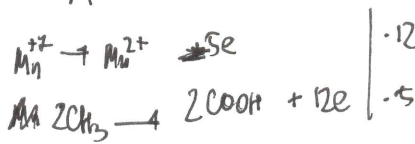


Черновик.

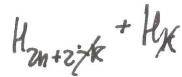
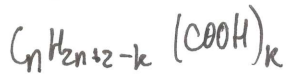
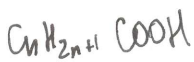


$$\frac{x}{5} = \frac{0,12}{6} \rightarrow x = \frac{5}{6} \cdot 0,12 = 0,1 \rightarrow x \text{ H}$$

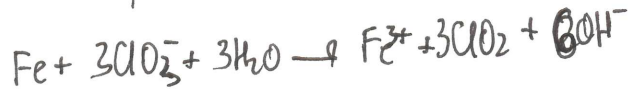
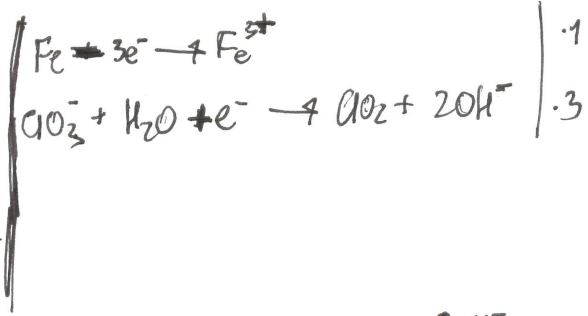
$$0,1 = \frac{53}{M} \Rightarrow M = 53 ?$$



Черновик



~~HA+~~



$$C_{n+k}H_{2n+2}O_{2k} \rightarrow M = 12(n+k) + 1(2n+2) + 16(2k) =$$

$$= 12n + 12k + 2n + 2 + 32k =$$

$$= 14n + 2 + 44k$$

$\frac{32k}{14n+2+44k} = 0,2623$



$32k = 3,6722n + 0,5246 + 11,5412k$

$20,4588k - 0,5246 = 3,6722n$

$5,57k - 0,143$

$k=2$

$n=11$

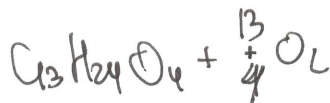
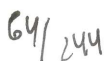
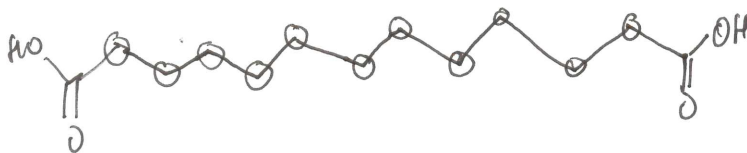
HCl сол/кв

HClO хлорная кислота

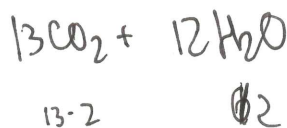
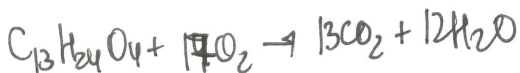
HClO<sub>2</sub> хлоритная

HClO<sub>3</sub> хлорная кислота

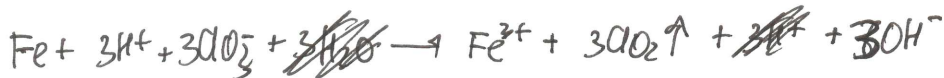
HClO<sub>4</sub> хлорная кислота



$6-4=2$



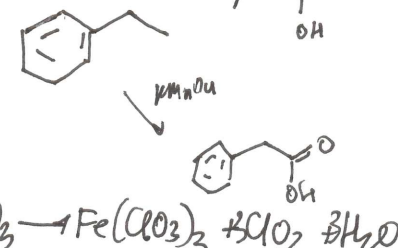
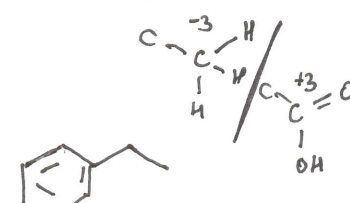
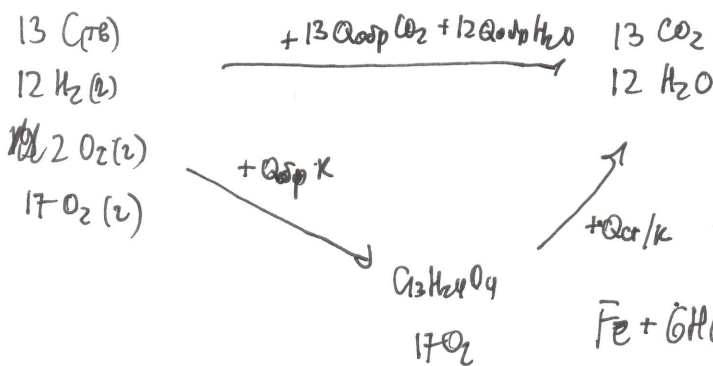
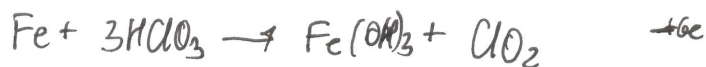
Черновик



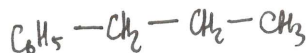
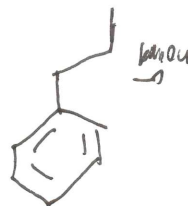
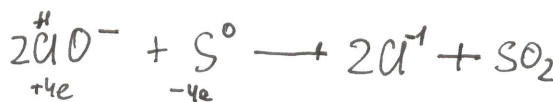
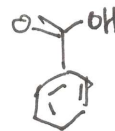
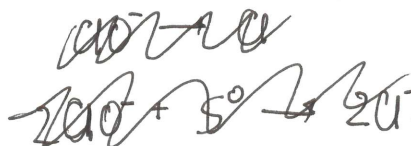
$HCl$   
 $HClO$   
 $HClO_2$   
 ~~$HClO_3$~~   
 ~~$HClO_4$~~



окр(н/в) = 0

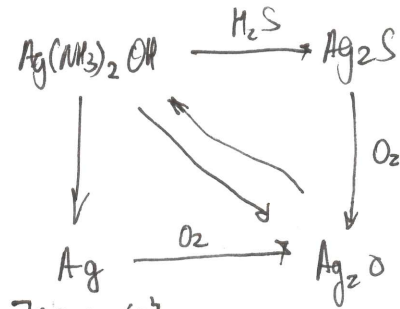
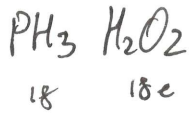
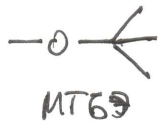
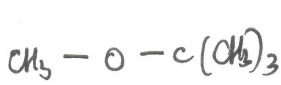


$HNO_3$   
 $Fe$



Чертовик .

$M(\text{CH}_4) \cdot 2,125 = M(\text{X}) = 34$



20 м³ БЕНЗИН АИ92

760 кг/м³

x м³ МТБЭ

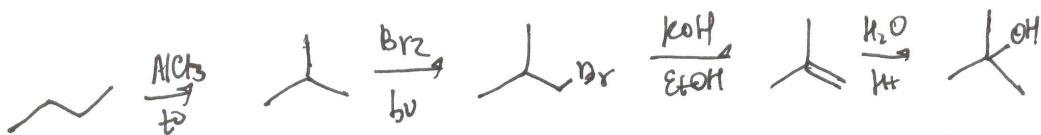
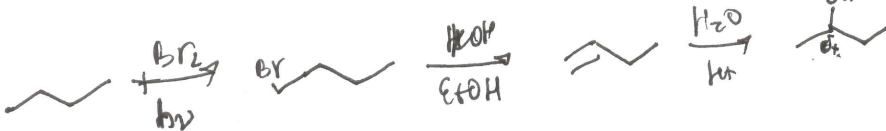
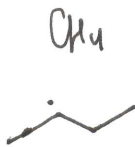
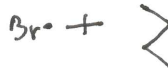
740 кг/м³

$y(0,1+2y)^2 = 5 \cdot 10^{-5}$

$4,25 \cdot 10^{-3}$

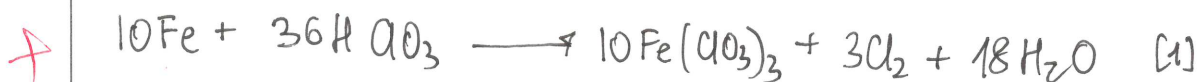
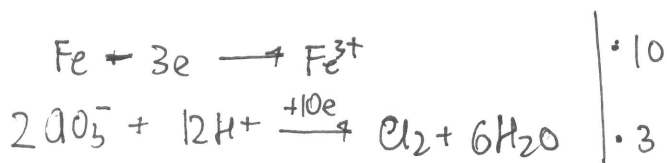
$(m_1 + m_2)$  смесь

$\frac{m_2}{m_1 + m_2} = 7\%$

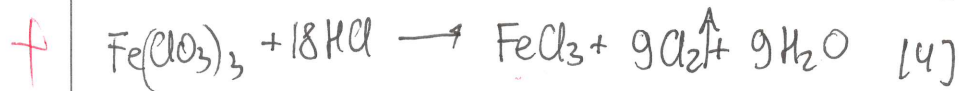
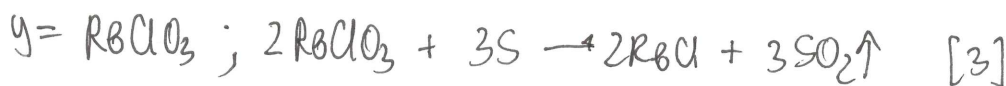


Чистовик

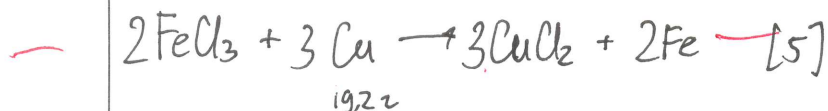
№6.



$x = \text{Cl}_2$ ; рр1 - раствор  $\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$ .  
 $\text{RbClO}_3 + \text{сер}$



рр2 - раствор  $\text{FeCl}_3$



$$v(\text{FeCl}_3) = \frac{19,2/64}{3} \cdot 2 = 0,2 \text{ моль} \longrightarrow \text{Fe}(\text{ClO}_3)_3 \text{ тоже } 0,2 \text{ моль.}$$

$$v(\text{Fe}) = v(\text{Fe}(\text{ClO}_3)_3) = 0,2 \text{ моль.}$$

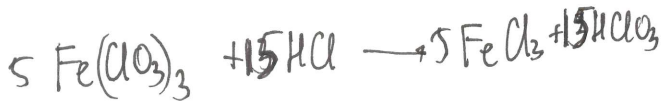
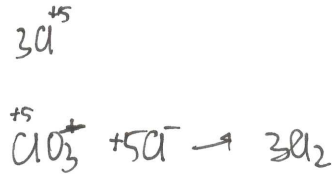
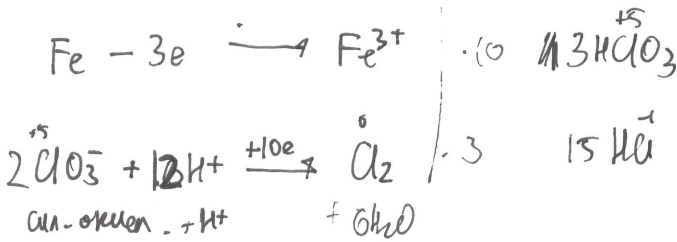
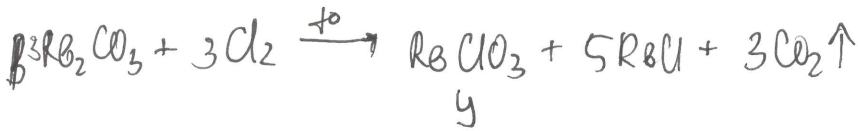
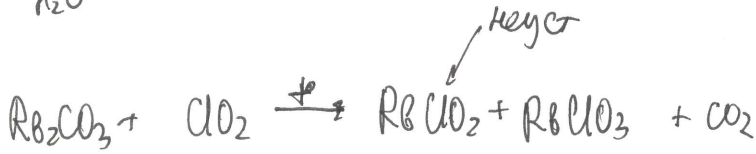
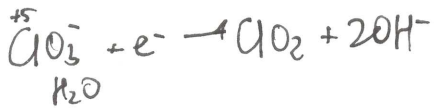
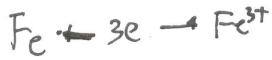
$$m_0 = 56 \cdot 0,2 = 11,2 \text{ г.} \quad \checkmark$$

Ответ:  $x = \text{Cl}_2$ ;  $p1 = \text{Fe}(\text{ClO}_3)_3$ ;  $y = \text{RbClO}_3$ ;  $p2 = \text{FeCl}_3$

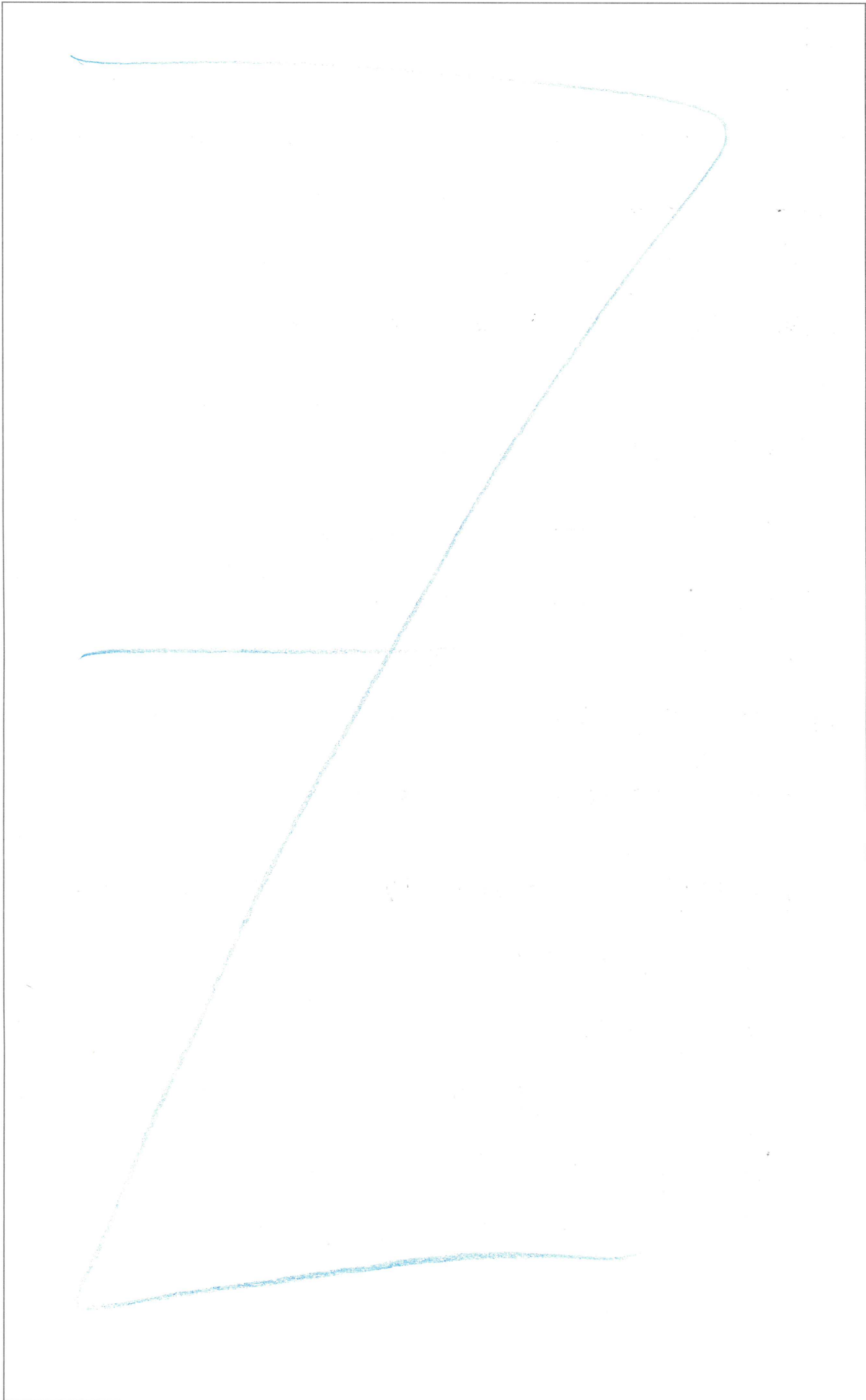
Навеска весила 11,2 г (железа).

Реакции [1-5] записаны выше.

Черновик

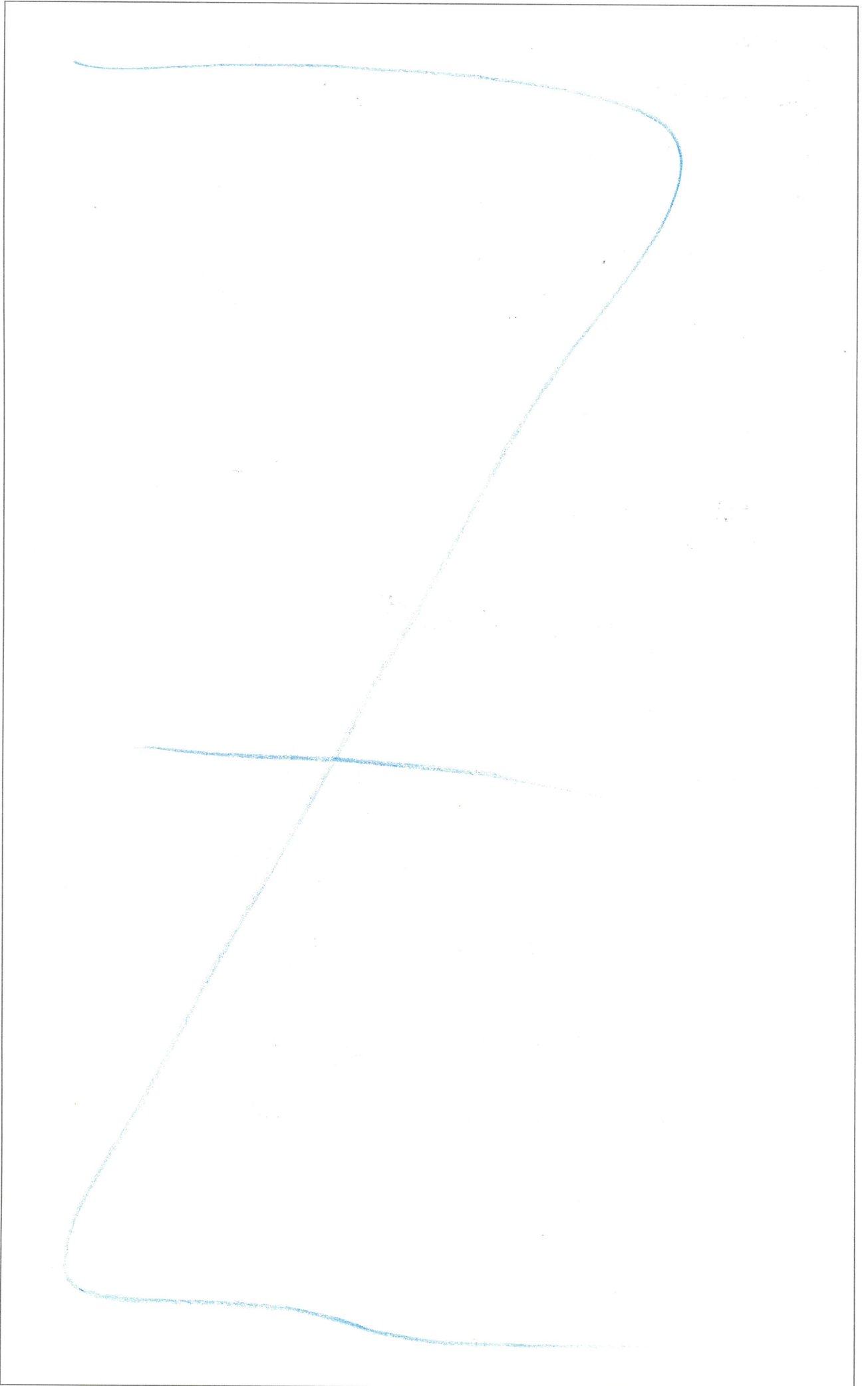


**ЛИСТ-ВКЛАДЫШ**



**Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!**

**ЛИСТ-ВКЛАДЫШ**



**Подписывать лист-вкладыш запрещено! Писать на полях листа-вкладыша запрещено!**