

+1 лист
+1 лист
+1 лист

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Сушко Дмитрий Николаевич
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

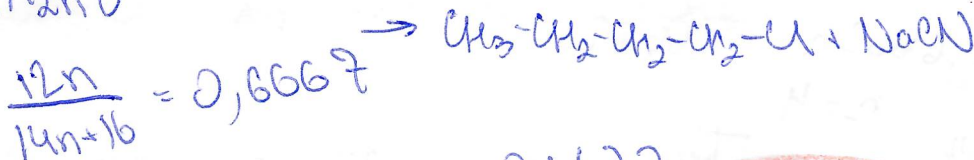
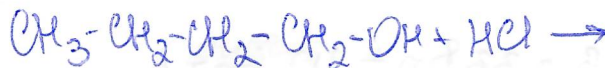
Дата
«12» марта 2023 года

Подпись участника
[Signature]

Черновик.



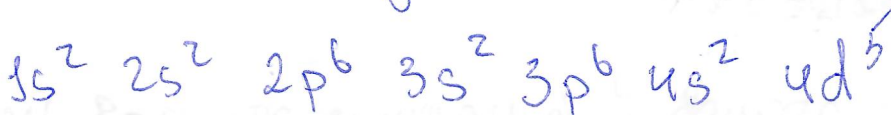
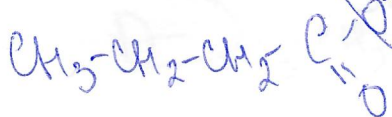
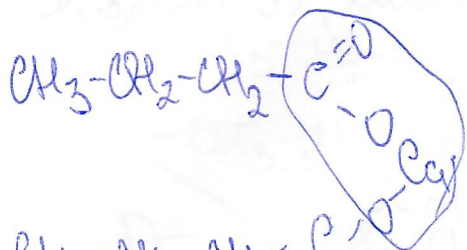
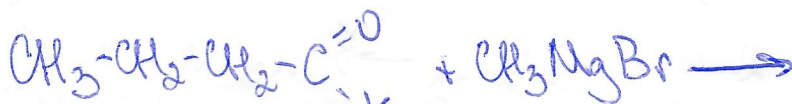
$D_{N_2} = 2,107 \quad M_{chem} = 58,996$



$12n = 9,3333n + 10,6672$

$2,6662n = 10,6672$

$n = 4$



53-44-77-54
(63.3)

99

геология
геветь

Борзенька
Савицкий

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9
6 | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 | 18 | 18 | 18 | 19

Числовые

№ 5.1.

Общая формула насыщенных карбоновых кислот алканов - $C_nH_{2n}O_2$

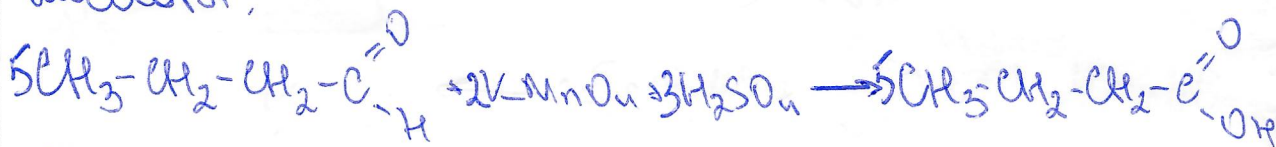
$$w(C)_2 = \frac{12n}{14n+16} = 0,6667 \quad +$$

$$12n = 9,3333n + 10,6672$$

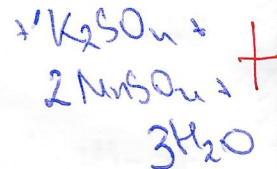
$$2,6662n = 10,6672$$

$$n = 4 \quad +$$

↓
исходный алкановый - $CH_3-CH_2-CH_2-C(=O)H$ - масляный
С $KMnO_4$ в кислой среде он окисляется до масляной
кислоты:



С насыщенными спиртами масляная
кислота образует сложные эфиры



1) Если спирт тоже насыщенный, то общая
формула эфира - $C_nH_{2n}O_2$

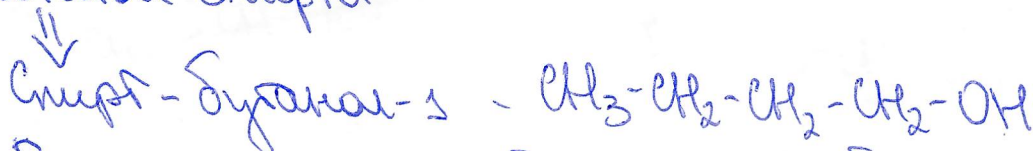
$$w(C)_2 = w(C)_1 = 0,6667 = \frac{12n}{14n+32} \quad +$$

$$12n = 9,3333n + 21,3344$$

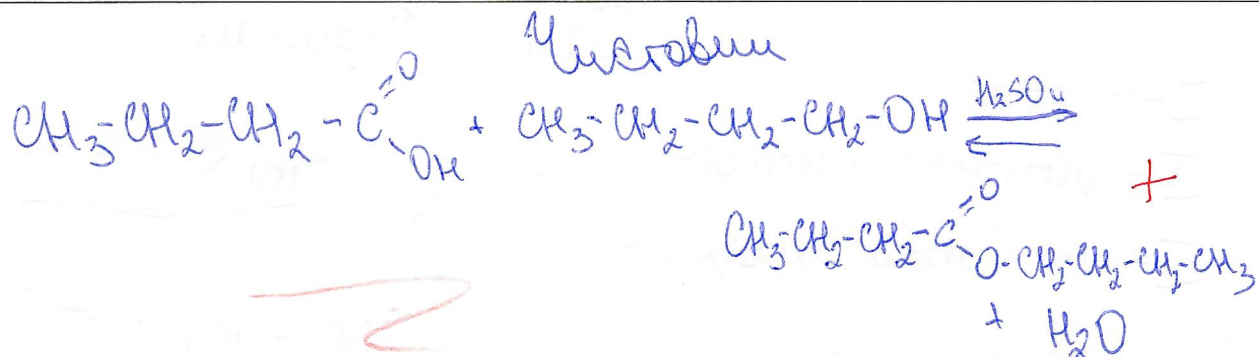
$$2,6662n = 21,3344$$

$$n = 8 \quad +$$

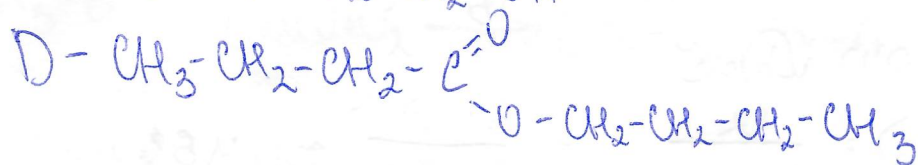
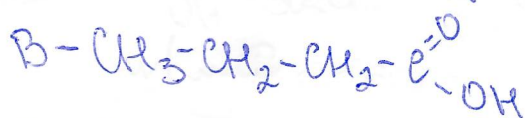
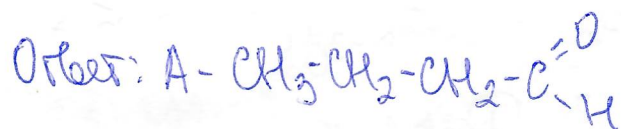
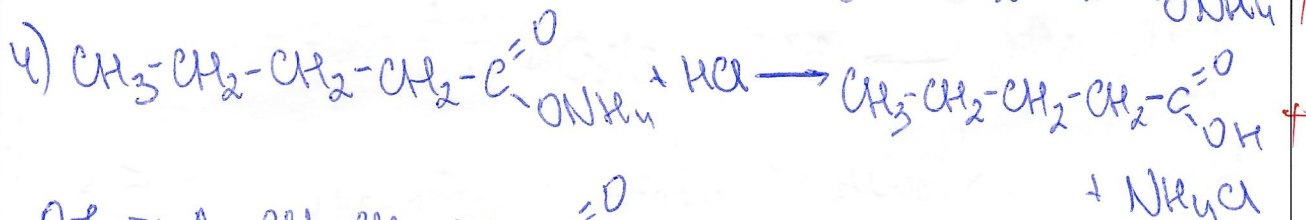
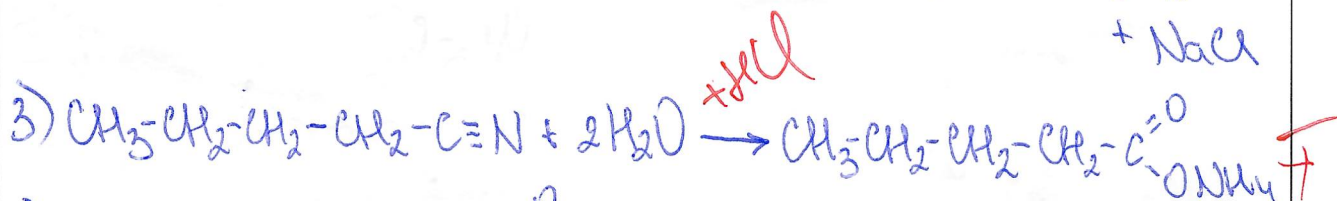
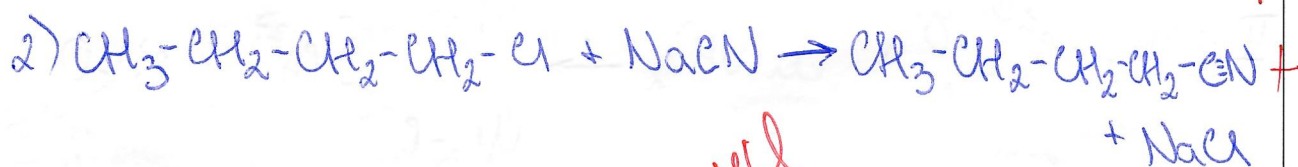
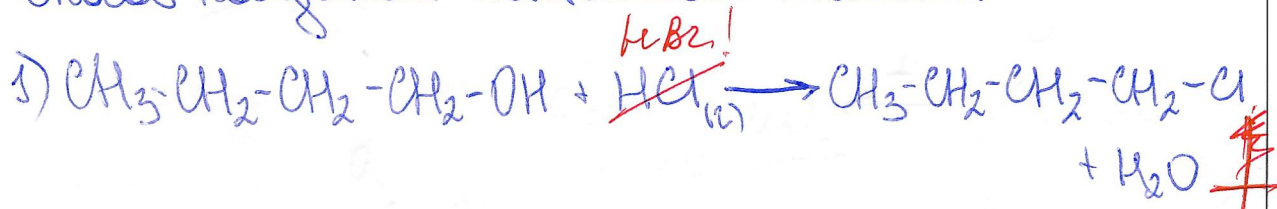
Общее кол-во атомов С в молекуле эфира - 8, из
них 4 приходится на остаток кислоты, а 4 - на
остаток спирта



Реакция масляной кислоты с бутанолом-1:



Способ получения пентагидрата кислоты:



Б2.6. Черновик

I - ацетон

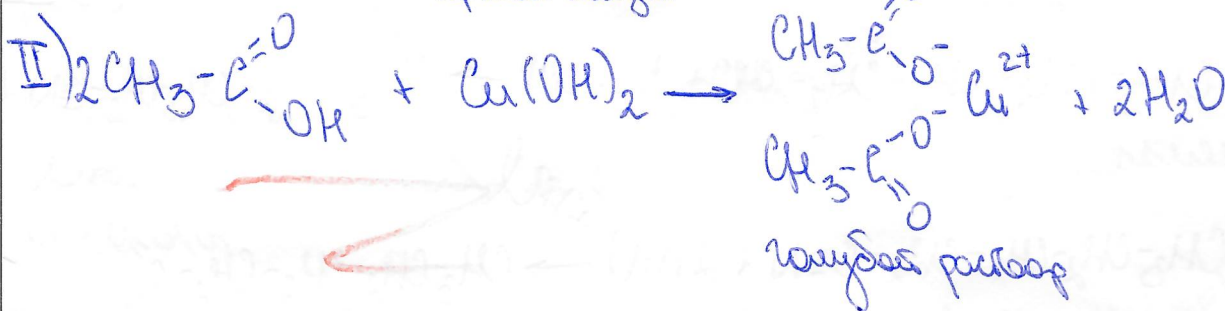
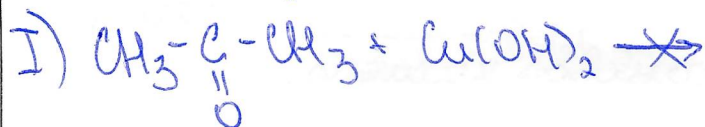
II - уксусная кислота

III - уксусный ангидрид

$$x = \frac{101,325 \cdot 710}{760}$$

$$760 - 101,325$$

$$710 - x$$



$$Q_{\text{р-ции}} = 3Q_{\text{обр}}\text{CO}_2 + 3Q_{\text{обр}}\text{H}_2\text{O} - Q_{\text{обр}}\text{C}_3\text{H}_6 = 1180,5 + 1557,4 + 20,4 = 2058,3 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{р-ции}} = Q_{\text{сгорания}} \text{C}_3\text{H}_6 = 2058,3 \text{ кДж/моль}$$

$$Q = c \Delta T = 75,31 \cdot \frac{3276}{18} \cdot (365 - 208) = 945743 \text{ Дж} = 945,743 \text{ кДж}$$

$$\eta(\text{C}_3\text{H}_6) = \frac{Q}{Q_{\text{сгорания}}} = \frac{945,743}{2058,3} \approx 0,46 \text{ моль}$$

$$pV = \eta RT$$

$$V = \frac{\eta RT}{p} = \frac{0,46 \cdot 8,314 \cdot 303}{94,659} = 12,2535 \text{ л}$$

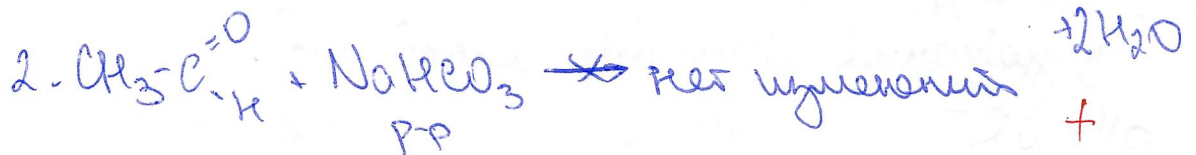
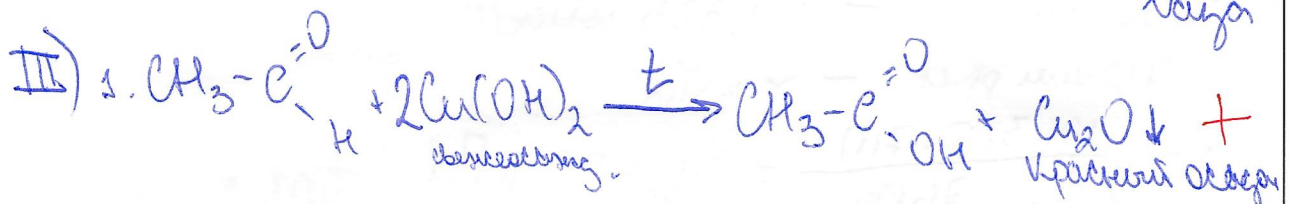
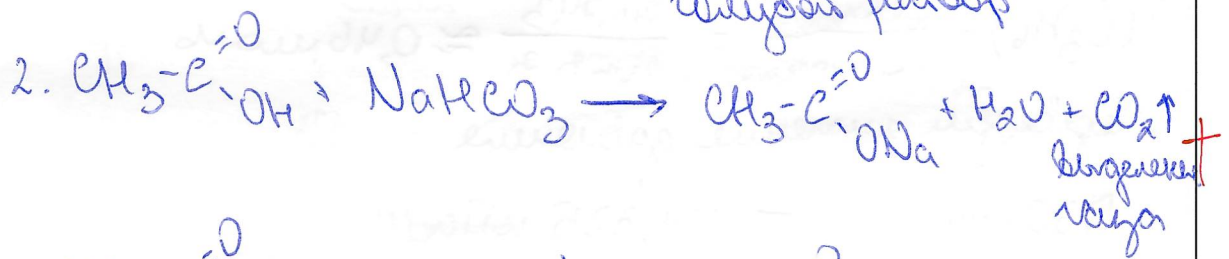
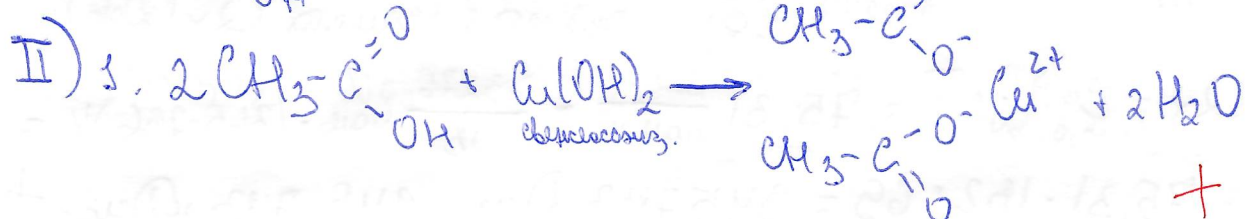
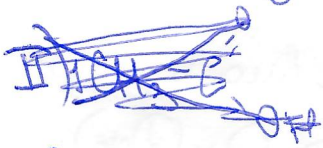
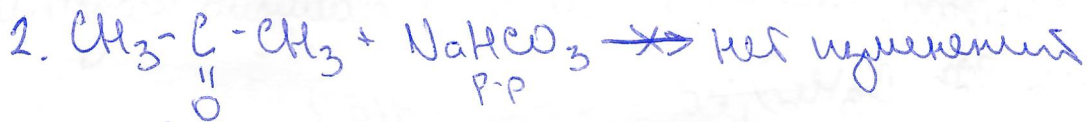
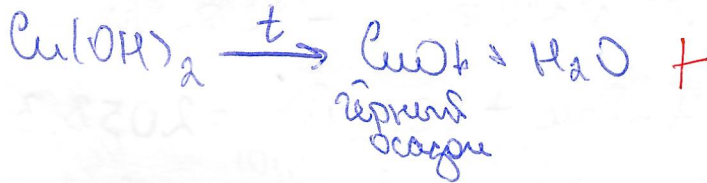
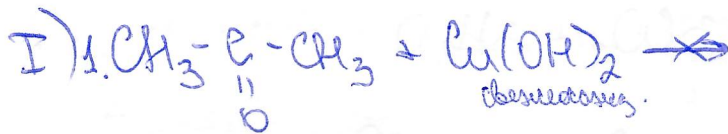
$$2x = 1,5 \text{ моль}$$

53-44-77-54
(63.3)

Условие:

№ 2.6.

I - ацетон; II - уксусная кислота; III - уксусный альдегид



Числовые
БЧ.5.

Порение пролена:



$$Q_{реакции} = 3Q_{обр}CO_2 + 3Q_{обр}H_2O - Q_{обр}C_3H_6 =$$

$$= 1180,5 \text{ кДж} + 857,4 \text{ кДж} + 20,4 \text{ кДж} = 2058,3 \text{ кДж}$$

Т.к. коэффициент перед C_3H_6 - 1 (в реакцию вошло 1 моль C_3H_6):

$$Q_{р-ции} = Q_{сгорания} C_3H_6 = 2058,3 \text{ кДж/моль}$$

Пусть для нагрева воды требуется тепла Q_x (Дж):

$$Q_x = c_{\text{в20}} \cdot \rho_{\text{в20}} \cdot \Delta T = 75,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} = \frac{3276}{18} \text{ моль} \cdot (365 - 296) \text{ К} =$$

$$= 75,31 \cdot 182 \cdot 69 = 945743 \text{ Дж} = 945,743 \text{ кДж} +$$

$$n(C_3H_6) = \frac{Q_x}{Q_{сгорания}} = \frac{945,743}{2058,3} \approx 0,46 \text{ моль} +$$

Переведем значение давления в кПа:

$$760 \text{ мм рт.ст.} - 101,325 \text{ кПа}$$

$$710 \text{ мм рт.ст.} - x \text{ кПа}$$

$$x = \frac{101,325 \cdot 710}{760} = 94,659 \text{ кПа} +$$

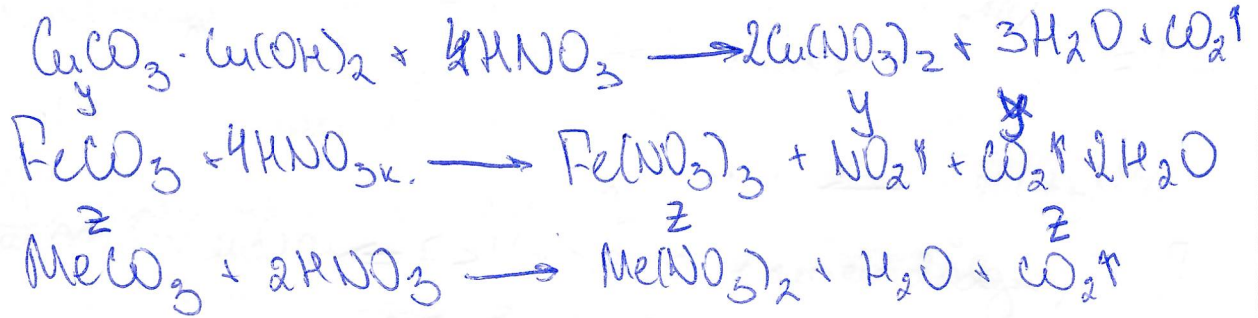
Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$pV = nRT$$

$$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,46 \cdot 8,314 \cdot (273 + 30)}{94,659} = 12,24 \text{ л} +$$

Ответ: $V_{C_3H_6} = 12,24 \text{ л}$

Черновик.
№ 5.

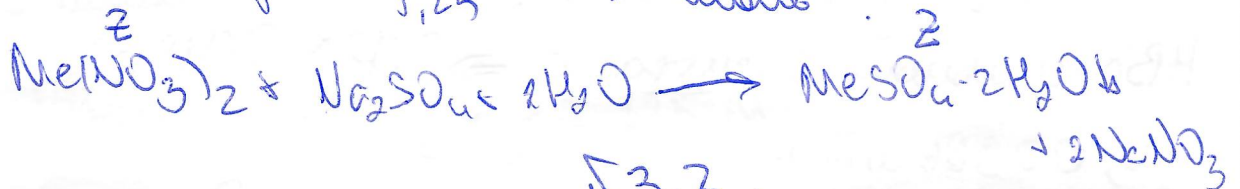


$\rho V = \gamma RT$

$$\gamma = \frac{\rho V}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ г/мл}$$

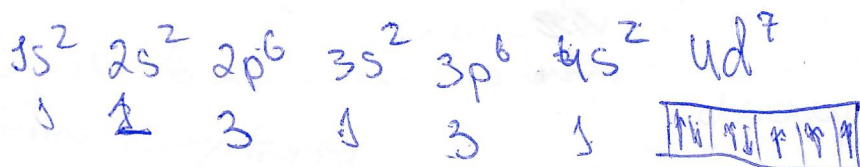
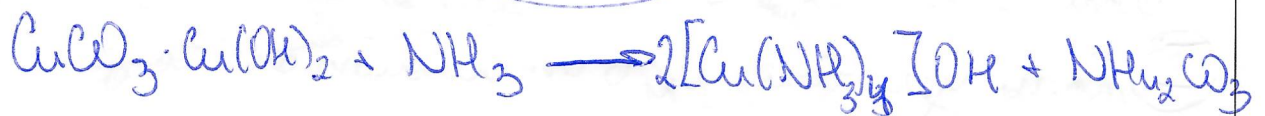
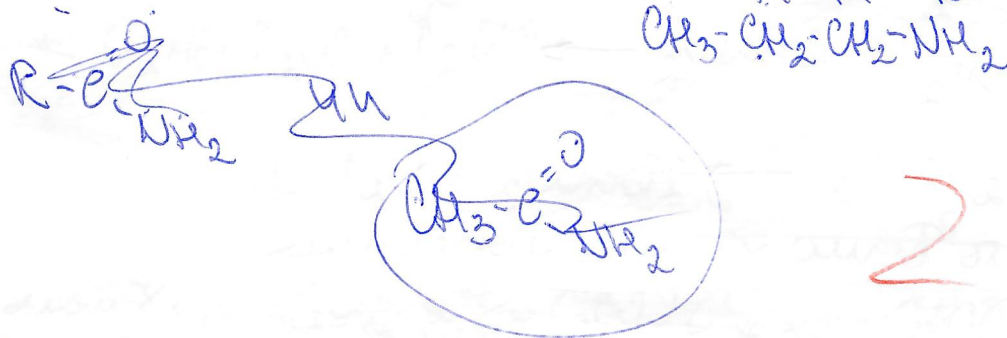
$$m_{\text{возд}} = \rho \cdot V = 1,25 \cdot 30,56 = 55,5 \text{ г}$$

$$M_{\text{возд}} = \frac{m}{\gamma} = \frac{55,5}{1,25} = 44,4 \text{ г/моль}$$



3.2.

$$M_{\text{ам}} = 58,956 \text{ г/моль}$$



числами.
 17.2.



В образовавшемся р-ре $pH < 7 \Rightarrow$ после нейтрализации лишняя кислота останется в избытке

$$n(NH_4Br)_1 = c \cdot V = 1,03 \cdot 0,3 = 0,309 \text{ моль} +$$

$$pH = -\lg [H^+] = 1,52$$

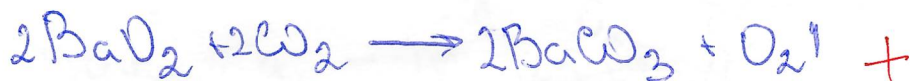
$$[H^+] = 10^{\downarrow (-1,52)} = 0,0302 \text{ M}$$

$$n(H^+) = [H^+] \cdot V = 0,0302 \cdot 0,3 = 9,06 \cdot 10^{-3} \text{ моль} +$$

$$HBr - \text{сильный электролит} \Rightarrow n(H^+) = n(HBr)_2 =$$

$$= 0,00906 \text{ моль}$$

$$\Delta n(HBr) = 0,309 - 0,00906 \approx 0,3 \text{ моль} = n(NH_3) +$$



Пусть было x моль N_2

$$\text{Тогда } n(N_2) = 2x_{\text{моль}}, n(CO_2) = x_{\text{моль}}, n(O_2) = 0,5x \text{ моль}$$

Ⓢ Если учитывать O_2 в непомещенном виде

$$\text{Тогда } n = n(N_2) + n(O_2) = 2,5x \text{ моль} +$$

Моль при одинаковых условиях отнесем к объему

\Downarrow

$$2,5x = 0,5 \cdot n(NH_3) = 0,15 \text{ моль}$$

$$x = 0,06 \text{ моль} +$$

$$3) \text{Тогда } n(\text{непомещенного объема}) = \frac{1}{2} n(NH_3) + x =$$

числовым

$$= 0,15 + 0,06 = 0,21 \text{ моль } \uparrow$$

$$C_{\text{моль/л}} = \frac{J}{V} = \frac{0,21 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 1,05 \text{ М. } \uparrow$$

Ответ: $C_{\text{моль/л}} = 1,05 \text{ М.}$

II) Если не учитывать O_2 в непомеченном газе:

$$J_{\text{газа}} = J(N_2) = 2x \text{ моль}$$

$$2x = 0,5 \cdot J(NH_3) = 0,15 \text{ моль}$$

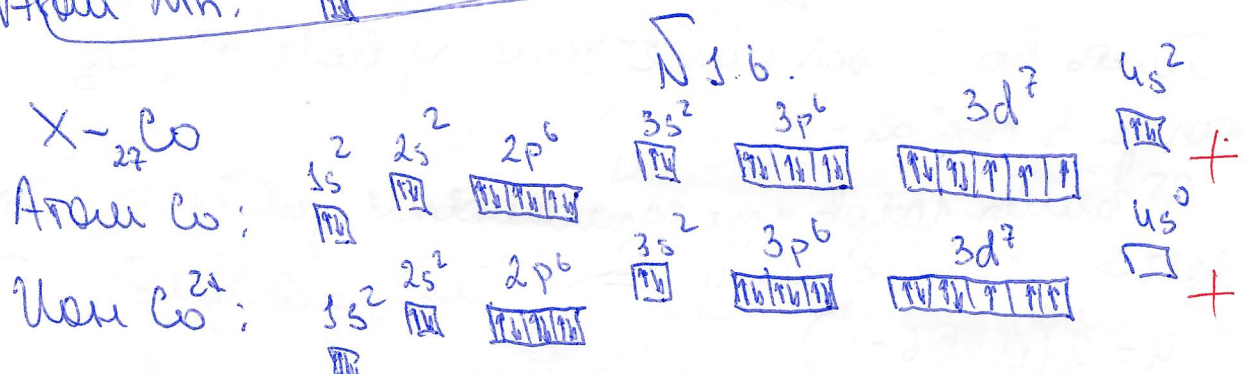
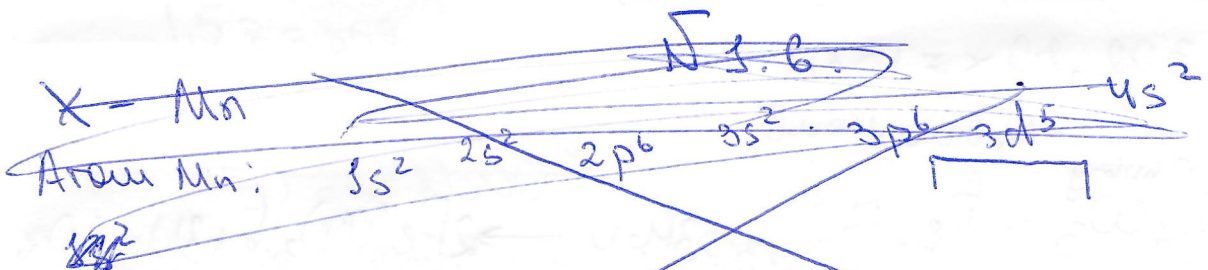
$$x = 0,075 \text{ моль}$$

$$J_{\text{моль/л}} \text{ смеси} = \frac{1}{2} J(NH_3) + x = 0,15 + 0,075 =$$

$$= 0,225 \text{ моль}$$

$$C_{\text{моль/л}} = \frac{J}{V} = \frac{0,225 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 1,125 \text{ М.}$$

Ответ: $C_{\text{моль/л}} = 1,125 \text{ М.}$



Подсчёт: в атоме должно быть $n + 4 \cdot 2n = 9n$ электронов
 Квантовые номера, кратные 9 - 9, 27 и т.д. Номер 9 - F, не образующий иона F^{2+} \Rightarrow Ответ: Co (номер 27)

Условием

№ 6.5.

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{исп.р.}} = \frac{21,8}{100+21,8} = 0,184 +$$

Для приготовления р-ра:

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{из}} = V(\text{H}_2\text{O})_{\text{исп.}} = 183,72$$

 ~~$w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$~~ Пусть x (Na₂CO₃·10H₂O) = x моль

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{x \cdot M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{183,7 + x \cdot M_{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}} = \frac{106x}{183,7 + 286x} = 0,18 +$$

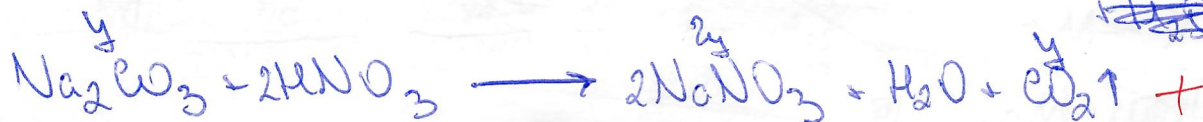
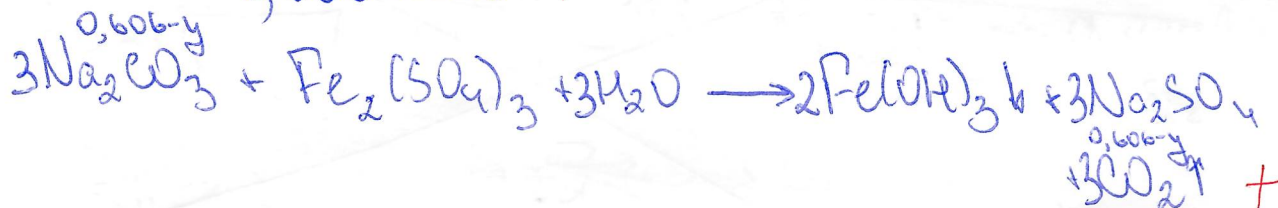
~~$106x = 0,179(183,7)$~~

$$106x = 0,18(183,7 + 286x)$$

$$588,89x = 183,7 + 286x$$

$$302,89x = 183,7$$

$$x = 0,606 \text{ моль} +$$



Пусть во второй пробе было y моль Na₂CO₃,
тогда в первой $(0,606 - y)$ моль

Объемы газов при одинаковых условиях отно-
ситель их моль $\Rightarrow 2(\text{CO}_2)_2 = 2(\text{CO}_2)_1$

$$y = 2(0,606 - y)$$

$$y = 1,212 - 2y$$

$$3y = 1,212$$

$$y = 0,404 \text{ моль} +$$

Следовательно, во второй пробе было 0,404 моль Na_2CO_3 ,
а в первой: $0,606 - 0,404 = 0,202$ моль Na_2CO_3

Т.к. ~~показатели~~ CO_3^{2-} в р-рах одинаковы, их ~~объемы~~
отношение или моль Na_2CO_3 .

Найдём ~~объемы~~ ~~исход~~

Т.к. CO_3^{2-} в обеих р-рах одинаковы (или и моль-
като), их ~~объемы~~ и, соответственно, массы ~~отношения~~
или моль Na_2CO_3 в них (до добавления $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ и HNO_3)

$$M_{\text{мех. р-ра}} = m(\text{Na}_2\text{CO}_3) + m(\text{H}_2\text{O}) = 0,606 \cdot 286 + 183,7 \approx 357,2$$

Пусть $m_{\text{р-ра}2} = z$ (до добавления HNO_3)

$$\text{Тогда: } \frac{m_{\text{р-ра}2}}{m_{\text{р-ра}1}} = \frac{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2}{n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_1} = \frac{0,404}{0,202} = 2 \Rightarrow m_{\text{р-ра}2} = 0,5z$$

$$z + 0,5z = m_{\text{мех. р-ра}} = 357,2$$

$$1,5z = 357,2$$

$$z = 238,2 \quad +$$

~~$$m(\text{NaNO}_3) = n(\text{NaNO}_3) \cdot M = 2n(\text{Na}_2\text{CO}_3)_2$$~~

$$m_{\text{р-ра}2} \text{ после добавления } \text{HNO}_3 = 238,2 + 200 - m(\text{CO}_2) = 438 - 0,404 \cdot 44 = 438,2 - 17,8 = 420,2 \quad +$$

$$w(\text{NaNO}_3) = \frac{0 \cdot M}{420,2} = \frac{0,404 \cdot 2 \cdot 85}{420,2} = 0,1634 = 16,34\%$$

$$\text{Ответ: } w(\text{NaNO}_3) = 16,34\% \quad +$$

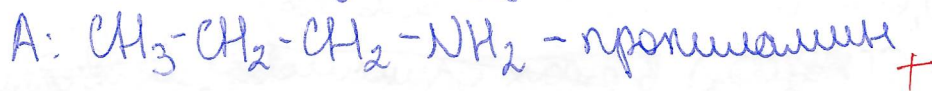
3.2.

$$M_{\text{ам}} = n_{\text{N}_2} \cdot M_{\text{N}_2} = 2,507 \cdot 28 \approx 59 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \quad +$$

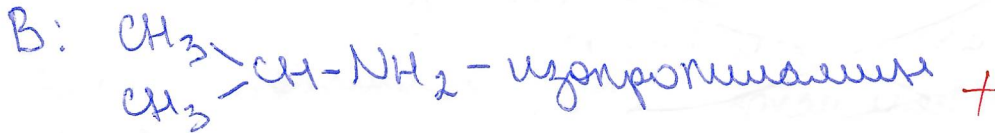
Т.к. в задании нет указания на соотношение
моль в смеси, можно предположить, что их
мольные доли равны, $M_A = M_B = 59 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

Чистовик

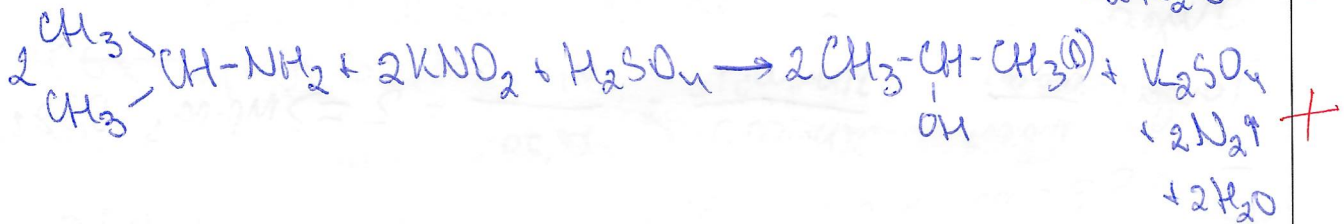
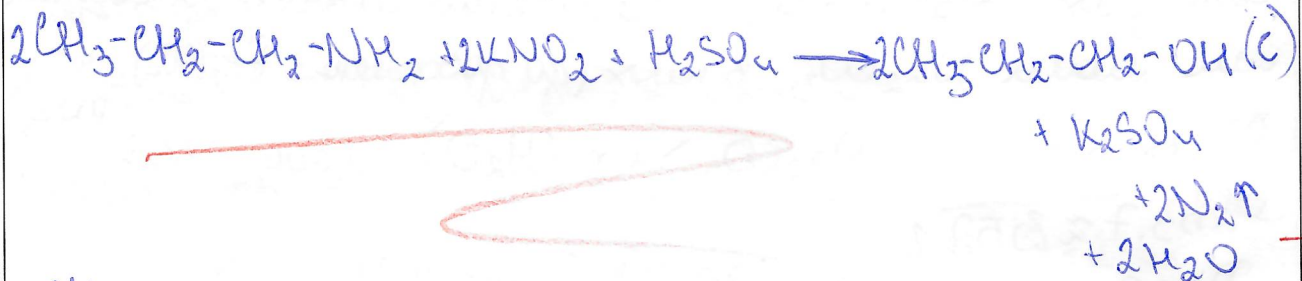
Условие задачи удовлетворяют два алкана:



исходник

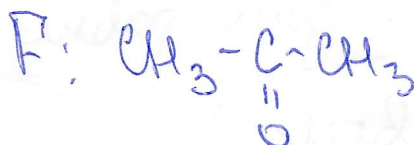
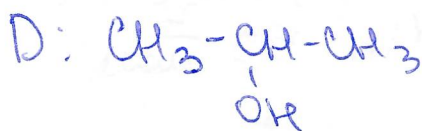
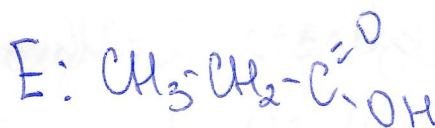
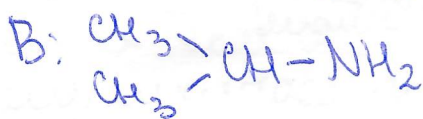
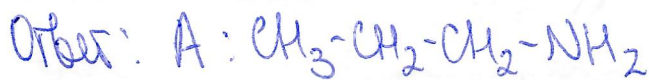
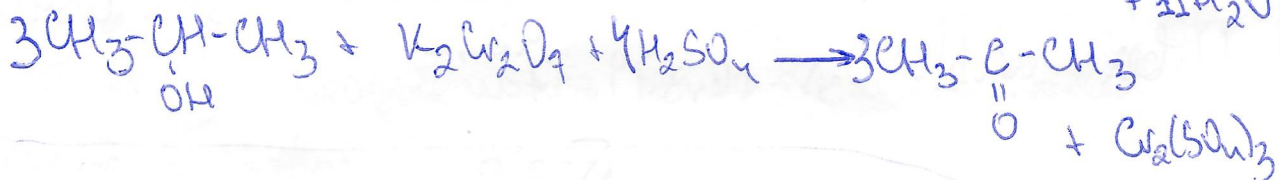
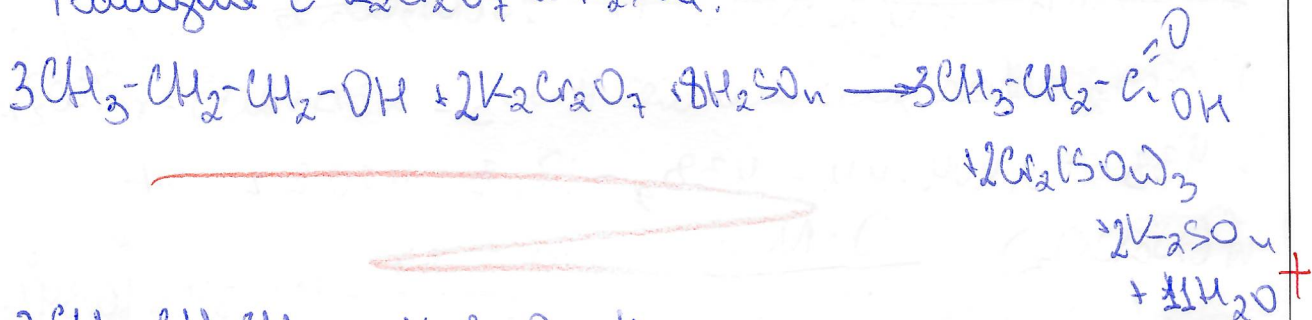


Взаимодействие с KNO_2 и H_2SO_4 (разд.):



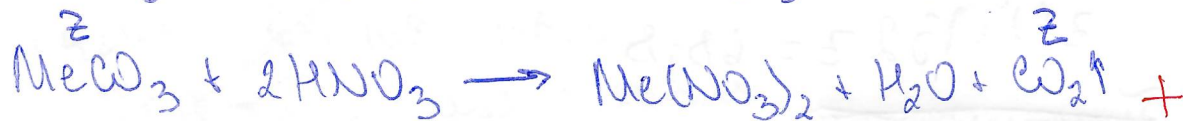
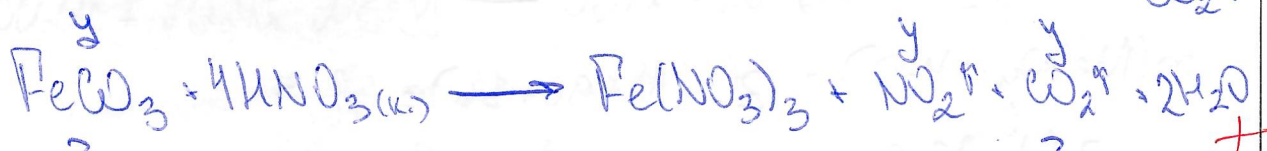
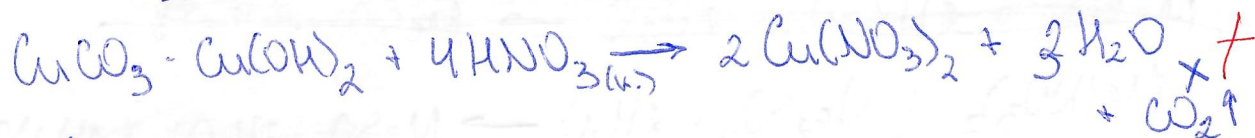
Образуется вторичные спирты - пропанол-1 (C) и ~~пропанол~~ пропанол-2 (D)

Реакция с $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и H_2SO_4 :



№ 5.

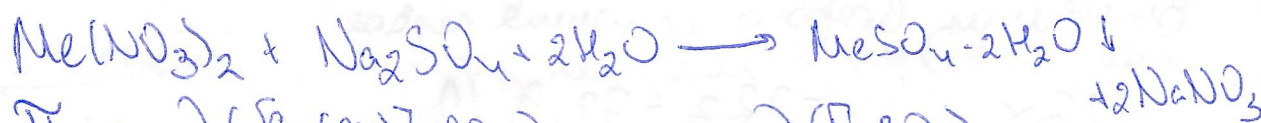
Черновик



$$V_{\text{NO}_2} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 30,56}{8,314 \cdot 298} = 1,25 \text{ моль}$$

$$m_{\text{NO}_2} = \rho \cdot V = 1,216 \cdot 30,56 = 55,5 \text{ г}$$

$$\bar{M}_{\text{NO}_2} = \frac{m}{\nu} = 44,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



Пусть $\nu(\text{[Cu(OH)}_2\text{CO}_3]) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{FeCO}_3) = y \text{ моль}$;
 $\nu(\text{MeCO}_3) = z \text{ моль}$

Запишем уравнение для \bar{M}_{NO_2} :

$$\bar{M} = \frac{m}{\nu} = \frac{44x + 46y + 44y + 44z}{x + 2y + z} = 44,4$$

$$44x + 90y + 44z = 44,4x + 88,8y + 44,4z$$

$$0,2y = 0,4x + 0,4z \quad 1,2y = 0,4x + 0,4z$$

$$y = 2(x + z)$$

$$3y = x + z \quad (1)$$

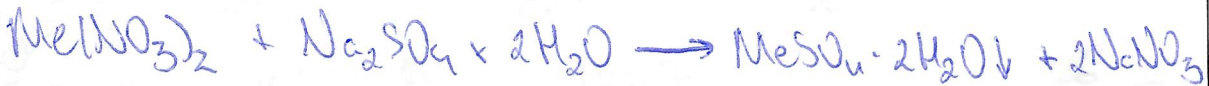
~~Предположим, что MeCO_3 в реакции с NH_3 и H_2O образует растворимый продукт~~



Тогда масса $m(\text{Fe(OH)}_2)$

$$\nu(\text{Fe(OH)}_2) = \frac{69}{90} =$$

кислотами



$m(MgSO_4 \cdot 2H_2O) = z \cdot (M + 96 + 36) = 68,8$

$2M + 132z = 68,8$

~~Продолжим~~

Уравнение для смеси:

$xMg(NO_3)_2 + yMgCO_3 + zMgSO_3 = 146,7$

$222x + 116y + zM + 60z = 146,7$

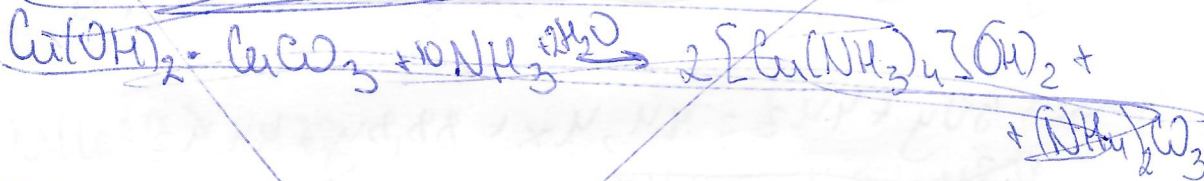
Вычтем из второго уравнение первое!

$222x + 116y - 72z = 77,9 \quad (2)$

~~Подставим значение y из уравнения M~~

~~$222x + 232x + 232z - 72z = 77,9$~~

~~$454x + 160z = 77,9$~~



~~1) Предполагаем, что $MgCO_3$ р-тся в NH_3 :~~



~~Тогда нерастворимый осадок - $Fe(OH)_2$~~

~~$n(Fe(OH)_2) = \frac{69}{90} = 0,77 \text{ моль} = y$~~

~~Перепишем нашу запись выражение:~~

~~$454x + 160z = 72,9$~~

~~$454(0,5 - z) + 160z = 72,9$~~

Черновик

$$\cancel{227x - 454z + 160z = 72,9}$$

$$\cancel{354x = 294z}$$

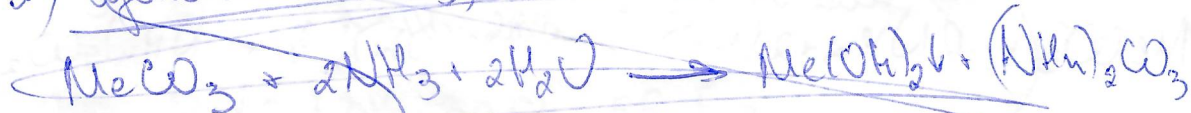
$$\cancel{z = 0,524 \text{ моль}}$$

~~Получим $m(\text{MeSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$~~

$$\cancel{0,524 \text{ моль} + 69,168 = 68,9}$$

~~$M < 0 \Rightarrow$ не имеет смысла.~~

2) ~~Сначала берем, 100 $\text{Me}(\text{OH})_2$ пер-рши:~~



~~Тогда~~

$$\cancel{\text{масса} = 69 + 90y + 116z = 69}$$

~~Вероятно, MeCO_3 пер-рши в $\text{NH}_3(\text{H}_2\text{O})$, как и $\text{Fe}(\text{CO}_3)$:~~

~~Запишем уравнение для массы остатка:~~

$$\cancel{116y + 60z + 116y = 69}$$

~~Перепишем полученное ранее выражение:~~

$$\cancel{454x + 160z = 72,9}$$

$$\cancel{454(0,524 - z) + 160z = 72,9}$$

$$\cancel{227y - 454z + 160z = 72,9}$$

$$\begin{cases} 227y - 294z = 72,9 \\ Mz + 60z + 116y = 69 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 227y - 294z = 72,9 \\ Mz + 60z + 116y = 69 \end{cases}$$

~~Заменяем Mz на $(68,9 - 132z)$~~

$$\cancel{227y - 294z = 72,9}$$

$$\cancel{68,9 - 132z + 60z + 116y = 69}$$

$$\begin{cases} 227y - 294z = 72,9 \\ 116y - 72z = 0,2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 227y - 294z = 72,9 \\ 116y - 72z = 0,2 \end{cases}$$

$$\cancel{227y - 294z = 72,9}$$

$$\cancel{473,67y - 294z = 0,82}$$

$$700,67y = 73,72$$

$$y = 0,105 \text{ моль}$$

Черновик

$$y = 2(x + z)$$

$$222x + 116y + (60 \cdot M)z = 146,7$$

$$222x + 232x + 232z + 60z + Mz = 146,7$$

$$454x + 292z + Mz = 146,7$$

$$349,58 + 292z + Mz = 146,7$$



69y

$$y = 2x + 2z$$

$$x = 0,5y - z$$

$$0,5y - z =$$

$$227y - 294z = 72,9$$

$$23,835$$

$$M(CaSO_4) = 172$$

~~$$172 =$$~~

$$106,7z = 222x + 116y$$

$$3y = x + z$$

$$3y = x + 0,4$$

$$x = 3y - 0,4$$

$$x = 0,35 \text{ моль}$$

$$106,7z = 222(3y - 0,4) + 116y$$

$$666y - 88,8$$

$$195,5 = 782y$$

$$y = 0,25 \text{ моль}$$

~~Уравнение~~ Черновик
 $y = 0,105 \text{ моль}$
 Подставляем это значение в одно из уравнений,
 получаем $z < 0$

FeCO_3 р-рши в аммиаке
 $\text{max.} = m(\text{FeCO}_3)$
 $x(\text{FeCO}_3) = \frac{69}{116} \approx 0,6 \text{ моль} = y$

Опять перепишем уравнение:

$$\begin{aligned} 454x + 160z &= 72,9 \\ 227y - 254z &= 72,9 \end{aligned}$$

Подставим y:

$$\begin{aligned} 136,2 - 254z &= 72,9 \\ 254z &= 57 \end{aligned}$$

$$z = 0,194 \text{ моль}$$

$$\begin{aligned} 0,134M \cdot 132 \cdot 0,194 &= 68,8 \\ 0,194M &= 68,8 - 25,608 \end{aligned}$$

$$M \approx 226 \Rightarrow \text{Me} - \text{Ba}$$

В смеси: $\text{Cu(OH)}_2, \text{CuCO}_3, \text{FeCO}_3, \text{PbCO}_3$

~~Уравнение~~
 ~~$z = 0,4 \text{ моль}$~~
 ~~$106,7 = 222x + 116y$~~
~~222x~~

$$0,4 \cdot 100 = 40z$$

$$106,7 = 222x + 232y + 92,8$$

$$106,72 = 222x + 116y$$

$$13,9 = 454x$$

$$x = 0,03 \text{ моль}$$

$$y = 2(x + 0,4)$$

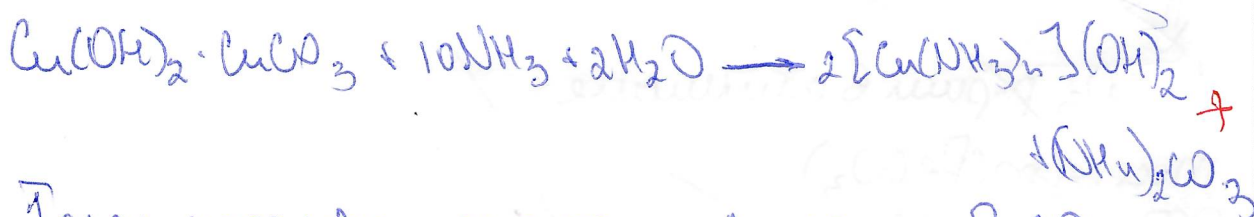
$$y = 2x + 0,8$$

$$y = 2(0,43) = 0,86 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCO}_3) = 99,76$$

числовые

Предположим, что в $\text{NH}_3(\text{H}_2\text{O})$ р-раствора только малых:



Тогда карбонат, остаток - MCO_3 и FeCO_3

$$\text{Mz} + 60z + 116y = 69$$

Подставим значение x в ур. (2) из ур. (1)

$$222x + 116y - 72z = 72,9$$

$$222(3y - z) + 116y - 72z = 72,9$$

$$666y - 222z + 116y - 72z = 72,9$$

$$782y - 294z = 72,9$$

$$y = \frac{72,9 + 294z}{782}$$

Подставим это значение:

$$\text{Mz} + 60z + \frac{116(72,9 + 294z)}{782} = 69$$

$$\text{Mz} + 60z + \frac{8456,4 + 34104z}{782} = 69$$

$$\text{Mz} + 60z + 10,8 + 43,6z = 69$$

$$\text{Mz} + 103,6z = 58,2$$

$$\text{Mz} + 132z = 68,8$$

Вычитаем:

$$28,4z = 10,6$$

$$z \approx 0,4 \text{ моль} +$$

$$0,4 \text{ моль} + 132 \cdot 0,4 = 68,8$$

$$0,4 \text{ моль} = 16$$

$$M = 40 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$



Me-Ca. +

Итого

В смеси: CaCO_3 (0,4 моль); FeCO_3 ; $[\text{Cu}(\text{OH})_2]\text{CO}_3$

Восстановление:



Находим $[\text{Cu}(\text{OH})_2]\text{CO}_3$;

$$\begin{cases} 3y = x + z \end{cases}$$

$$\begin{cases} 222x + 116y - 72z = 97,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3y = x + z \end{cases}$$

$$\begin{cases} 222x + 116y - 28,8 = 97,9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 3y - 0,4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 222(3y - 0,4) + 116y = 106,7 \end{cases}$$

$$666y - 88,8 + 116y = 106,7$$

$$782y = 195,5$$

$$y = 0,25 \text{ моль}$$

Тогда $x = 0,75 - 0,4 = 0,35 \text{ моль}$

$$n(\text{молочки}) = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) = 2n(\text{молочки}) = 0,7 \text{ моль} +$$

$$m(\text{Cu}) = 0,7 \cdot 64 = 44,8 \text{ г}$$

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

