



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

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Множковой Марии Дамилидовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 12 » марта 2023 года

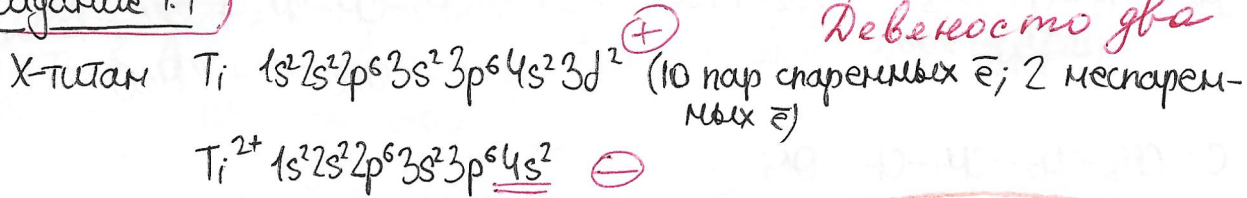
Подпись участника
[Подпись]

20-96-32-25
(64.6)

92

Чистовик. Вариант 2.

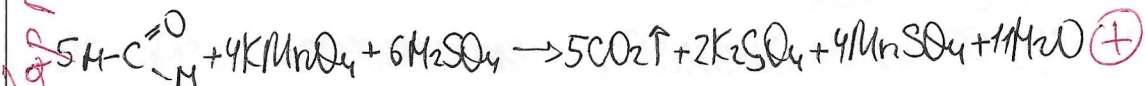
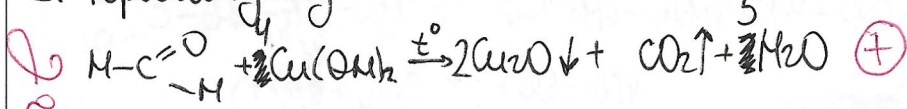
Задание 1.4



Дебенство два

Задание 2.1

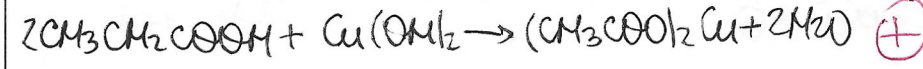
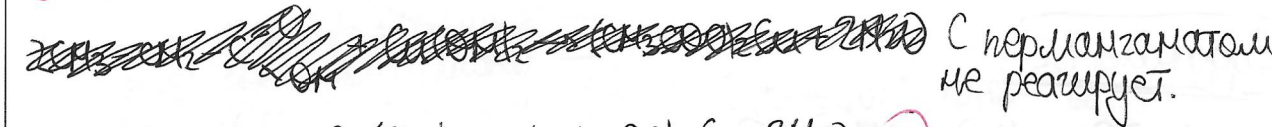
I. Формальдегид



II. Ацетон



III. Пропионовая кислота



Задание 3.6

Судя по реакции с $KMnO_4$ и H_2SO_4 А и В — первичные спирты.

$M_{сп.} = 2,607 \cdot 78 = 73$ г/моль (+)

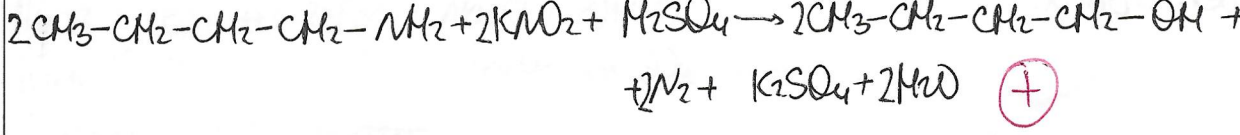
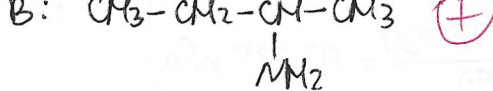
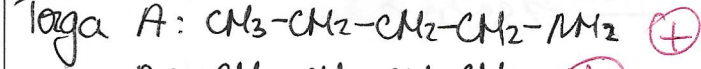
Т.к. С и D изомеры, то скорее всего А и В тоже изомеры. Значит, $M(A) = M(B) = 73$ г/моль

Пусть молекулярная формула А и В: $C_n H_{2n+1} M H_2$

$12n + 2n + 1 + 14 + 2 = 73$

$14n = 55$

$n = 4$ Молек. формула А и В: $C_4 H_9 M H_2$



1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
3	8	8	10	13	14	18	18	92

20-96-32-25
(64.6)

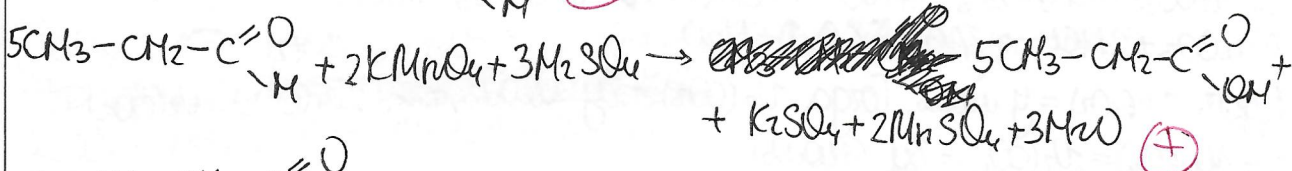
Чистовик Вариант 2

Задача 5.5

Пусть в А х атомов М. Тогда $M(A) = x \cdot \frac{1}{0,1035} = 9,66x$ (г/моль)

- При $x=1$ $M(A) = 9,66$ г/моль —
- $x=2$ $M(A) = 19,32$ г/моль —
- $x=3$ $M(A) = 28,98$ г/моль —
- $x=4$ $M(A) = 38,64$ г/моль —
- $x=5$ $M(A) = 48,3$ г/моль —
- $x=6$ $M(A) = 57,96$ г/моль C_3M_6O

Значит, А: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} O \\ // \\ \backslash \\ M \end{matrix}$ (+)



В: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} O \\ // \\ \backslash \\ OM \end{matrix}$

В А $w(C) = \frac{12 \cdot 3 \cdot 100\%}{58} = 62,07\%$, $w(M) = 10,35\%$, $w(O) = \frac{16 \cdot 100\%}{58} = 27,59\%$.

Пусть в Д n атомов С (n > 3, 2-алкильный эфир). Тогда $M(D) = \frac{12n}{0,6207} = 19,33n$ (г/моль)

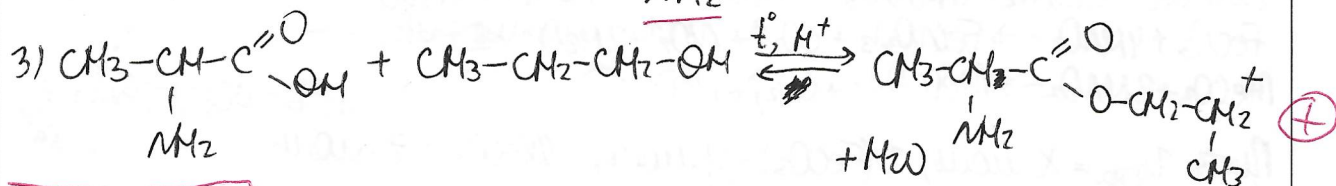
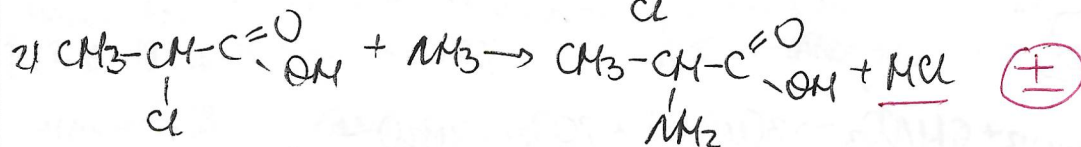
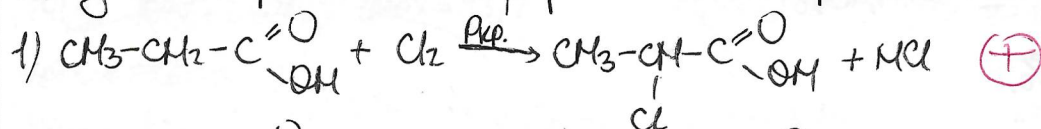
- При $n=4$ $M(D) = 77,32$ (г/моль) —
- $n=5$ $M(D) = 96,65$ (г/моль) —
- $n=6$ $M(D) = 115,98$ (г/моль)

$C_6H_{12}O_2$ ($w(C) = 62,07\%$, $w(O) = \frac{32 \cdot 100\%}{116} = 27,59\%$, $w(M) = \frac{12 \cdot 100\%}{116} = 10,35\%$)

Значит, Д: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} O \\ // \\ \backslash \\ O-CH_2-CH_2-CH_3 \end{matrix}$ (+)

С: $CH_3-CH_2-CH_2-OM$ (+)

Получение пропилового эфира 2-аминопропионовой к-ты:



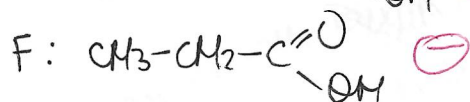
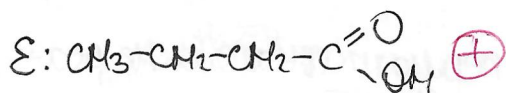
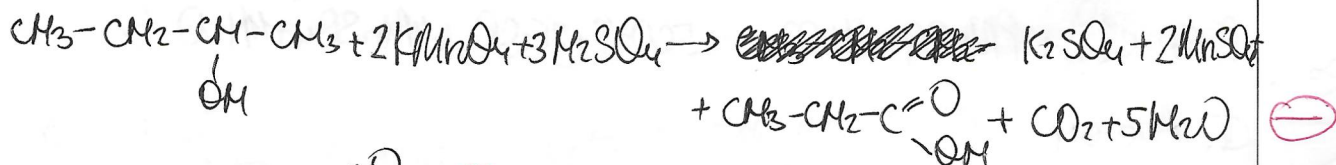
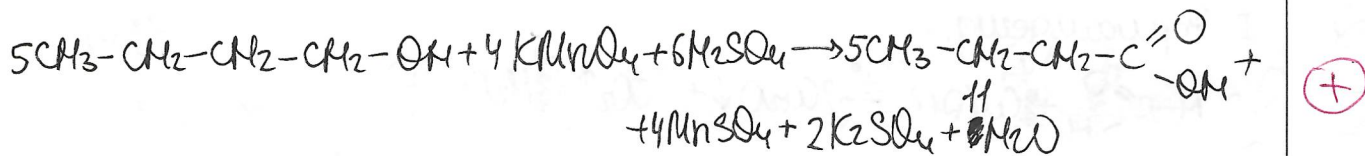
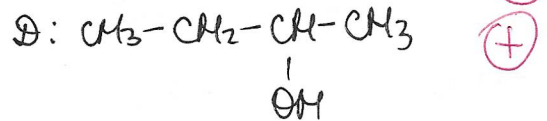
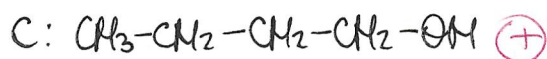
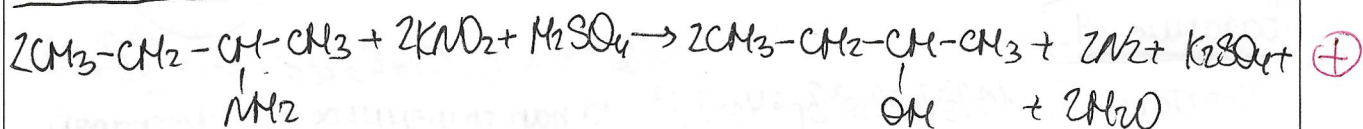
Задача 6.6

Пусть добавили 286x г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

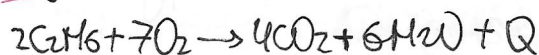
Тогда $m(Na_2CO_3) = 106x$ г, $m(H_2O) = 180x$ г.

Составили пропорцию:

Числовый вариант 2



Задача 4.2



$$Q = 6M_f(\text{H}_2\text{O}) + 4M_f(\text{CO}_2) - 7M_f(\text{O}_2) - 2M_f(\text{C}_2\text{H}_6) = 6 \cdot 285,8 + 4 \cdot 393,5 - 7 \cdot 284,7 - 2 \cdot 84,7 = 3119,4 \text{ кДж/моль} \quad (+) \text{ на 2 моля } \text{C}_2\text{H}_6$$

~~Q = 3119,4 \cdot 0,117 = 365 \text{ кДж}~~

Т.к. теплоёмкость воды дана в Дж/(моль·К), то $Q_B = C \cdot \nu \cdot \Delta T$

$$Q_B = 75,31 \cdot \frac{1179}{18} \cdot (98 + 273 - (24 + 273)) = 75,31 \cdot 65,5 \cdot 74 = 365077,57 \text{ Дж} \approx 365 \text{ кДж} \quad (+)$$

Составим пропорцию: 1 моль C_2H_6 - 3119,4 кДж
 X моль C_2H_6 - 365 кДж

$$X = \frac{365}{3119,4} = 0,117 \text{ моль} \quad \nu(\text{C}_2\text{H}_6) = 0,117 \text{ моль} \quad (-)$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{0,117 \cdot 8,314 \cdot 288}{97,325} = 2,88 \text{ л} \quad (-)$$

$$\begin{pmatrix} 760 \text{ мм.рт.ст.} - 101,325 \text{ кПа} \\ 730 \text{ мм.рт.ст.} - X \text{ кПа} \end{pmatrix} \quad X = \frac{101,325 \cdot 730}{760} = 97,325 \text{ кПа}$$

Ответ: 2,88 л.

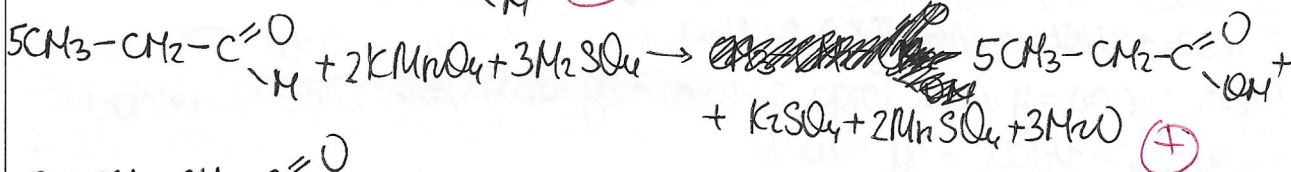
Чистовик. Вариант 2

Задача 5.5

Пусть в А х атомов М. Тогда $M(A) = x \cdot \frac{1}{0,1035} = 9,66x$ (г/моль)

- При $x=1$ $M(A) = 9,66$ г/моль —
- $x=2$ $M(A) = 19,32$ г/моль —
- $x=3$ $M(A) = 28,98$ г/моль —
- $x=4$ $M(A) = 38,64$ г/моль —
- $x=5$ $M(A) = 48,3$ г/моль —
- $x=6$ $M(A) = 57,96$ г/моль C_3M_6O

Значит, А: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown M \end{matrix}$ (+)



В: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix}$

В А $w(C) = \frac{12 \cdot 3 \cdot 100\%}{58} = 62,07\%$, $w(M) = 10,35\%$, $w(O) = \frac{16 \cdot 100\%}{58} = 27,59\%$.

Пусть в Д n атомов С (n > 3, D-аллиловый эфир). Тогда $M(D) = \frac{12n}{0,6207} = 19,33n$ (г/моль)

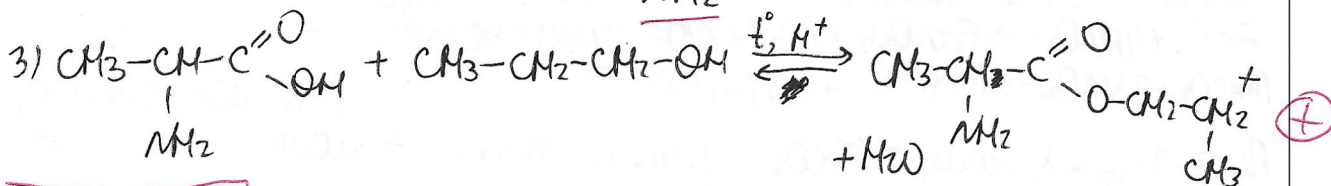
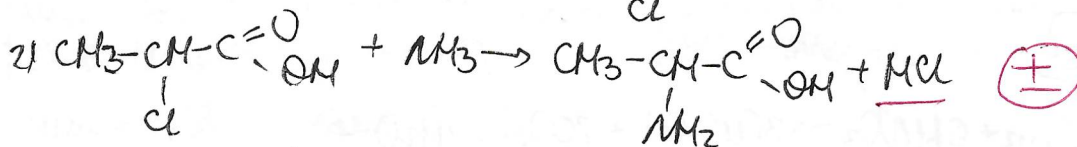
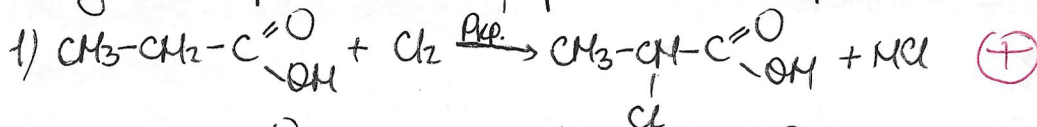
- При $n=4$ $M(D) = 77,32$ (г/моль) —
- $n=5$ $M(D) = 96,65$ (г/моль) —
- $n=6$ $M(D) = 115,98$ (г/моль) $C_6M_2O_2$

$(w(C) = 62,07\%$, $w(O) = \frac{32 \cdot 100\%}{116} = 27,59\%$, $w(M) = \frac{12 \cdot 100\%}{116} = 10,35\%$)

Значит, Д: $CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown O-CH_2-CH_2-CH_3 \end{matrix}$ (+)

С: $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ (+)

Получение пропилового эфира 2-аллилопропиоловой к-ты:



Задача 6.6

Пусть добавили 286x г $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$.

Тогда $m(Na_2CO_3) = 106x$ г, $m(H_2O) = 180x$ г.

Составим пропорцию:

Числовик. Вариант 2

21,8 г Na_2CO_3 — 100 г H_2O
 $106x$ г Na_2CO_3 — $(110,2 + 180x)$ г H_2O ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O})$)

$106x \cdot 100 = 21,8 \cdot (110,2 + 180x)$

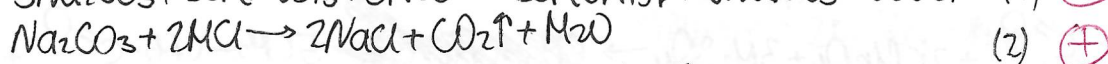
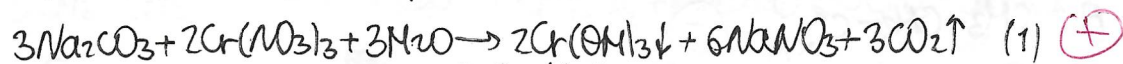
$10600x = 2402,36 + 3924x$

$6676x = 2402,36$

$x = 0,36$ (+)

Значит, $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \cdot 0,36 = 102,96$ (г) $m_{\text{р-ра}} = 102,96 + 110,2 = 213,16$ (г)

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106 \cdot 0,36 = 38,16$ (г) $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 38,16 : 106 = 0,36$ (моль)



Пусть $\nu(\text{CO}_2) = y$ моль. Тогда $\nu_2(\text{CO}_2) = 2y$ моль, т.к. $2\nu_1(\text{CO}_2) = \nu_2(\text{CO}_2)$

$\nu_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu_2(\text{CO}_2) = 2y$ (моль)

Найдём массу $\text{р-ра Na}_2\text{CO}_3$ во второй колбе (по добавлению HCl):

~~$0,36 \text{ моль Na}_2\text{CO}_3$~~

$\nu_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \nu_1(\text{CO}_2) = y$ (моль)

$y + 2y = 0,36 \Leftrightarrow y = 0,12$ (моль)

$\nu_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,12 \cdot 2 = 0,24$ (моль)

$0,36$ моль Na_2CO_3 — $213,16$ г р-ра

$0,24$ моль Na_2CO_3 — 7 г р-ра

$z = \frac{213,16 \cdot 0,24}{0,36} = 142,11$ (г)

$m_{\text{р-ра}2} = m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) + z - m(\text{CO}_2) = 120 + 142,11 - 44 \cdot 0,24 = 251,55$ (г) (+)

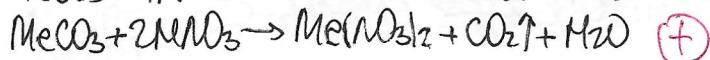
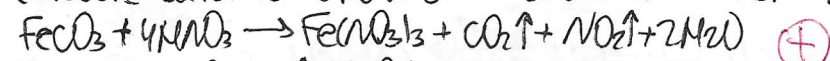
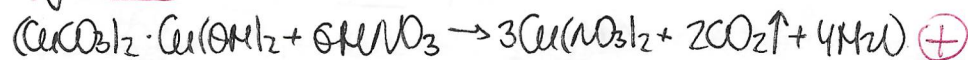
$\nu(\text{NaCl}) = 2\nu_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,24 \cdot 2 = 0,48$ (моль) (+)

$m(\text{NaCl}) = 58,5 \cdot 0,48 = 28,08$ (г) (+)

$w(\text{NaCl}) = \frac{28,08 \cdot 100\%}{251,55} = 11,16\%$ (+)

Ответ: 11,16 %.

Задача 8.2



Пусть $\nu_{\text{зур.}} = x$ моль, $\nu(\text{FeCO}_3) = y$ моль, $\nu(\text{MgCO}_3) = z$ моль.

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 1,82 \cdot 29,34 = 53,3988$ (г)

$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 29,34}{8,314 \cdot 298} = 1,12$ (моль) (+)

$M_{\text{см.}} = \frac{53,3988}{1,12} = 47,6775$ г (моль)

В газовой смеси: CO_2 и NO_2 .

Чистовик. Вариант 2

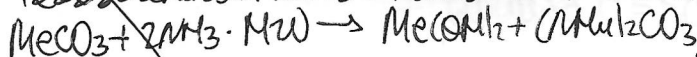
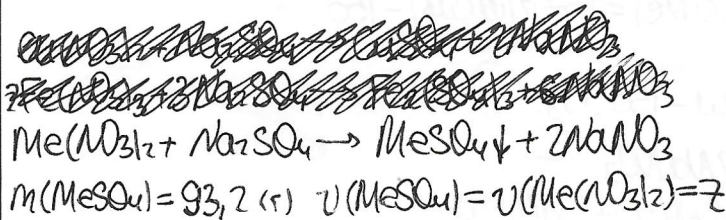
~~44. $\varphi(\text{CO}_2) + 46 \cdot \varphi(\text{NO}_2) = 44,5$~~

~~44. $\varphi(\text{CO}_2) + 46(1 - \varphi(\text{CO}_2)) = 44,5$~~

~~44. $\varphi(\text{CO}_2) + 46 - 46\varphi(\text{CO}_2) = 44,5$~~

~~$2\varphi(\text{CO}_2) = 1,5$~~

~~$\varphi(\text{CO}_2) = x(\text{CO}_2) = 0,75 \quad \varphi(\text{NO}_2) = x(\text{NO}_2) = 0,25 \quad \nu(\text{CO}_2) = 2x + y + z \quad \nu(\text{NO}_2) = y$
(моль) (моль)~~



~~Т.к. шуржицы щелочноземельных Me растворимы, то ~~...~~~~

~~$113,6 \text{ г} = m(\text{FeCO}_3) \quad \nu(\text{FeCO}_3) = 113,6 : 116 = 0,98 \text{ (моль)} = y$~~

~~Составим систему уравнений, чтобы найти x, z и $M(\text{Me})$.~~

~~$346x + 116 \cdot 0,98 + (60 + \text{Me})z = 148,2$~~

~~$\frac{116 \cdot 0,98}{2x + 2 \cdot 0,98 + z} = 0,75$~~

~~$(96 + \text{Me})z = 93,2$~~

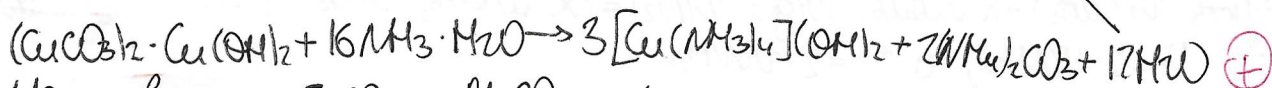
~~$\begin{cases} 346x + (60 + \text{Me})z = 34,52 \\ 2x + z = 1,96 \Rightarrow z = 1,96 - 2x \\ (96 + \text{Me})z = 93,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 346x + (60 + \text{Me})(1,96 - 2x) = 34,52 \\ (96 + \text{Me})(1,96 - 2x) = 93,2 \end{cases}$~~

~~$\begin{cases} 346x + 151,2 - 120x + 2,52\text{Me} - 2\text{Me}x = 34,52 \\ 241,92 - 192x + 2,52\text{Me} - 2\text{Me}x = 93,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 226x + 2,52\text{Me} - 2\text{Me}x = -149,16 \\ 2,52\text{Me} - 2\text{Me}x - 192x = -148,72 \end{cases}$~~

~~$\begin{cases} 346x + 117,6 - 120x + 1,96\text{Me} - 2\text{Me}x = 34,52 \\ 188,16 - 192x + 1,96\text{Me} - 2\text{Me}x = 93,2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 226x + 1,96\text{Me} - 2\text{Me}x = -83,08 \\ 2,96\text{Me} - 2\text{Me}x - 192x = -94,96 \end{cases}$~~

~~$418x = 11,88 \Rightarrow x = 0,028 \text{ (моль)}$
 $z = 1,904 \text{ (моль)}$~~

~~$(96 + \text{Me}) \cdot 1,904 = 93,2$
 $\text{Me} =$~~



~~Me растворится FeCO_3 и MeCO_3 : $m(\text{FeCO}_3) + m(\text{MeCO}_3) = 113,6 \text{ (г)}$~~

~~Составим с-му уравнений, чтобы найти x, y, z и $M(\text{Me})$:~~

Чистовик. Вариант 2

$$346x + 116y + (Me + 60)z = 148,2$$

Решая систему, получим:

$$\frac{y}{2x + y + z} = 0,25$$

$$x = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$(96 + Me)z = 93,2$$

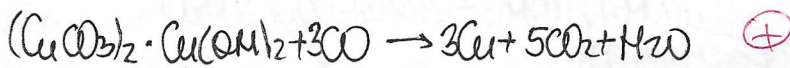
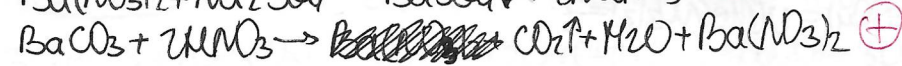
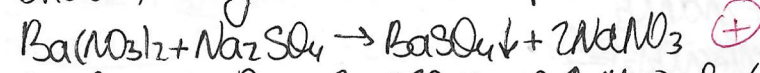
$$y = 0,3 \text{ (моль)}$$

$$116y + (Me + 60)z = 113,6$$

$$z = 0,4 \text{ (моль)}$$

$$M(Me) = 137 \text{ (г/моль)} - \text{Ba. } (+)$$

Значит, неизвестный минерал - BaCO_3 . (+)



$$\nu(\text{Cu}) = 3\nu((\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu(OH)}_2) = 3x = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ (моль)} \quad (+)$$

(т.к. в 1 молекуле ~~содержится~~ $(\text{CuCO}_3)_2 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ содержится 3 атома меди)

$$m(\text{Cu}) = 0,3 \cdot 64 = 19,2 \text{ (г)} \quad (+)$$

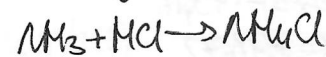
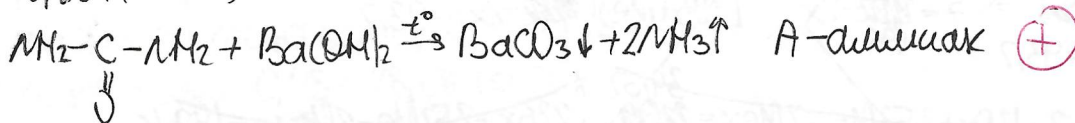
Ответ: BaCO_3 ; 19,2 г.

Задача 7.1

$$\nu_{\text{осл.}}(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 1,005 = 0,201 \text{ (моль)} = \nu_{\text{осл.}}(\text{H}^+)$$

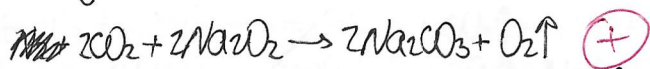
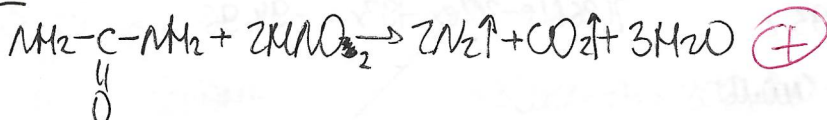
$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,3} = 0,005 \text{ моль/л}$$

Т.к. после поглощения V_p -ра Me изменился, то $\nu_{\text{ост.}}(\text{H}^+) = 0,005 \cdot 0,2 = 0,001 \text{ (моль)}$



$$\nu_{\text{пр.}}(\text{HCl}) = \nu_{\text{осл.}}(\text{HCl}) - \nu_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = \nu_{\text{осл.}}(\text{HCl}) - \nu_{\text{ост.}}(\text{H}^+) = 0,201 - 0,001 = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$\nu(\text{M}_2\text{C}) = \nu_{\text{пр.}}(\text{HCl}) = 0,2 \text{ (моль)} \Rightarrow \nu_1(\text{мокс.}) = \frac{1}{2} \cdot \nu(\text{M}_2\text{C}) = 0,1 \text{ (моль)} \quad (+)$$



В состав негашеного газа входит O_2 и N_2 .

Пусть $\nu_2(\text{мокс.}) = x$ моль. Тогда $\nu(\text{N}_2) = 2x$ моль, $\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{CO}_2) = \frac{1}{2} x$ моль

Т.к. $V_t = 2 \cdot \nu(\text{M}_2\text{C})$, то $V_t = 2 \cdot \nu(\text{M}_2\text{C})$

$$2x + \frac{x}{2} = 2 \cdot 0,2$$

$$2x + \frac{x}{2} = 0,4 \quad | \cdot 2$$

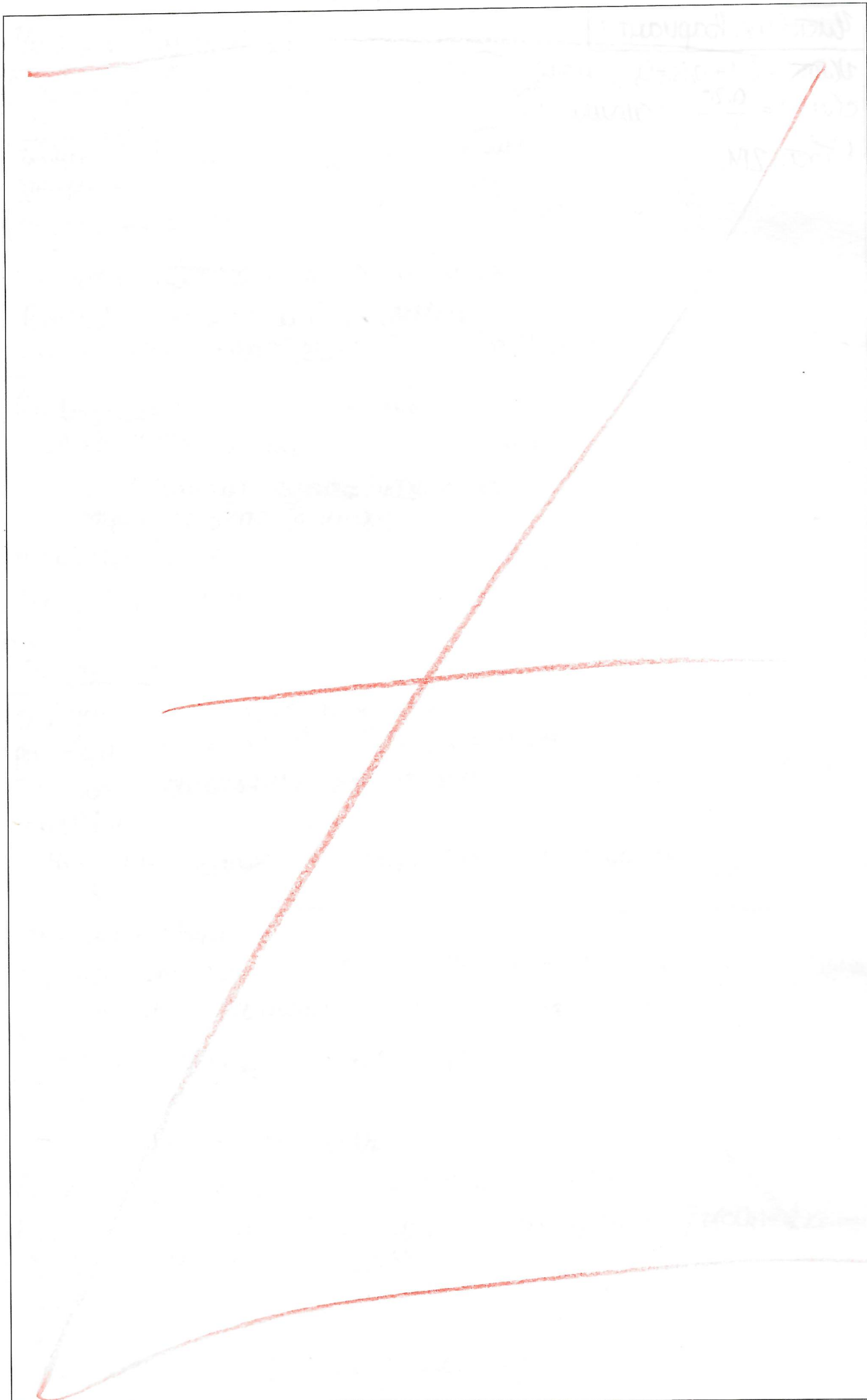
$$4x + x = 0,8 \Rightarrow x = 0,16 \text{ (моль)} = \nu_2(\text{мокс.}) \quad (+)$$

Чистовик. Вариант 2.

$$v(\text{мкс.}) = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ (мкс.)} \quad (+)$$

$$c(\text{мкс.}) = \frac{0,26}{0,13} = 2 \text{ (мкс./ч)} \quad (+)$$

Ответ: 2М.



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

Черновик

$$346x + 116y + (Me+60)z = 148,2$$

$$\frac{y}{2x+4y+z} = 0,15$$

$$(96+Me)z = 93,2$$

$$116y + (Me+60)z = 113,6$$

$$346x = 34,6$$

$$x = 0,1 \text{ (моль)}$$

$$4y = 2x + 4y + z$$

$$2y = z + z$$

$$2y = 0,2 + z$$

$$z = 2y - 0,2$$

$$(96+Me)(2y-0,2) = 93,2$$

$$116y + (Me+60)(2y-0,2) = 113,6$$

$$192y + 2Me y - 0,2Me = 112,4$$

$$216y - 0,2Me + 120y = 115,6$$

$$412y = 13,2$$

$$y = 0,03 \text{ (моль)}$$

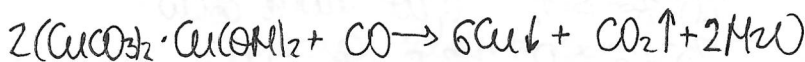
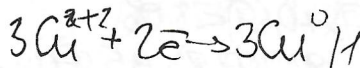
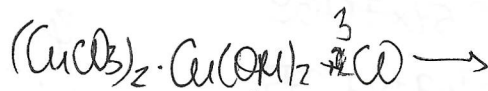
$$z = 0,4 \text{ (моль)}$$

$$96 + Me = 133$$

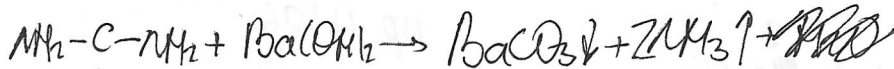
$$Me = 37 \text{ (Ba)}$$

$$192y - 19,2 + 2Me y - 0,2Me = 93,2$$

$$216y + 2Me y - 0,2Me + 120y - 12 = 113,6$$

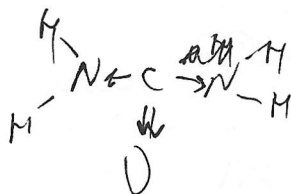


$$x + 16 = 8 + x + z$$



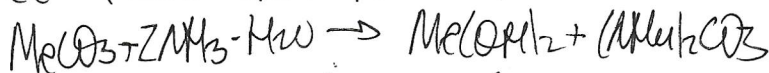
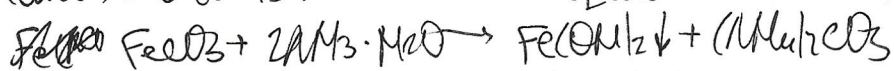
↓

A-Mn?



Черновик

12



$$m(Fe(OH)_2) = 93,7 \quad \nu(Fe(OH)_2) = 1,036 \text{ моль} = \nu(FeCO_3)$$

$$y = 1,036 \text{ моль}$$

$$m = 170,12 \text{ (г)}$$

Ca, Ba, Sr, La

$$\begin{cases} 346x + (160+M)z = 28,08 \\ (96+M)z = 93,7 \\ \frac{z}{2x+z+30,72} = 0,25 \end{cases}$$

$$z = 0,5x + 0,75z + 0,518$$

$$0,75z = 0,5x + 0,518$$

$$z = 0,67x + 0,69$$

$$96+M = 139,1x + 135$$

$$M = 139,1x + 39$$

~~346x~~

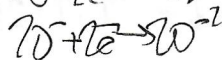
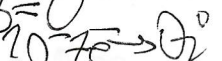
$$346x + 40,2x + 4M +$$

$$346x + (99+139,1x)(0,67x+0,69) = 28,08$$

$$346x + 66,33x + 88,31 + 93,197x + 95,979x = 28,08$$

$$93,197x + 508,509x + 40,73 = 0$$

D=

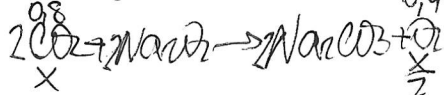
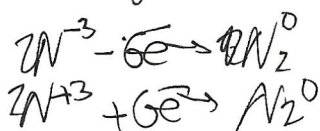
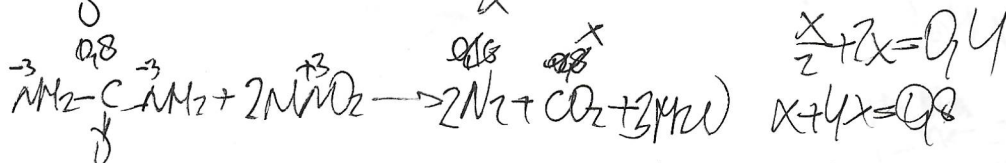
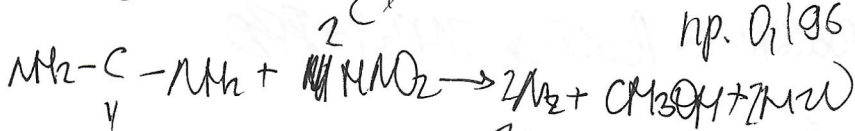
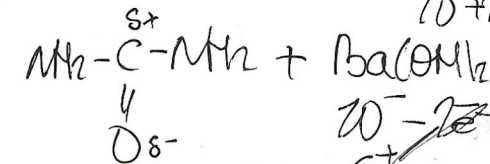


0,201 моль окисл

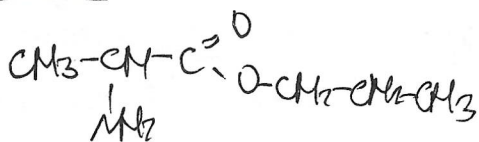
$$-lg[M^{+}] = pM$$

$$[M^{+}] = 10^{-pM} = 10^{-2,3} = 0,005$$

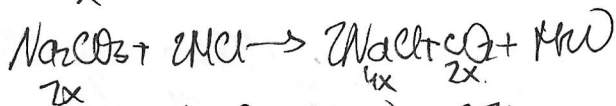
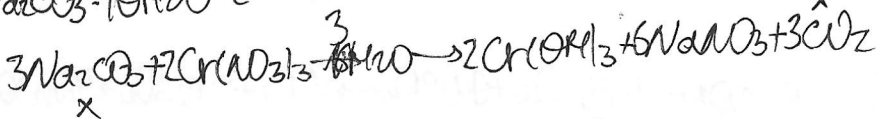
пр. 0,196



Черновик



$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 286 г/моль



x г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 0,37x г

248 г - 100 г

0,37x г - (1102 + 0,63x) г

37x = 2402,36 + 13,734x

23,266x = 2402,36

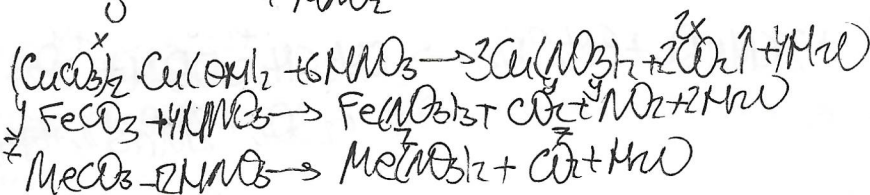
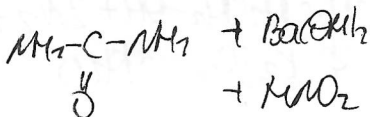
x = 103,26 (г)

0,36 моль - 21346 г
0,24 - x 142,3

$n(\text{NaCl}) = 0,48$

$m = 28,08$ г

$m_{\text{пра}} = 120 + 142,3 = 262,3$ 10,7%



Выделился: $\text{CO}_2 + \text{NO}_2$ 2x + 4x7

$\rho = \frac{m}{V_{\text{ма}}}$ $pV = \nu RT$ $\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 29,34}{8,314 \cdot 298} = 1,2$ (моль)

$m = 53,4$ (г) $M = 44,5$ (г/моль)

$44x + 46(1-x) = 44,5$

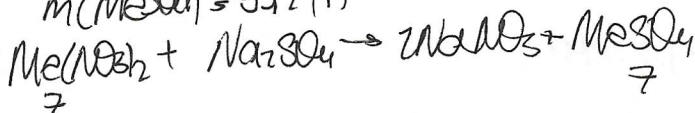
$44x + 46 - 46x = 44,5$ $2x = 1,5$

$x = 0,75 = \rho(\text{CO}_2)$

$\rho(\text{NO}_2) = 0,25$

Na₂SO₄

$m(\text{MeSO}_4) = 937$ (г)

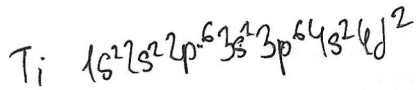


Черновик

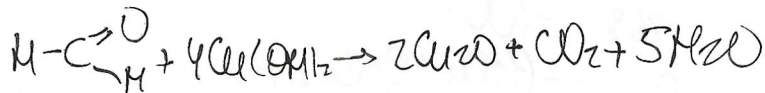
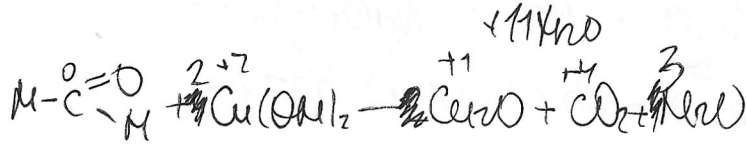
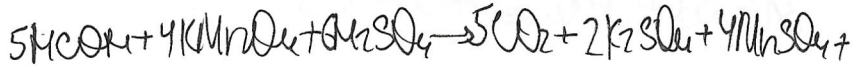
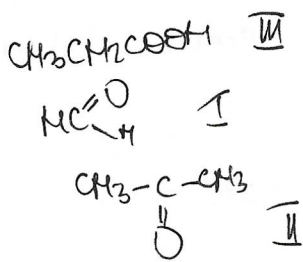


сн.: $1 + 5n = 5d$

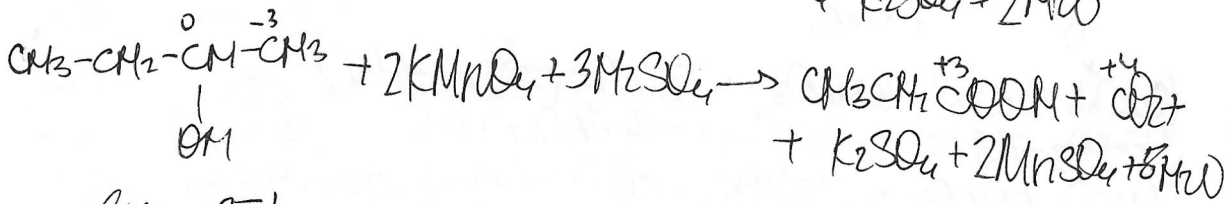
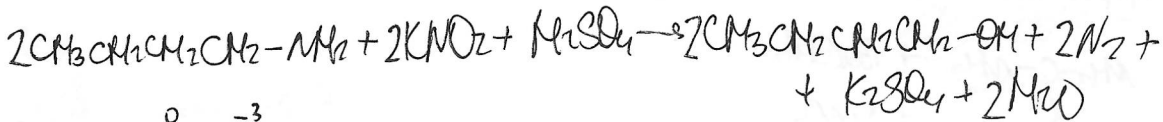
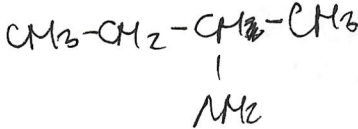
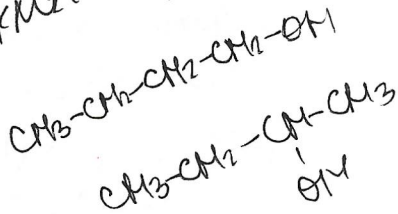
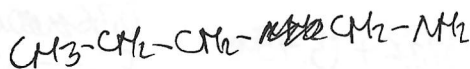
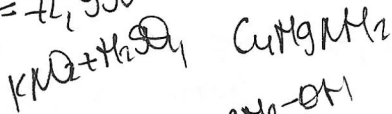
сн.: 5 не/на
10 Ca
15
20



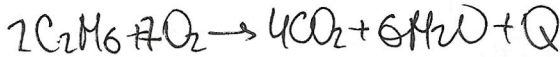
мечн.: 2
сн.: 10 наф



$M = 72,996$



$\begin{array}{r} -10e \\ -10e \\ -10e \\ \hline -30e \\ -7e \\ \hline +5e \end{array}$



$\frac{200}{1000 \cdot k} \cdot \frac{200}{1000} \cdot 1000 \cdot k$

Q = снΔT	9,66x	3 29	—	H 10,35
		6 58	C ₃ H ₆ O	C 86,07
		9 87	—	O 77,59

