

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Кустовой Русланы Владимировны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«12» 03 2023 года

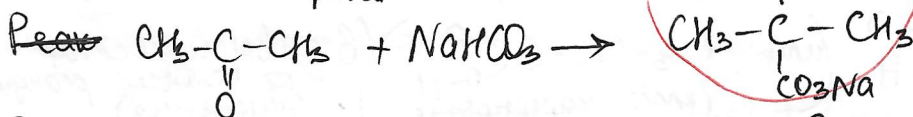
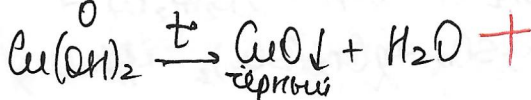
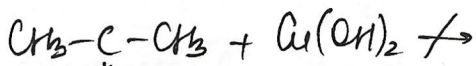
Подпись участника
Кустова

11-16-56-06
(03.6)

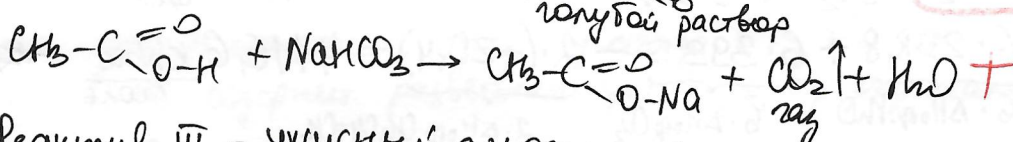
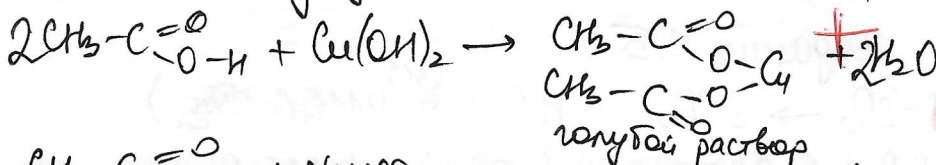
штовик 1

задание 2.6

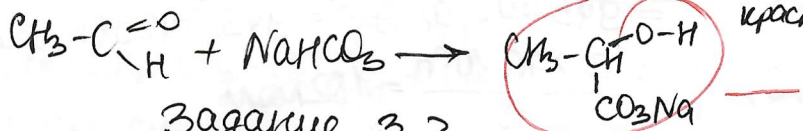
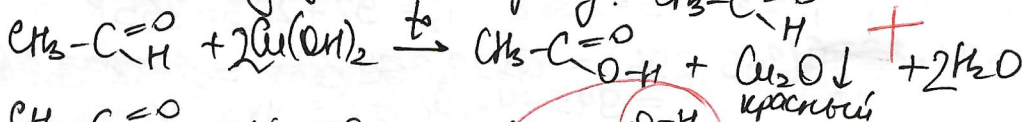
Реактив I - ацетон: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$



Реактив II - уксусная кислота: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{O}-\text{H}$



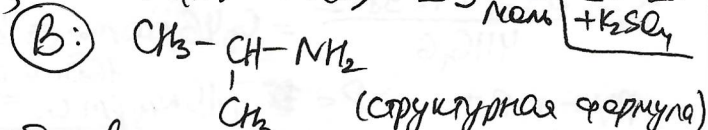
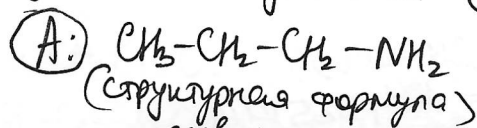
Реактив III - уксусный альдегид: $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$



задание 3.2

$D_{\text{N}_2}(\text{A}+\text{B}) = 2,107$; $M(\text{A}+\text{B}) = M(\text{N}_2) \cdot D = 2,107 \cdot 28 = 59 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

т.к. после окисления А и В азотистой кислотой образовались
измеренные соединения С и D, то $M(\text{A}) = M(\text{B}) = 59 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$ $\xrightarrow{2\text{HNO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4}$



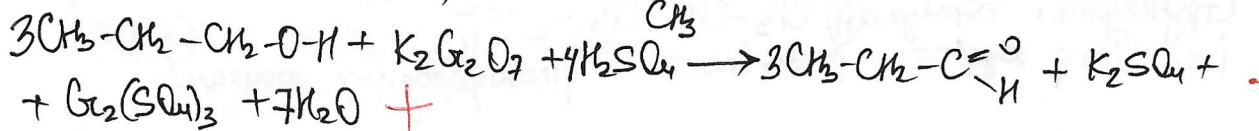
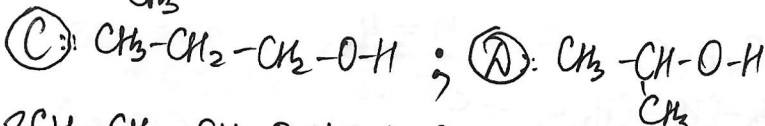
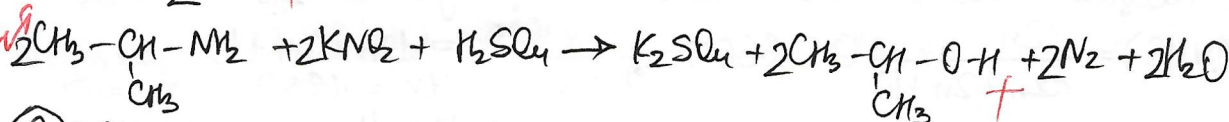
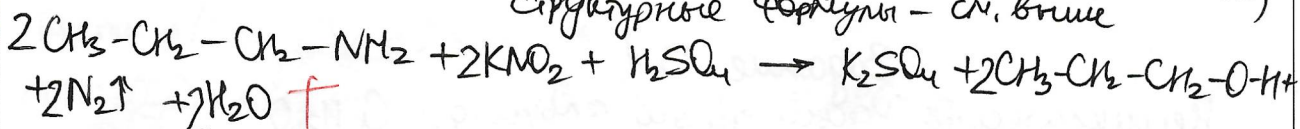
А и В - алифатические первичные амины, из которых образовались спирты (при действии HNO_2), а затем их окислили.

Формула аминов: $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$

$12n + 2n + 3 + 14 = 59$

$14n = 42$

$n = 3 \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_9\text{N}$ - молекулярная формула А и В;
структурные формулы - см. выше



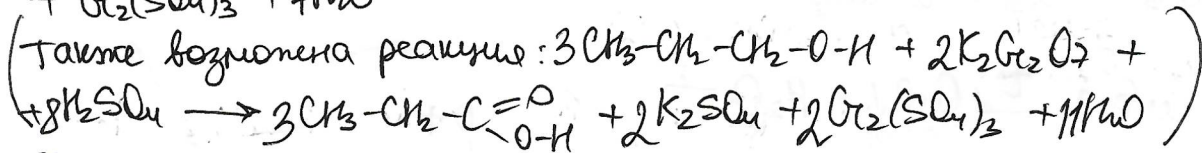
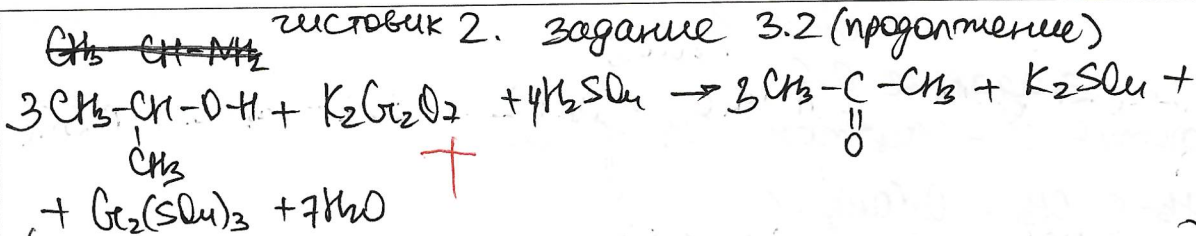
Анжела
Павлов

1/2/3/4/5/6/7/8/9
6/7/10/12/11/14/5/18/83

83

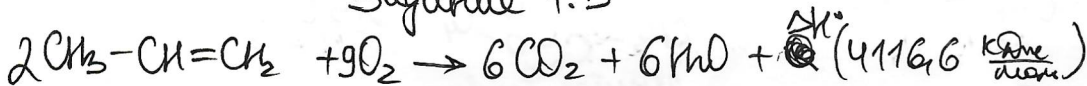
воспользуйтесь
При

системик 2. задание 3.2 (продолжение)



- (E) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-H}$ (класс: альдегиды) (или $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-OH}$ (класс: карбоновые кислоты))
 (F) $\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_3$ (класс: кетоны)
- (в зависимости от условий реакции окисления)

Задание 4.5



$$\Delta H_{\text{р-ии}} = \frac{6 \cdot 258,8}{6 \cdot \Delta H_{\text{оор. H}_2\text{O}}} + \frac{6 \cdot 393,5}{6 \cdot \Delta H_{\text{оор. CO}_2}} - \frac{2 \cdot (-20,4)}{2 \cdot \Delta H_{\text{оор. CH}_3\text{CH=CH}_2}} = 4116,6 \frac{\text{kJ}}{\text{моль}}$$

$$Q = cm(t_2 - t_1); \quad T_1 = 23 + 273 = 296 \text{ K}; \quad T_2 = 92 + 273 = 365 \text{ K}$$

$$Q = 75,31 \cdot \frac{3276}{182} \cdot (365 - 296) = 945742,98 \text{ Дж} = 945,74298 \text{ кДж}$$

$$[C] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \right]; \quad n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = \frac{3,276 \cdot 10^3 \text{ г}}{18} = 182 \text{ моль}$$

$n(\text{CH}_3\text{CH=CH}_2) = a$ моль
 пусть $n(\text{CH}_3\text{CH=CH}_2) = a$ моль
 составим для нагрева H₂O

+	2 моль	-	4116,6 кДж
	a моль	-	945,74298 кДж

$$a = \frac{945,74298 \cdot 2}{4116,6} = 0,46 \text{ моль} = n(\text{CH}_3\text{CH=CH}_2)$$

$$PV = nRT; \quad P = \frac{760 \text{ мм.рт.ст.}}{760 \text{ мм.рт.ст.}} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$V(\text{CH}_3\text{CH=CH}_2) = \frac{nRT}{P} = \frac{0,46 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 12,24 \text{ л}$$

Ответ: 12,24 л

Задание 5.1

Циклический насыщенный альдегид: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$

$$M(\text{C}) = \frac{12n}{12n + 2n + 16} = 0,6667; \quad 18n = 12n + 2n + 16$$

$$4n = 16$$

$$n = 4$$

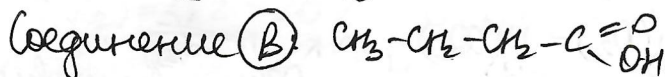
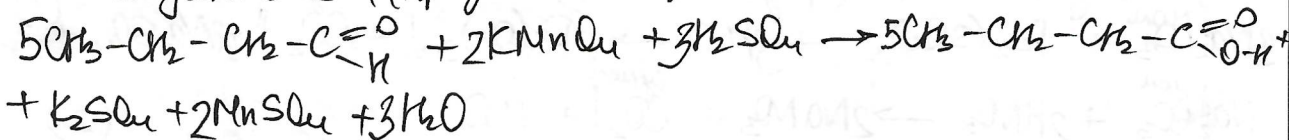
Молекулярная формула (A) $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$

Структурная формула (A) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-C(=O)-H}$

(т.к. 2 не содержит разветвленных углеводородных радикалов)

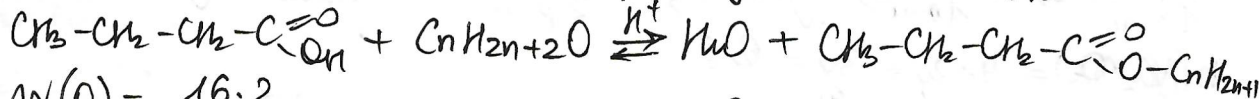
11-16-56-06
(63.6)

задание 5.1 (продолжение)



$w(C) = 0,6667$; $w(H) = \frac{8}{4 \cdot 12 + 16 + 8} = 0,111$; $w(O) = \frac{16}{4 \cdot 12 + 16 + 8} = 0,2222 = \frac{16}{72} = \frac{w(O)}{36}$

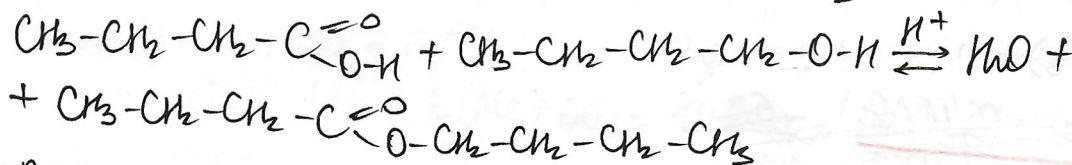
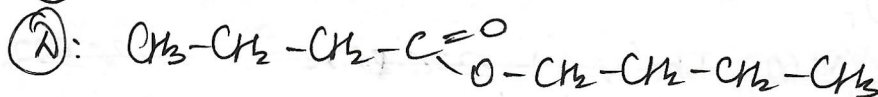
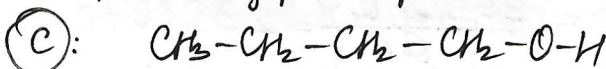
Кислота + спирт = сложный эфир + вода



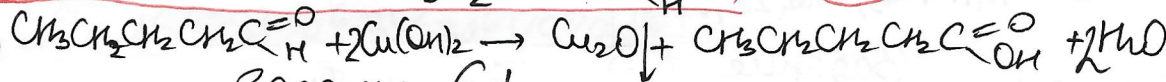
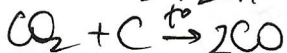
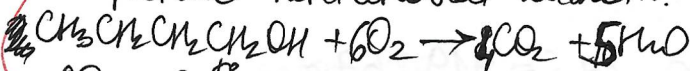
$w(O) = \frac{16 \cdot 2}{4 \cdot 12 + 7 + 16 \cdot 2 + 12n + 2n + 1} = 0,2222$

144 = 88 + 14n 14n = 56 n = 4

Значит, в спирте C было 4 атома C: C₄H₁₀O
т.к. D не содержит разветвлен углеводород радикалов:



Получение пентановой кислоты:



Задание 6.1

$w(Na_2CO_3) = \frac{m(Na_2CO_3)}{m_{pp}} = \frac{21,8}{100 + 24,8} = 0,178982$

m(H₂O) = V_D = 183,7 · 1 = 183,7 г

Пусть n(Na₂CO₃ · 10H₂O) = x моль

m(Na₂CO₃)_{добав.} = nM = 106x г ; m(Na₂CO₃ · 10H₂O) = 286x г

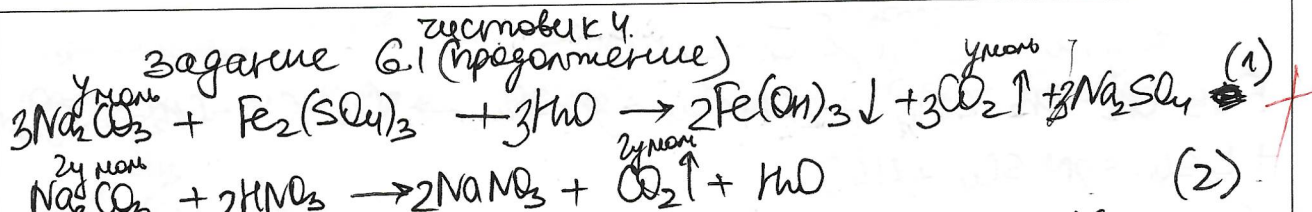
$w(Na_2CO_3) = \frac{m(Na_2CO_3)}{m_{pp}} = \frac{106x}{286x + 183,7} = 0,178982$

592,238x = 286x + 183,7

306,238x = 183,7 x = 0,6 моль

n(Na₂CO₃)_{добав.} = n(Na₂CO₃ · 10H₂O) = 0,6 моль

m_{pp} = 286 · 0,6 + 183,7 = 355,3 г



$2V(\text{CO}_2) = \cancel{y} V(\text{CO}_2) \Rightarrow 2n_{(1)}(\text{CO}_2) = n_{(2)}(\text{CO}_2)$, т.к. одинаковы условия

Пусть $n_{1\text{рш}}(\text{CO}_2) = y$ моль; $n_{2\text{рш}}(\text{CO}_2) = 2y$ моль

$n_{1\text{рш}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{1\text{рш}}(\text{CO}_2) = y$ моль; $n_{2\text{рш}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_{2\text{рш}}(\text{CO}_2) = 2y$ моль

$n_{\text{всего}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = y + 2y = 3y = 0,6$

$y = 0,2$ моль

$n_{2\text{рш}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2y = 0,4$ моль; $n(\text{NaNO}_3) = 2n_{2\text{рш}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,8$ моль

Пусть $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = a$ г

$n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$	$0,6$ моль	$355,3$ г
$0,4$		a г

$a = \frac{355,3 \cdot 0,4}{0,6} = 236,867$ г

~~$m_{\text{пра}} \text{ во } 2\text{рш}} = m_{\text{пра}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m_{\text{пра}}(\text{HNO}_3) = 236,867 + 200 = 436,867$~~

$m(\text{NaNO}_3) = nM = 0,8 \cdot 85 = 68$ г

~~$m(\text{NaNO}_3) = 68$ г~~

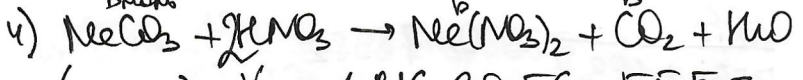
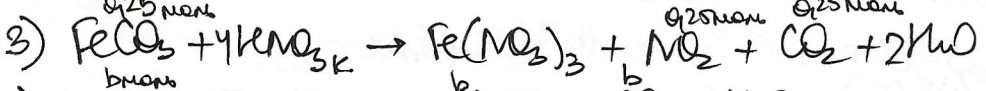
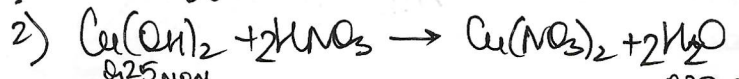
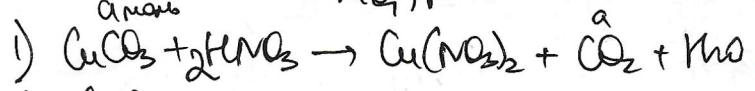
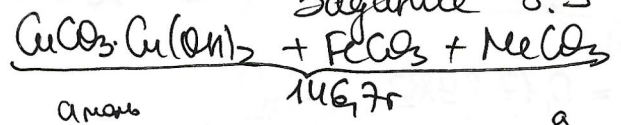
$m(\text{CO}_2) = nM = 0,4 \cdot 44 = 17,6$ г

$m_{\text{пра}} \text{ во } 2\text{рш}} = 236,867 + 200 - 17,6 = 419,267$ г

$W(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{m(\text{пра})} = \frac{68}{419,267} = 0,1622 = 16,22\%$

Ответ: $W(\text{NaNO}_3) = 16,22\%$

Задание 8.5



$m(\text{см. газ.}) = V_p = 1,816 \cdot 30,56 = 55,5$ г

$PV = nRT$; $n(\text{см. газ.}) = \frac{PV}{RT} = \frac{1 \cdot 30,56}{0,082 \cdot 298} = 1,25$ моль

Смесь газов: $\text{CO}_2 + \text{NO}_2$

$M(\text{см. газ.}) = \frac{m}{n} = \frac{55,5}{1,25} = 44,4$ г/моль

Пусть $\varphi(\text{NO}_2) = x$; $\varphi(\text{CO}_2) = (1-x)$ задание 8.5 (продолжение)

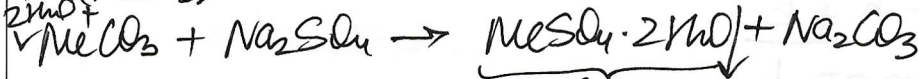
$$M_{\text{см.}} = M_1 C_1 + M_2 C_2 = 46x + 44(1-x) = 44,4$$

$$46x + 44 - 44x = 44,4 \quad 2x = 0,4 \quad x = 0,2$$

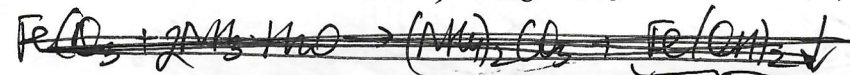
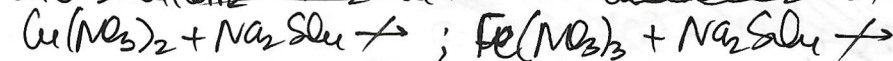
$\varphi(\text{NO}_2) = 0,2 = 20\%$ $\varphi(\text{CO}_2) = 0,8 = 80\%$
 $n(\text{NO}_2) = 0,2 \cdot 1,25 = 0,25 \text{ моль} = n(\text{FeCO}_3) = n_3(\text{CO}_2)$

$n(\text{CO}_2) = 0,8 \cdot 1,25 = 1 \text{ моль} = n(\text{CuCO}_3) + n(\text{Cu(OH)}_2)$

$n(\text{CO}_2) = 1 - 0,25 = 0,75 \text{ моль} = n_1(\text{CO}_2) + n_4(\text{CO}_2) = n(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) + n(\text{MeCO}_3)$



В остальных случаях CO_3^{2-} не вытесняет CuCO_3 $\text{Cu(OH)}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ~~не вытесняет~~



Пусть $n(\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = n(\text{CuCO}_3) = n(\text{Cu(OH)}_2) = a \text{ моль} = n_1(\text{CO}_2)$
 $n(\text{FeCO}_3) = n(\text{NO}_2) = n_3(\text{CO}_2) = 0,25 \text{ моль}$

$n(\text{MeCO}_3) = b \text{ моль} = n_4(\text{CO}_2)$; Пусть $M(\text{Me}) = \text{Me} \text{ г/моль}$

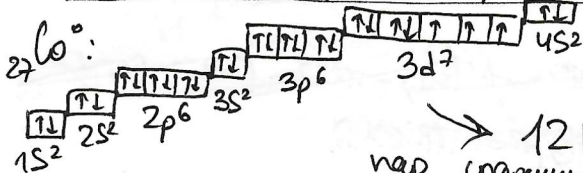
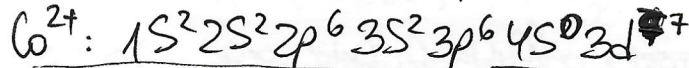
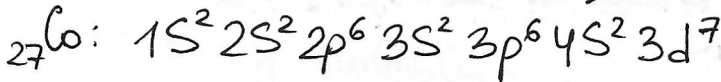
$0,222a + 0,25 \cdot 116 + b(\text{Me} + 60) = 146,7$
 $222a + b\text{Me} + 60b = 117,7$

продолжен на листочке 6

Задание 1.6

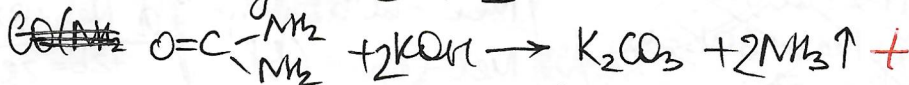
Элемент X - Co (кобальт)

27 - квантовое число



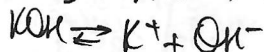
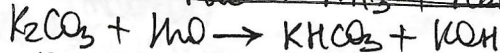
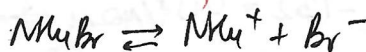
$\rightarrow 12 \uparrow \downarrow \quad 4 \quad 3 \quad \uparrow \quad \left(\frac{12}{3} = 4\right)$
 пар спаренных в 4 раза больше соответствует квантовому \rightarrow условно

Задание 7.2

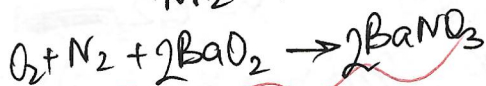
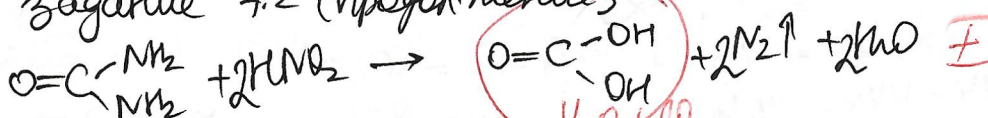


$n(\text{HBr}) = C \cdot V = 0,3 \cdot 1,03 = 0,309 \text{ моль} = n(\text{NH}_3)$

$\text{pH} = 1,52$; ~~$[\text{H}^+] = 10^{-1,52}$~~ $-\lg[\text{H}^+] = 1,52$ H^+ ?



задание 7.2 (продолжение) ^{шарфик 6}



задание 8.5 (продолжен)

$$68,8 = b(Me + 32 + 16 \cdot 4 + 2 \cdot 18)$$

$$68,8 = Me \cdot b + 132b$$

$$n(CO_2) = 0,75 = a + b$$

b ринх 1u4

$$a = 0,75 - b$$

$$Me \cdot b + 132b = 68,8 \quad | \cdot (-1)$$

$$222a + b \cdot Me + 60b = 117,7$$

$$-Me \cdot b - 132b = -68,8$$

$$222(0,75 - b) + Me \cdot b + 60b = 117,7$$

$$-Me \cdot b - 132b = -68,8$$

$$+ \quad -Me \cdot b - 162b = -48,8$$

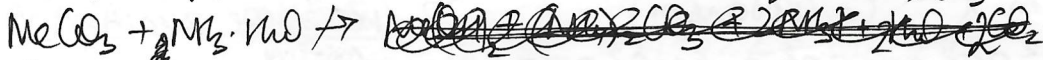
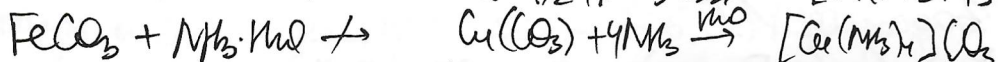
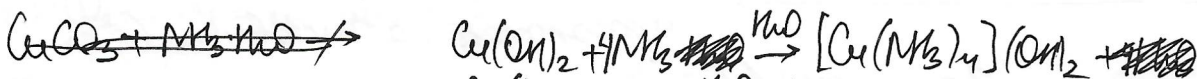
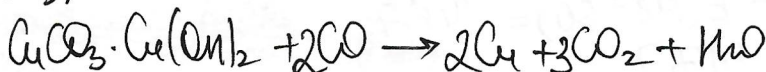
$$294b = 20$$

$$b = 0,068$$

$$a = 0,682$$

$$m(\text{тв. осад.}) = m(FeCO_3) + m(MeCO_3) = 69$$

$$b \text{ ринх с } NH_3 \quad m(MeCO_3) = 69 - 0,25 \cdot 116 = 40 \text{ г} = b(Me + 60)$$



$$m(CuCO_3) = 116 \cdot 0,25 = 29 \text{ г}$$

$$n(CuCO_3) = \frac{29}{98} = 0,29 \text{ моль} = n(CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2) = 0,29$$

$$M(MeCO_3 \cdot 2H_2O) = \frac{m(68,8)}{n} = \frac{101,8}{0,068} = 1498 \text{ г/моль}; M(Me) = 101,8 - 132 = 69,8 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{тв. осад.}) = 69 = 0,25 \cdot 116 + m(MeCO_3)$$

$$m(MeCO_3) = 40 = b(Me + 60)$$

$$a \cdot 129 + b(Me + 60) = 90$$

$$129(0,75 - b) + Me \cdot b + 60b = 90$$

$$Me \cdot b + 64b = -53$$

$$Me \cdot b + 132b = 68,8$$

$$196b = 45,8$$

$$\begin{cases} 40 = b(Me + 60) \\ Me \cdot b + 60b = 40 \quad | \cdot (-1) \\ Me \cdot b + 132 = 68,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -Me \cdot b - 60b = -40 \\ Me \cdot b + 132 = 68,8 \end{cases}$$

$$72b = 28,8$$

$$b = 0,4$$

$$n(\text{малахит}) = a = 0,75 - 0,4 = 0,35 \text{ моль}$$

$$M(MeSO_4 \cdot 2H_2O) = \frac{68,8}{0,4} = 172 \text{ г/моль}$$

$$M(Me) = 172 - 132 = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow Ca$$

Неизвестный минерал: ~~CaCO_3~~ $CaCO_3$

$$n(Cu) = 2n(\text{малахит}) = 0,35 \cdot 2 = 0,7 \text{ моль}; m(Cu) = nM = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ г}$$

Ответ:
 $m(Cu) = 44,8 \text{ г}$
 минерал: $CaCO_3$

терновик 1

2.6

X-кетет

$n > 8$ ч раз 1

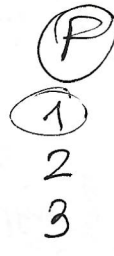
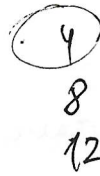
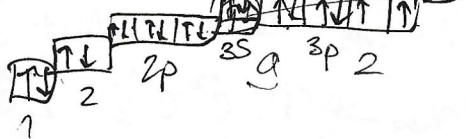
Si: ~~4, 5, 6~~ $\rightarrow 2$

Ge

Mn:

$10 + 5 = 2r$

Mi:

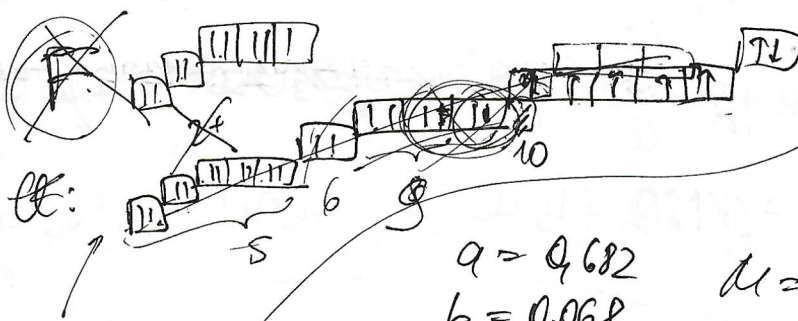


16	4
20	5
24	6

(Co)

Pd

10 пар



Ge:

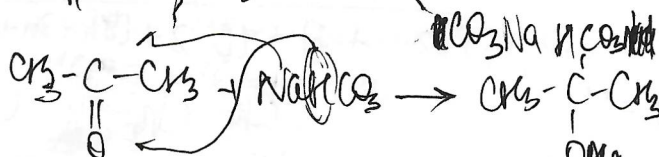
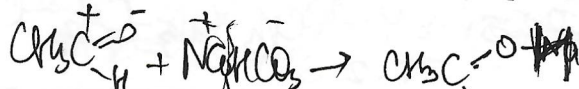
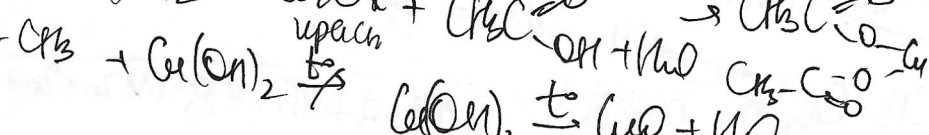
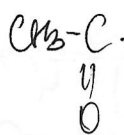
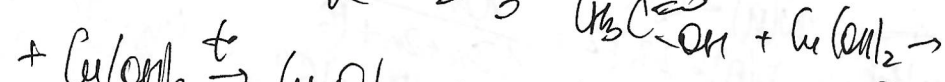
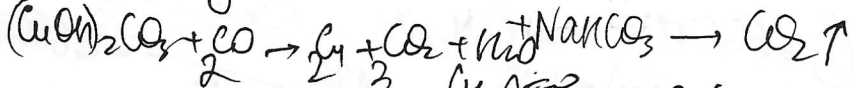
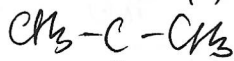
Mn:

Tc

Meda: 2Mn
 $M = 1011,76 \approx 1012$

$a = 0,682$
 $b = 0,068$
 $n = 820$

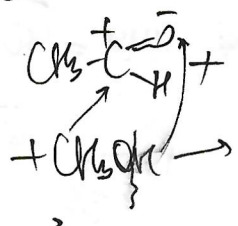
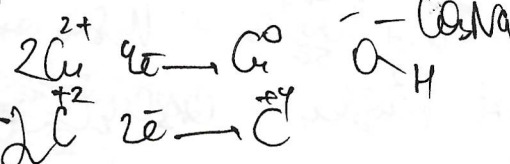
2.6



$Me b + 132b = 688$

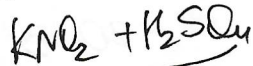
$- \cancel{Me b} + 162b = -488$

$294b = 20$

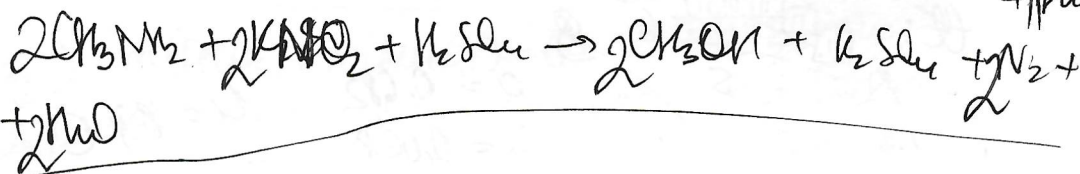
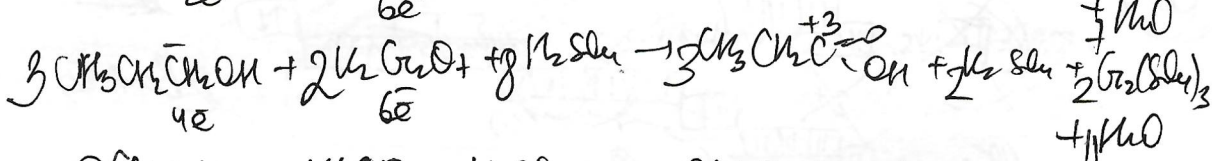
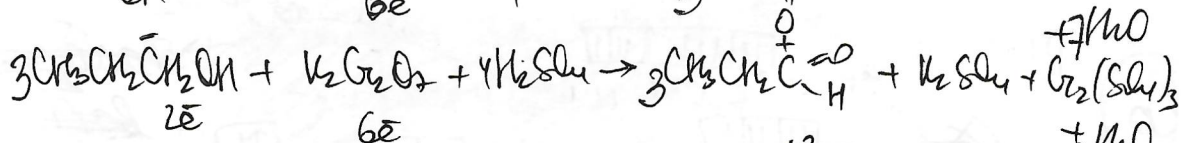
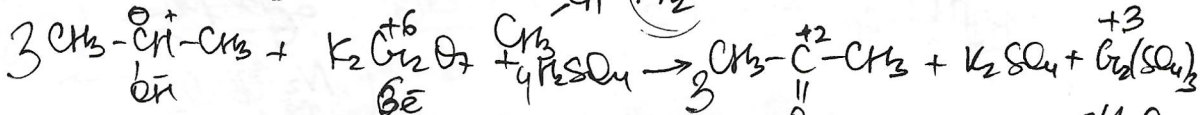
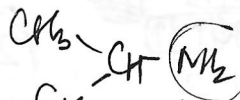
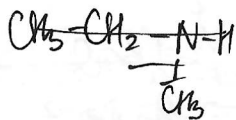


A+B
 $D(N_2) = 2107$; $M = 59$ / моль
 $60^\circ C$

$C_x H_{2x+3} N$
 $12x + 2x + 3 + 14 = 59$
 $14x = 42$
 $x = 3$



$HNO_2 \rightarrow$ вступает аммиак
 $+ \frac{1}{2} O_2 \rightarrow$ алдегид
 \rightarrow кетон



$30^\circ C$ 70 мм рт.ст.

1 атм = 760 мм рт.ст.

$PV = nRT$

$\Delta H^\circ_{расс} = 6$

$Q = cm\Delta t$

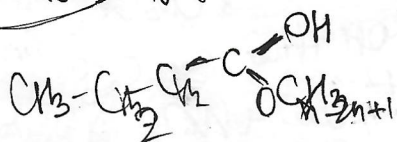
$M(C) = 66667$

$M(H) = 9111$

$M(O) = 2222$

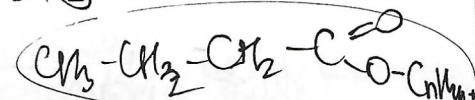
$\frac{12n + 2n + 16}{12n + 2n + 16} = 0.6667$

$\frac{4n = 16}{n = 4}$



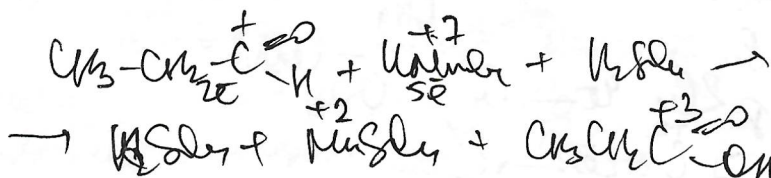
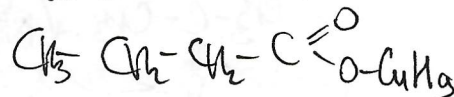
$144 = 90 + 11n$

$n = 4$



$144 = 56$

$n = 4$



вариант 3

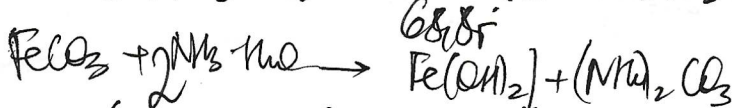
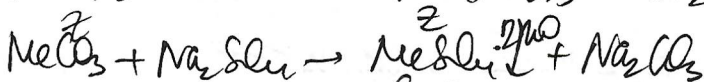
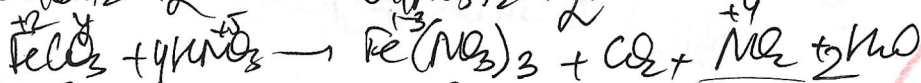
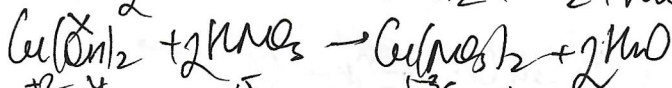
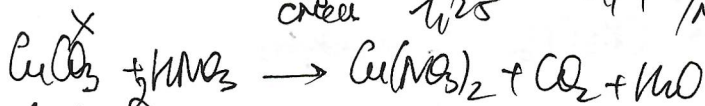
8.5



$PV = nRT$; $n = \frac{PV}{RT} = \frac{1.3056}{0.082 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$

$m_{газ} = PV = 1,816 \cdot 3056 = 55,5 \text{ г}$

$M_{газ} = \frac{55,5}{1,25} = 44,4 \text{ г/моль} \approx \frac{44,4}{\text{моль}}$



$n(Fe(OH)_2) = \frac{69}{90} = 0,767 \text{ моль} = n(FeCO_3) = n(NO_2)$

$60x + 44(1-x) = 44,4$

$0,767 - 0,025$

$60x + 44 - 44x = 44,4$

$x = 1$

$16x = 0,4$

$4(NO_2)x = 0,025$

$x = 30,68 \text{ моль}$

$n(CO_2) = 0,975 = 30,68 - 0,767 = 29,913 \text{ моль}$

$n(CO_2) = 29,913 - 0,767 = 29,146 \text{ моль} = x + z$

$0,767 \cdot 116 + z \cdot (Me + 60) + x \cdot 222 = 146,7$

$z(Me + 96) = 68,8$

$88,972 + Mez + 60z + 222x = 146,7$

$Mez + 96z = 68,8$

$x + z = 29,146$; $x = 29,146 - z$

$57,728 = Mez + 60z + 6479412 - 222z$

$+ Mez + 162z = 16412,684$

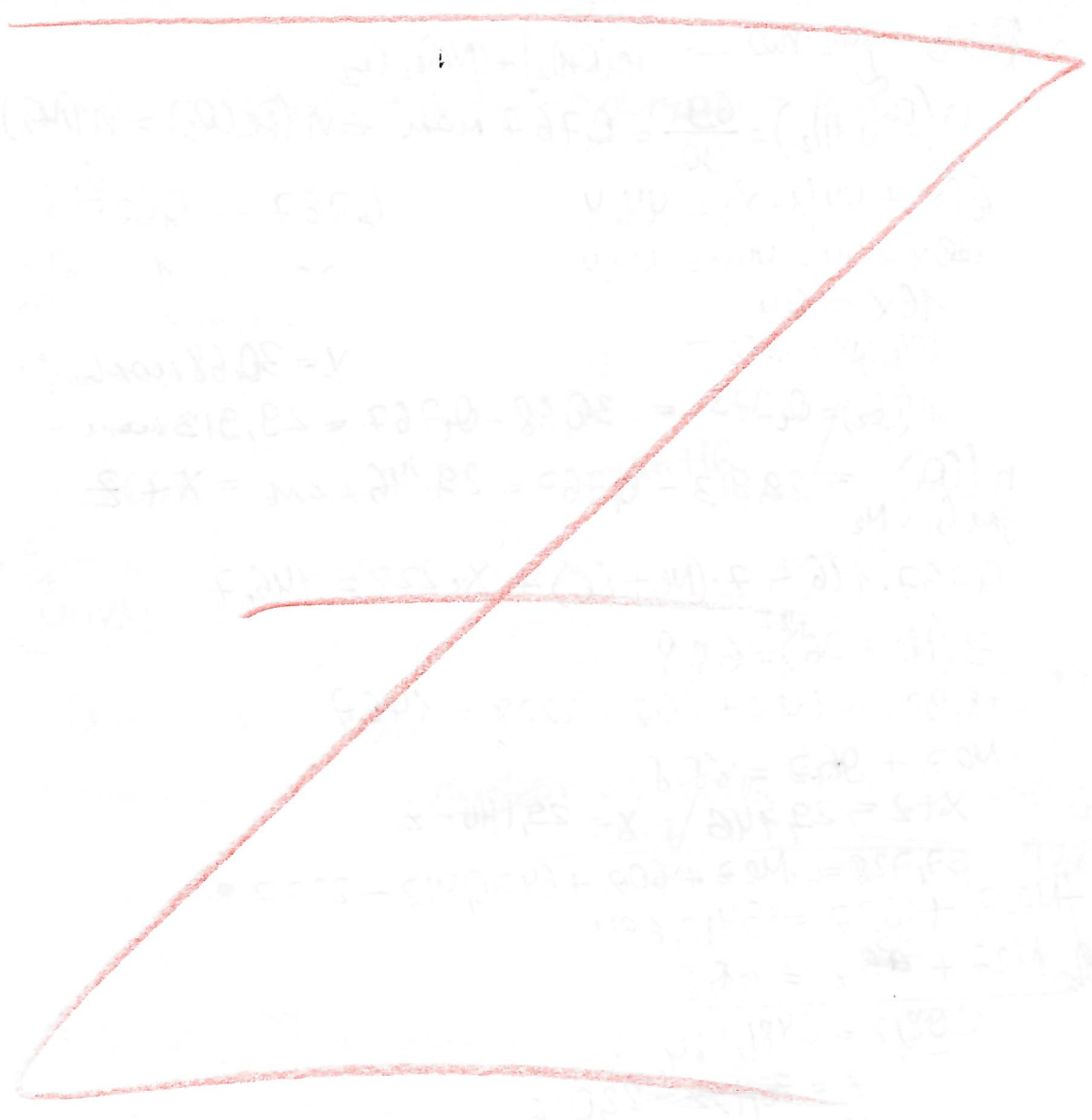
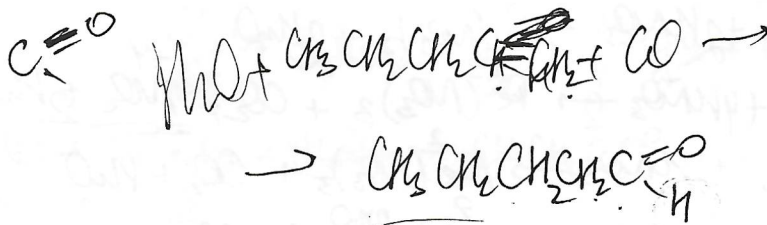
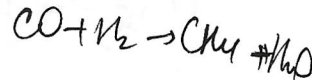
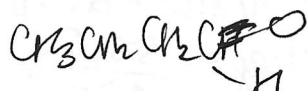
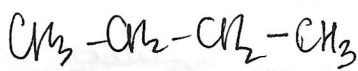
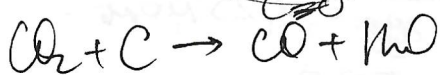
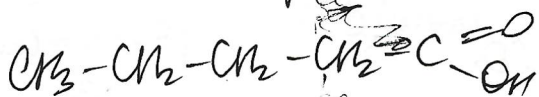
$+ Mez + 132z = 68,8$

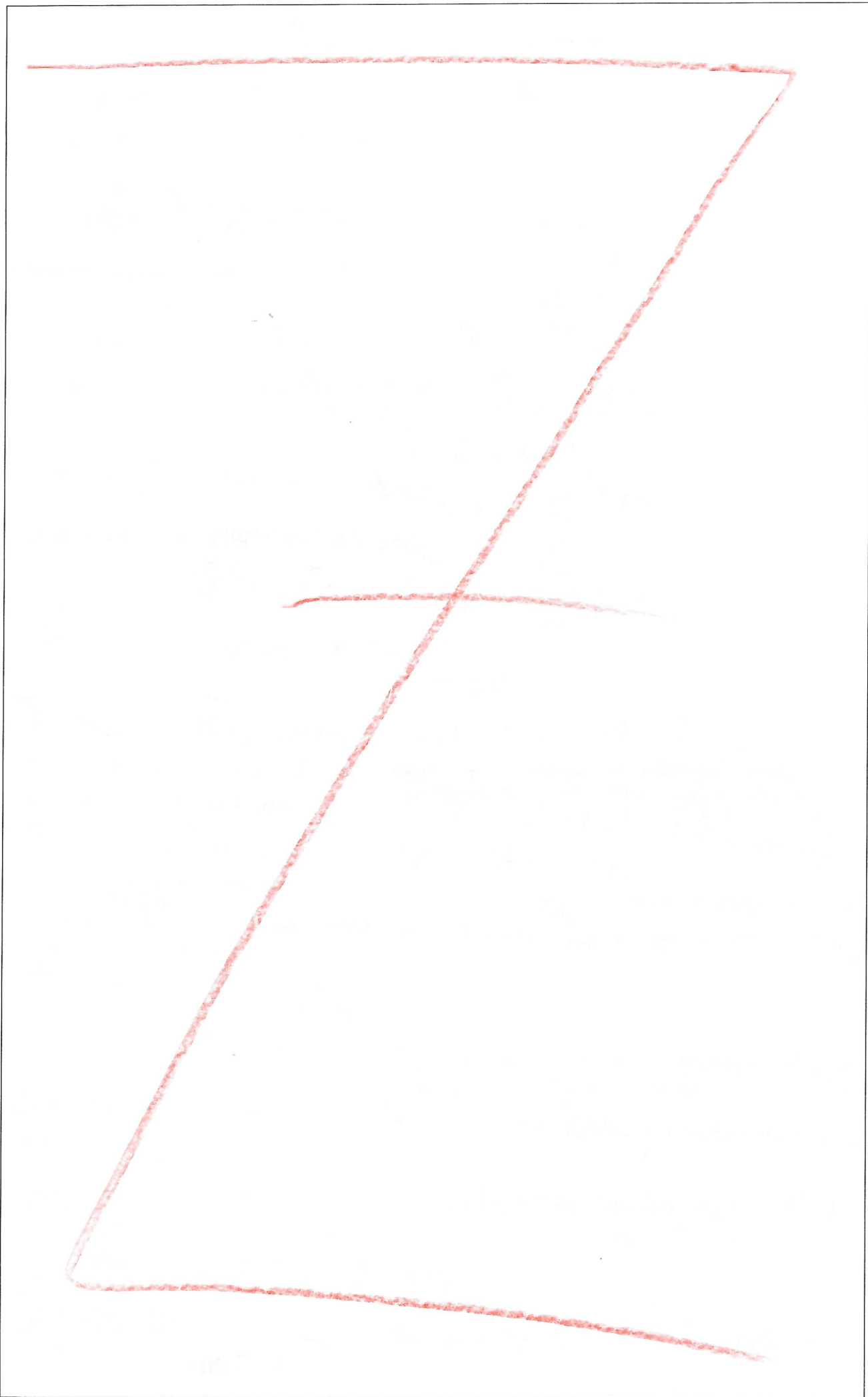
$298z = 6481,484$

$z = \frac{6481,484}{298} = 21,746$

$x = 4,02471$

гетероцик 4





Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!