

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников » Ломоносов»  
наименование олимпиады

по Матем  
профиль олимпиады

Мещина Евгения Александровича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«12» марта 2023 года

Подпись участника  
ЕВ

№1. (1.6)

числовый

Примером такого элемента является фтор (F). X-F.

Действительно, F =  $\begin{matrix} \boxed{1} & \boxed{2} & \boxed{3} & \boxed{4} & \boxed{5} & \boxed{6} & \boxed{7} & \boxed{8} & \boxed{9} & \boxed{10} & \boxed{11} & \boxed{12} & \boxed{13} & \boxed{14} & \boxed{15} & \boxed{16} & \boxed{17} & \boxed{18} & \boxed{19} & \boxed{20} \end{matrix}$  - 4 пары спаренных, 1 неспаренной

$F = 1s^2 2s^2 2p^5$   
 $F^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^3$ . Однако  $F^{2+}$  не существует, эта гипотетическая ион.

В таком случае переводит X-Co.

$Co = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$  - 3 неспар. e и 12 пар

$Co^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ , но в силу простейшей электронной конфигурационной формулы:

$Co^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$ . Ответ: X-Co.  
 №4(4.5.)  $Co^{2+} = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1 3d^5$

Для начала найдем температуру для нагрева воды.

$$Q = cm\Delta t = 4,18 \cdot 31 \text{ кг} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}} \cdot \frac{32762}{18^2 \text{ град}} \cdot (365\text{K} - 296\text{K}) = 945743 \text{ Дж.}$$



$Q(\text{сгорания}) = 0,235 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 6 \cdot 393,5 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 2 \cdot 285,8 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

$Q_{\text{н.е.}} = 4116,6 \cdot \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 4116600 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$V(N_2) = \frac{nRT}{P} = 0,23 \text{ моль} \cdot 8,314 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{град}} \cdot 303\text{K}$

$= \frac{710}{760} \cdot 101325 \text{ Па} = 6,11 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Ответ:  $6,11 \text{ м}^3$

65-43-71-75  
(63.14)

Решены  
 83  
 1/2 (3 4 5 6 7 8)  
 3 (8 10 10 12 10 12 18)  
 83  
 Васильев  
 ГИ

числовый

№ 6. (6.1.)

Для начала рассчитаем и добав.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .  
 Пусть добавили  $x$  моль  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .

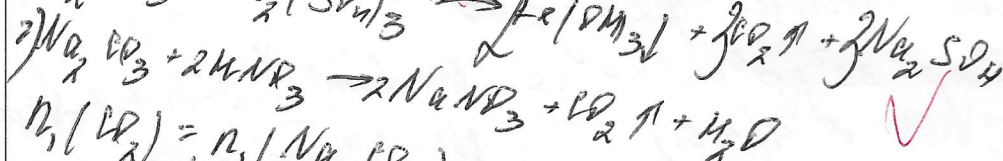
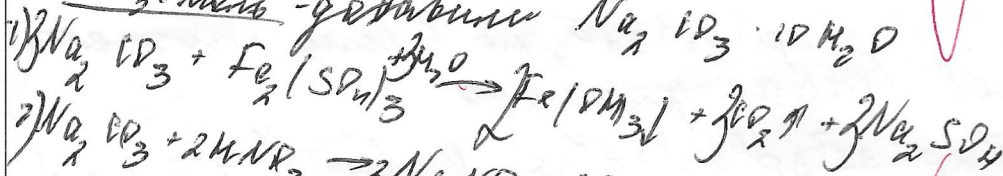
Тогда  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 106x$ .  
 $m(\text{H}_2\text{O}) = 180x + 183,7 \text{ г/моль} = 180x + 183,7$   
 Д.п. р-р насыщенный:

$$\frac{106x}{180x + 183,7} = \frac{21,8}{180} = 0,218$$

$$39,24x + 40 = 106x$$

$$66,76x = 40$$

$x = 0,6$  моль - добавили  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$



$$n_1(\text{CO}_2) = n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) \quad n_2(\text{CO}_2) = n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)$$

$$n_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_1(\text{CO}_2) + n_2(\text{CO}_2) = 0,6 \text{ моль}$$

$$n_2 = 2n_1 \text{ по условию} \Rightarrow n_1 = 0,2 \text{ моль}, n_2 = 0,4 \text{ моль}$$

Значит:  $m(\text{р-ра в 2 кюветы}) = 200 \text{ г} - 0,4 \text{ моль} \cdot 180 \text{ г/моль} = 182,4 \text{ г}$   
 $m(\text{NaNO}_3) = 0,8 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 68 \text{ г}$   
 $w(\text{NaNO}_3) = \frac{68}{182,4} \cdot 100\% = 37,28\%$

Ответ:  $37,28\%$

№ 5. (5.1.)

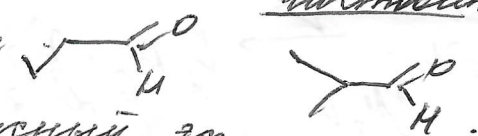
Гиб. А - насыщ. мушл. алдеид, т.е. его образ формула  $\text{A} \sim \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ . Под действием  $\text{KMnO}_4/\text{H}^+$  образ ~~спирт~~ карб. кислота, вступ. со спиртом в реакцию этерификации с образ. смеси эфир. рассчитаем  $n$ :

$$\frac{12n}{14n + 16} = 0,6667$$

$$9,3338n + 10,6672 = 12n$$

$$2,6662n = 10,6672 \Rightarrow n = 4$$

65-43-71-75  
(63.14)

A -  $C_4H_8O$ . 2 структуры  чистыми  
Рассчитаем в-во D-элементный анал.  
В нём вместо H приходит группа  $OR_3$  ост.  
структуры совпадают с A.

Масс. доля э-тов та же  $\Rightarrow$  рассчитаем по численности.

$w(R) \text{ в } A = \frac{16}{16+56} = 0,2222$

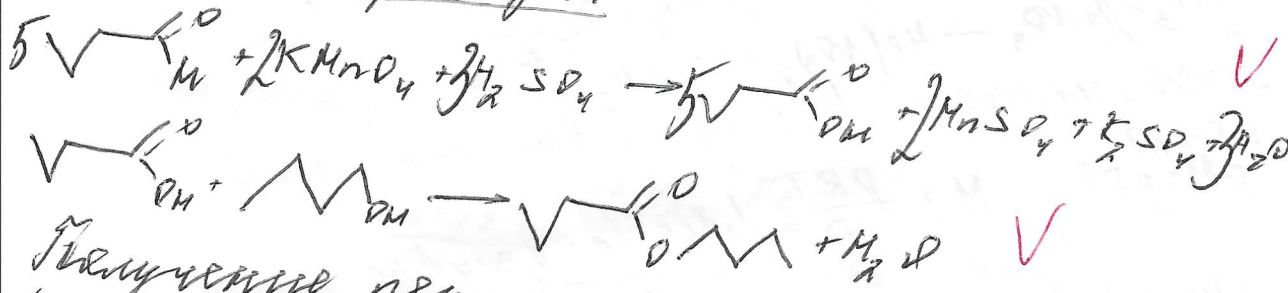
Тогда  $M(R) = \frac{32}{0,2222} = 144 \text{ /моль}$

$M(R) = 144 - 32 - 48 = 64 \text{ /моль} \Rightarrow R = C_2H_5$

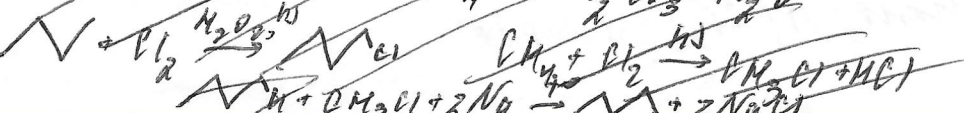
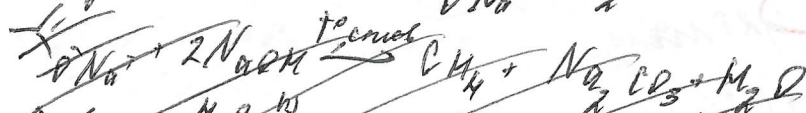
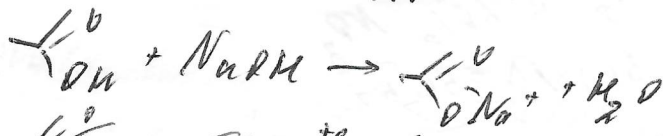
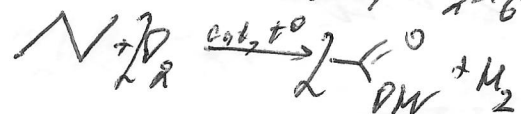
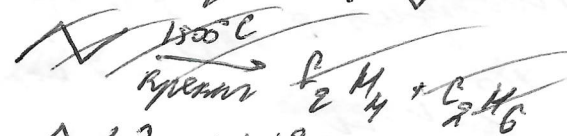
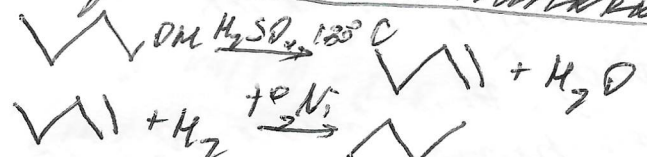
Анализ не содержит разветвл. радикалов  
то все структуры эквив. однозначно.



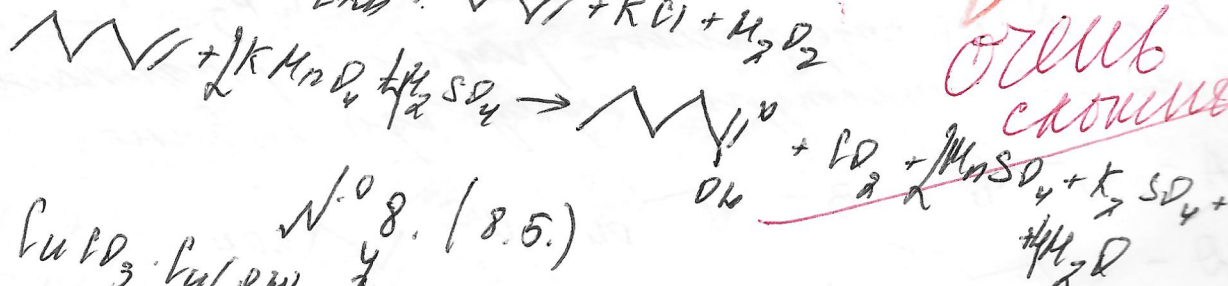
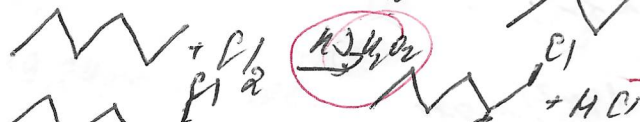
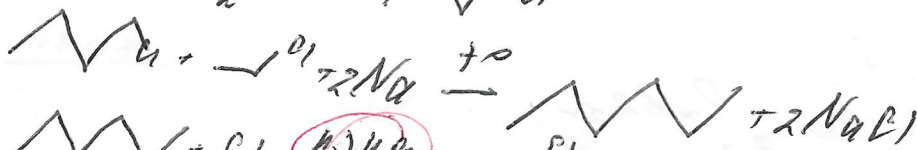
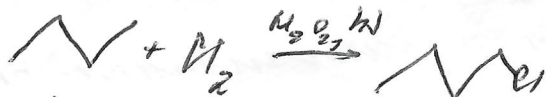
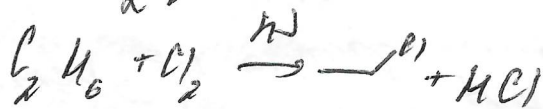
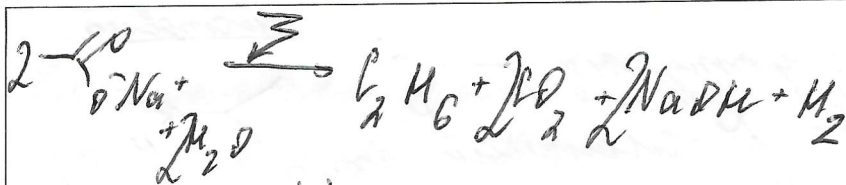
Уравнения реакций:



Расчетные прототипы системы:  
Использовали из предыдущего с.

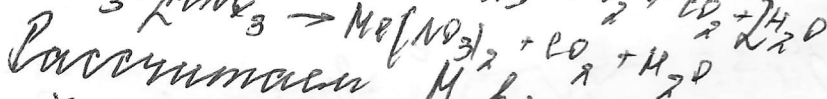
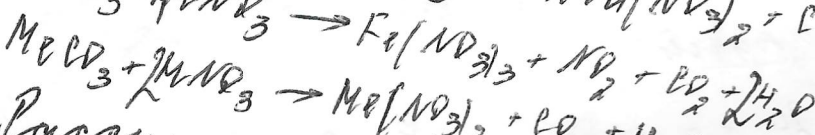
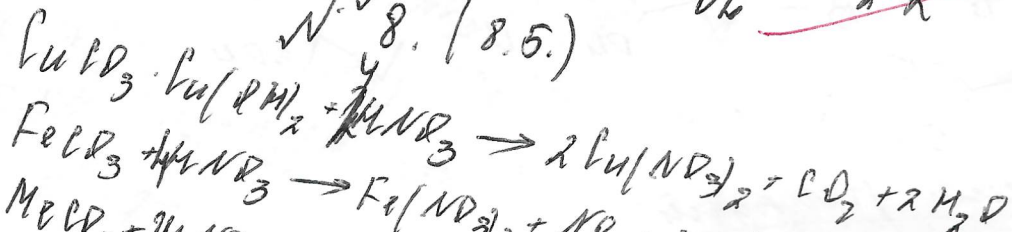


инструкция



~~отель~~  
~~сложно!!!~~

N.º 8. (8.5.)



Рассчитаем M выделившегося газа

$$pV = nRT$$

$$pM = \rho RT \quad M = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,8162/\text{л} \cdot 8,314 \text{ Дж} \cdot 290\text{K}}{101325 \text{ Па}}$$

= 44,4 г/моль - газа по формуле это смесь CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>  
 Выбавим, что до NO<sub>2</sub> идет реакция с Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. У ост.  
 только CO<sub>2</sub>.

Рассчитаем соотношение NO<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>

$$44x + 46(1-x) = 44,4$$

$$2x = 1,6 \Rightarrow x = 0,8 \Rightarrow 80\% \text{ CO}_2 \text{ и } 20\% \text{ NO}_2$$

$$n(\text{смеси газов}) = 1,8162/\text{л} \cdot 30,70\text{л} = 55,52$$

$$n(\text{смеси}) = \frac{55,52}{44,4/\text{моль}} = 1,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 0,25 \text{ моль}, \quad n(\text{CO}_2) = 1 \text{ моль}$$

Значит,  $n(\text{FeSO}_4) = 0,25 \text{ моль}$

$$m(\text{FeSO}_4) = 0,25 \cdot (56 + 64) = \boxed{29}$$

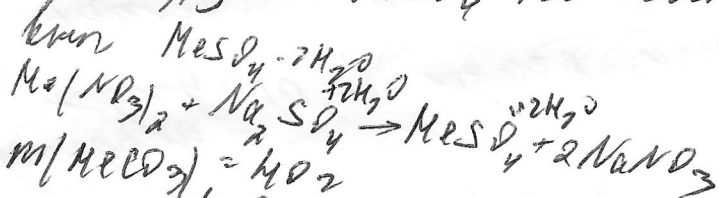
По условию при реакции в аммиаке  
сульфид р-р-ется частично. Cu р-р-ется,  
Fe нет. Значит, металл также  
не усеодит в элемент.

$$m(\text{MgSO}_4) = 69 - 29 = \underline{40}$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot (\text{Cu}(\text{OH})_2)) = 146,7 - 69 = \boxed{77,72}$$

Остаток в виде металла.

$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{CuSO}_4$  не вып. в осадок, значит



$$m(\text{MgSO}_4) = 40$$

$$n = \frac{40}{60 + M(\text{Mg})}$$

$$= n(\text{Mg}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = \frac{68,8}{96 + M(\text{Mg})}$$

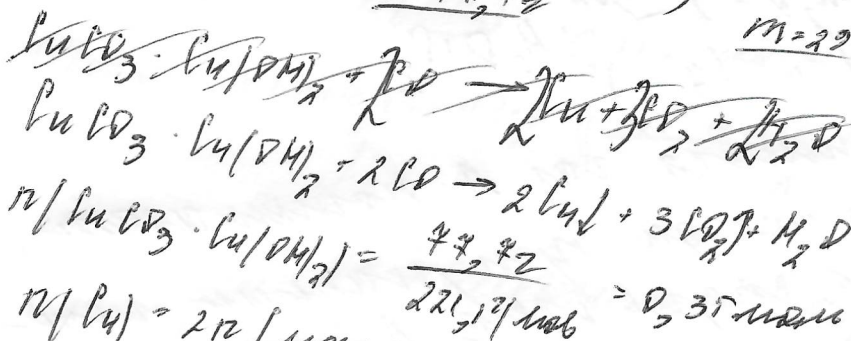
$$\frac{40}{60 + M} = \frac{68,8}{132 + M}$$

$$5280 - 40M = 4128 + 68,8M$$

$$28,8M = 1152$$

$$M = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Mg} = \text{Ca}$$

Минерал:  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ .  
 $m = 77,72$ ,  $m = 222$ ,  $m = 400$ .

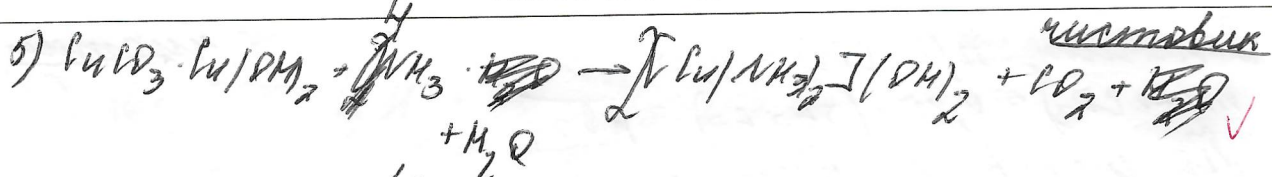


$$n(\text{Cu}) = 2n(\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = 0,7 \cdot 63,55 \text{ г/моль} = 44,485 \text{ г}$$

$$\text{Реакции: } \text{Cu} = \boxed{44,6662}$$

- 1)  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  ✓
- 2)  $\text{FeSO}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  ✓
- 3)  $\text{CaSO}_4 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  ✓
- 4)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NaNO}_3$  ✓



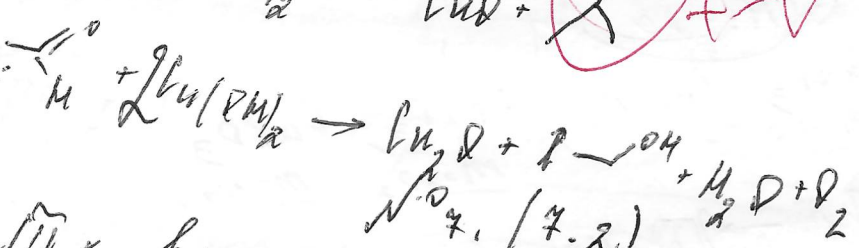
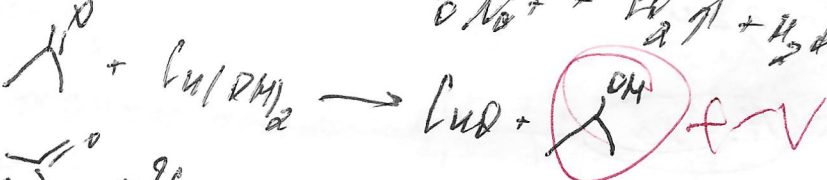
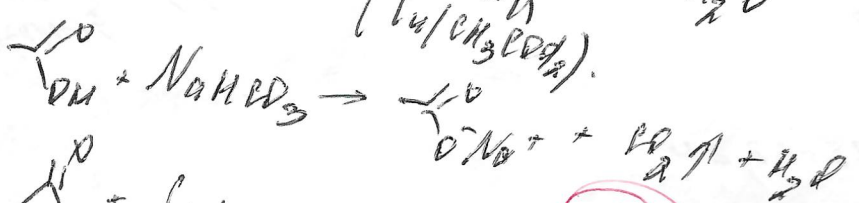
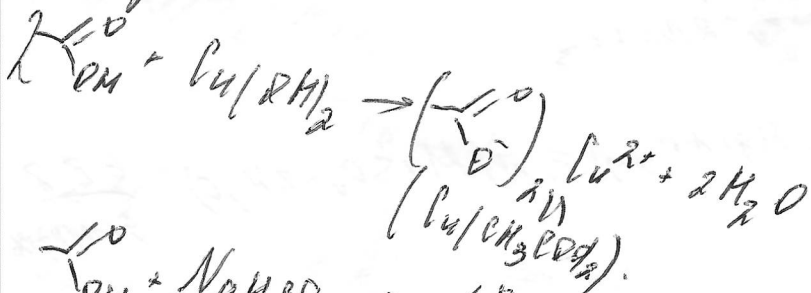
№ 2. (2.6)

П.п. при добавлении к гидриду II  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  наблюд. образ густой рт. и р-рение осадка, а при добав.  $\text{NaHCO}_3$  выд. газа ( $\text{CO}_2$ ), т.е. II - угрунная кислота ( $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ).

I -  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (т.к. чёрный осадок -  $\text{CuO}$ ). - осадок

III -  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  (т.к. красный осадок -  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) - угрусс. осадок.

Реакции:

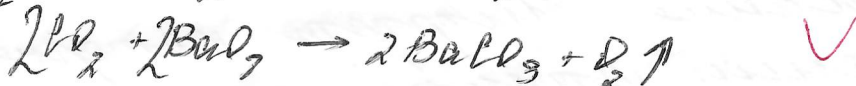
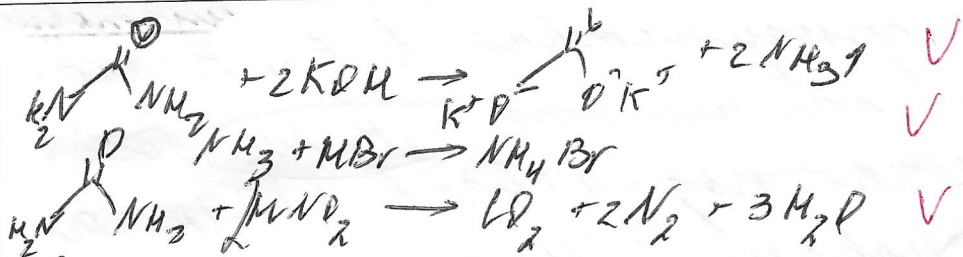


№ 4. (7.2)

П.к. выделившийся газ А помешивает  $\text{MBr}_2$ , а получается он при реакции мочевины и  $\text{KMnO}_4$ , то скорее всего, А -  $\text{NH}_3$ .  $\text{pH} = 1,52 \Rightarrow$  избыток  $\text{MBr}_2$ , вследствие не полностью прореагировавшего по реакции газа с  $\text{BaO}_2$  можно предположить, что помешивший газ -  $\text{O}_2$ , а инертный -  $\text{N}_2$ .

Напиши реакцию:

числовых



$$n(\text{NH}_3) : n(\text{мочевины}) = n(\text{N}_2) : n(\text{мочевины}) = 2.$$

Значит, т.к. по резу-татам 2 реакции образ-  
 в 2 раза меньше газа, то знач. относ-  
 мочевины относ 2:1

$$V(\text{кислота}) = \frac{200}{3} \cdot 2 = \frac{400}{3} \text{ мл.}$$

$\rho_{\text{NH}_3} = 0,77 \Rightarrow$  найдём объём газа кислоты.

$$V = \rho \cdot n \cdot t = \frac{400}{3} \text{ мл.} = 133 \text{ л.}$$

$$[H^+] [OH^-] = 10^{-14} = 0,03 \text{ моль}$$

$$\text{Тогда } n(\text{H}^+) = n_{\text{кисл}} / \text{MBr} = V \cdot \rho = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot 0,133 \text{ л}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n_{\text{кисл}} (\text{MBr}) = 0,3 \text{ л} \cdot 1,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,309 \text{ моль}$$

$$n_{\text{продукт}} (\text{MBr}) = 0,309 \text{ моль} - 4 \cdot 10^{-3} \text{ моль} = 0,305 \text{ моль} = n(\text{NH}_3)$$

$$n(\text{мочевины}) = \frac{n(\text{NH}_3)}{2} = 0,1525 \text{ моль.}$$

$$\text{Тогда } \rho(\text{мочевины}) = \frac{0,1525 \text{ моль}}{0,133 \text{ л}} = 1,1466 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Т.к. под действием  $\text{KNO}_2 / \text{H}_2\text{SO}_4$  образ-  
 реется смесь измеренных продуктов, то сво-  
 имство равную молярную массу  
 $M(\text{смеси}) = 204 \text{ моль} \cdot 2,107 = 592 \text{ моль.}$

С выделением кислорода с талой M  
 не получается ( $3\text{M}_2\text{O}_3$  не суш), с серой талой.



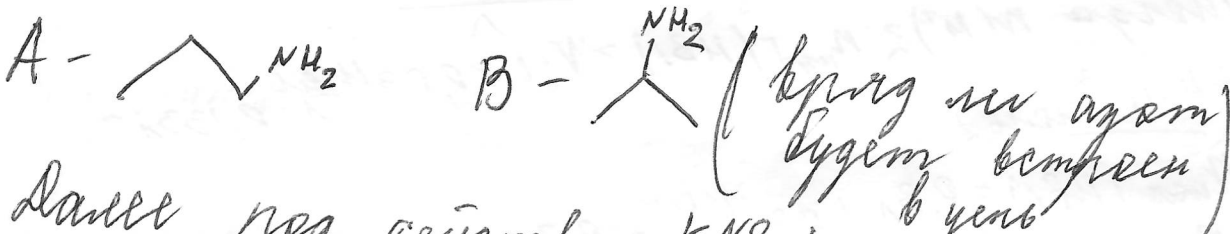
числовые

В случае присутствия в А и В азо-  
та получается, что это  $C_3H_9NH_2$  ~~или~~

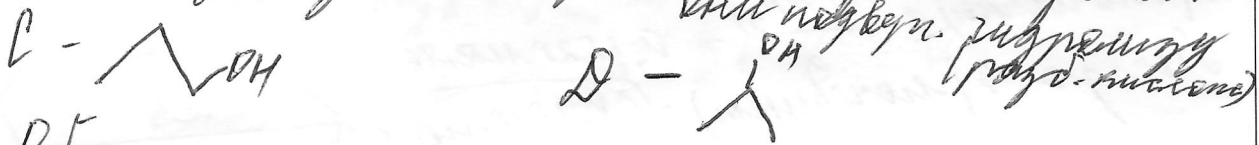
А и В образуются под действом  $KNO_2/H_2SO_4$   
образ. основными веществами, которые  
при смешении дают единств.  
класс соединений.

Пусть А и В имеют разные  
молекулярные массы. Вряд ли в дан-  
ном случае  $KNO_2/H_2SO_4$  выступают как  
реагенты для реакции диазотри-  
емия. Пусть это ~~вещества~~ ~~вещества~~

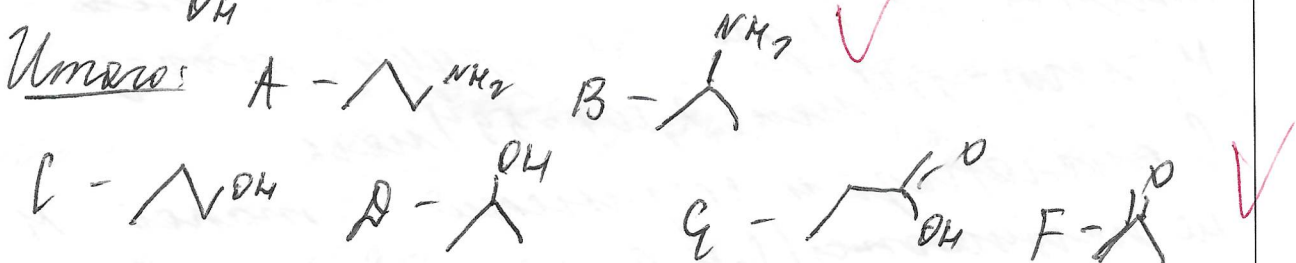
Имею. 2 в. ва с молекулярными массами  
58 и 60



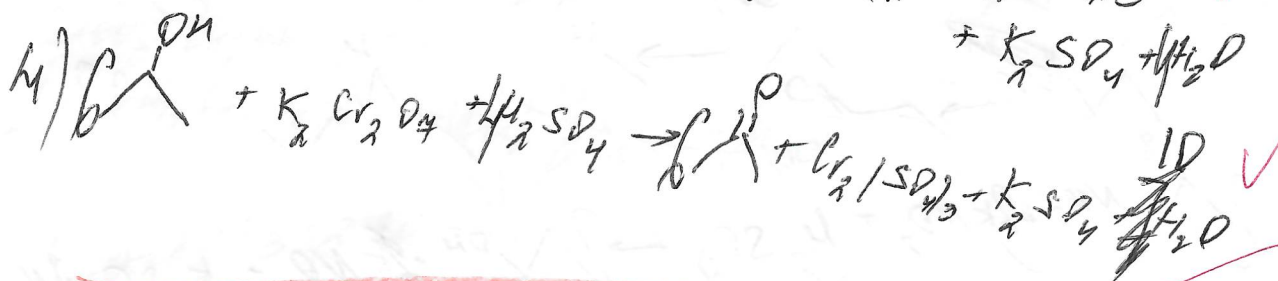
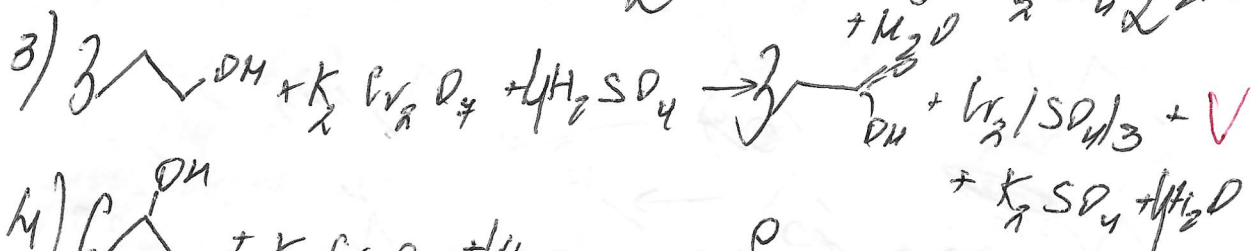
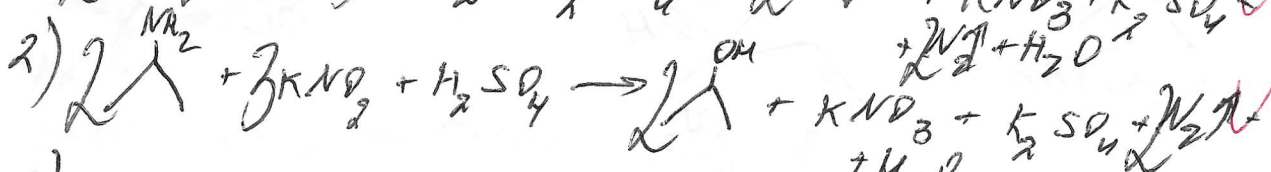
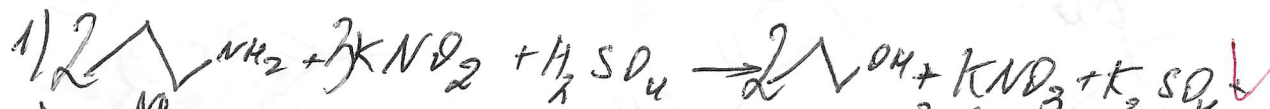
Далее под действом  $KNO_2/H_2SO_4$  образ  
семи диазотриемия, однако в данных условиях  
они подверг. гидролизу (разд. тислене)



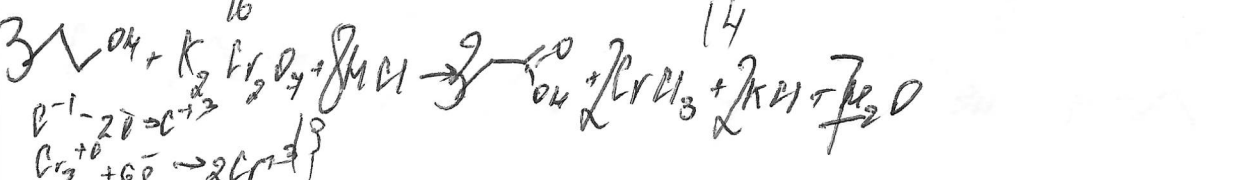
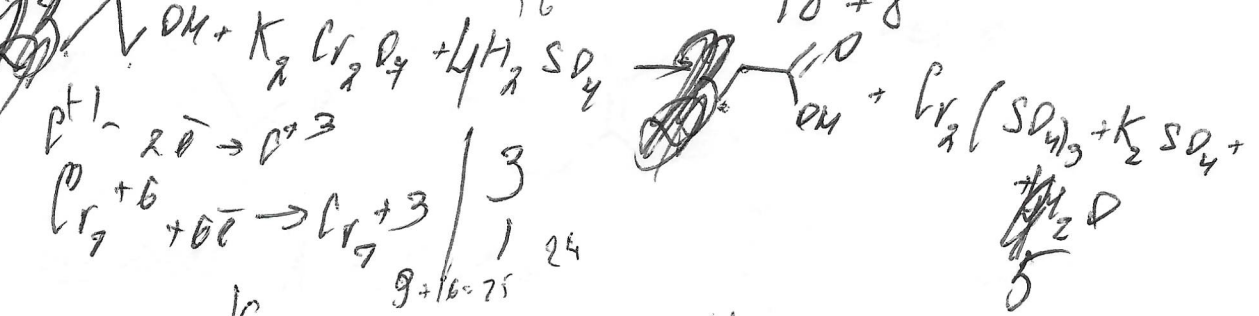
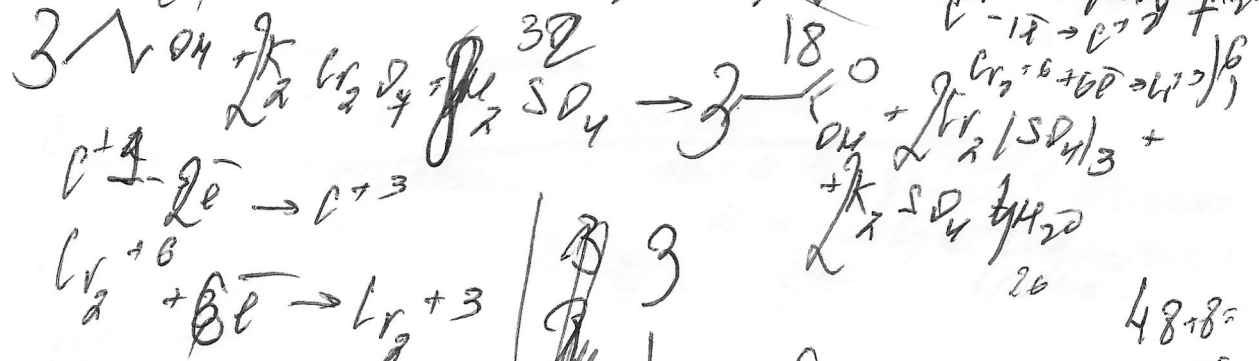
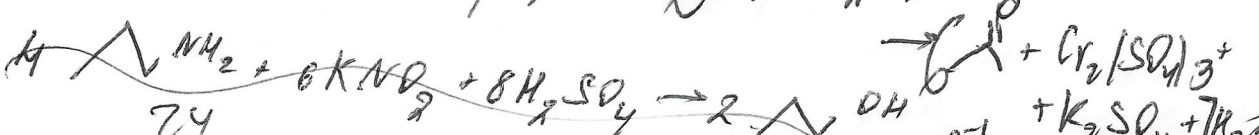
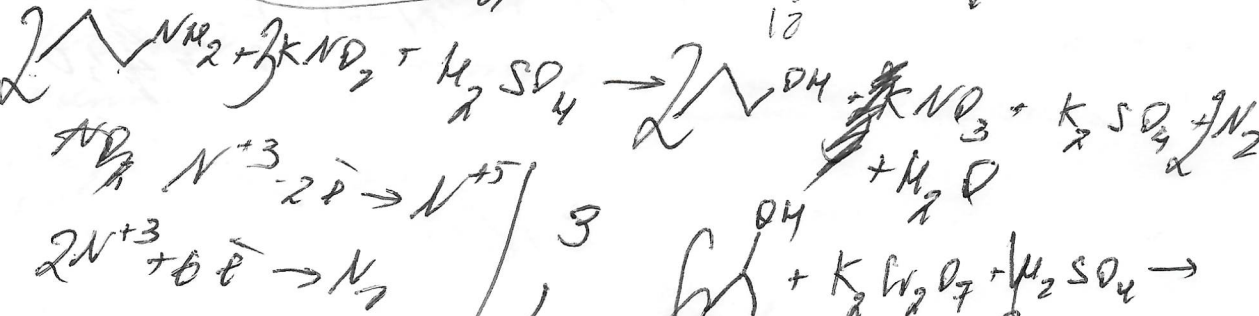
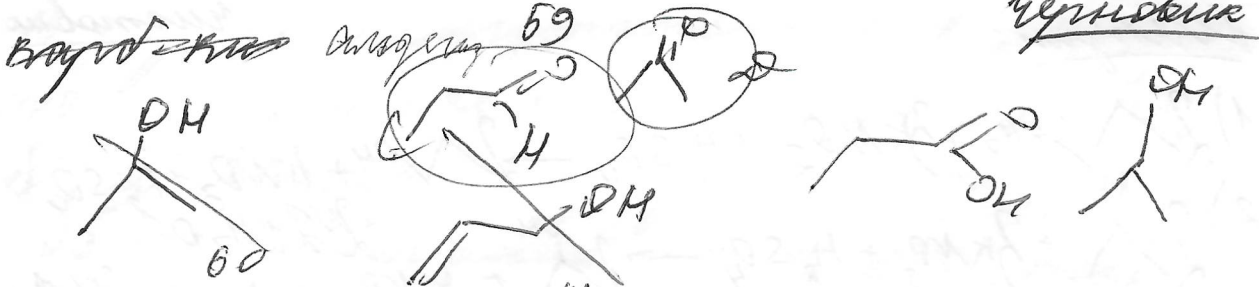
Образ спирты при смешении  $K_2Cr_2O_7$   
в  $H_2SO_4$  образ. 2 разных соед.

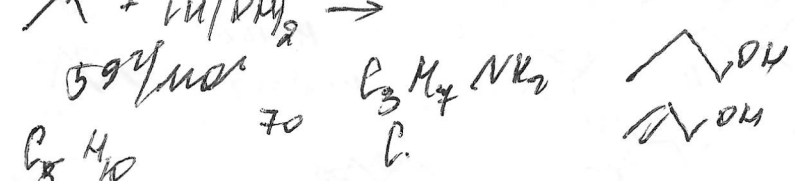
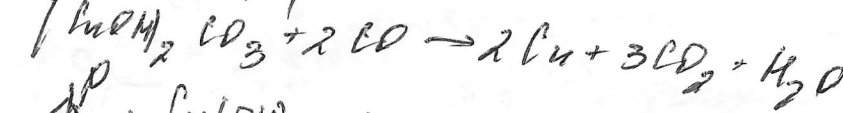
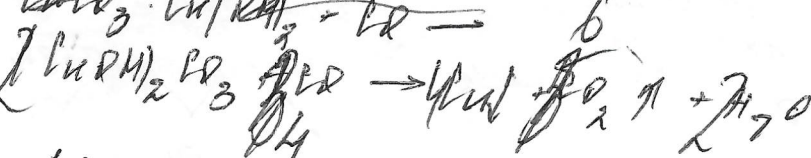
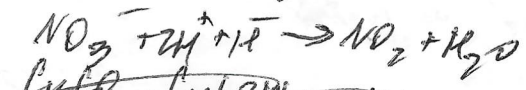
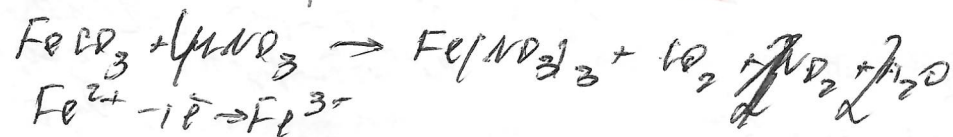
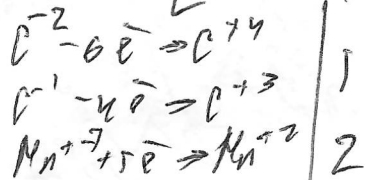
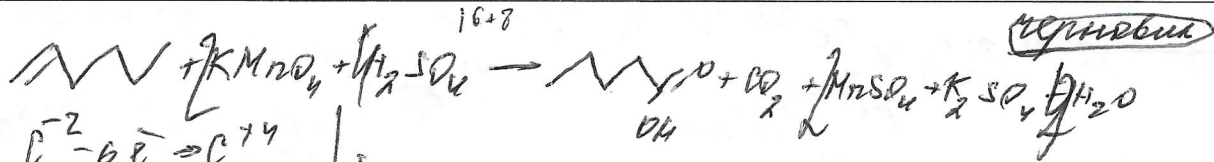


Реакции:



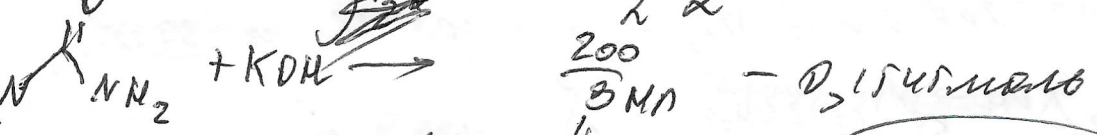
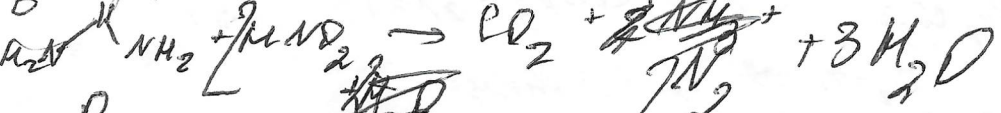
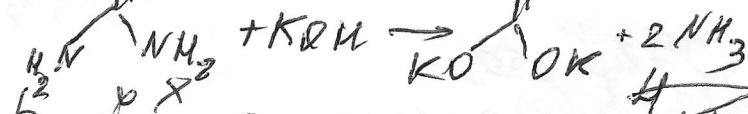
черновик



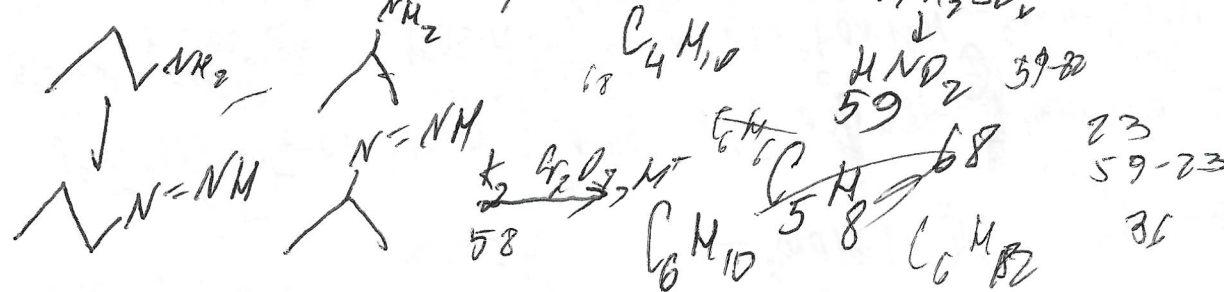


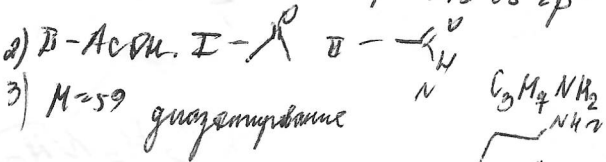
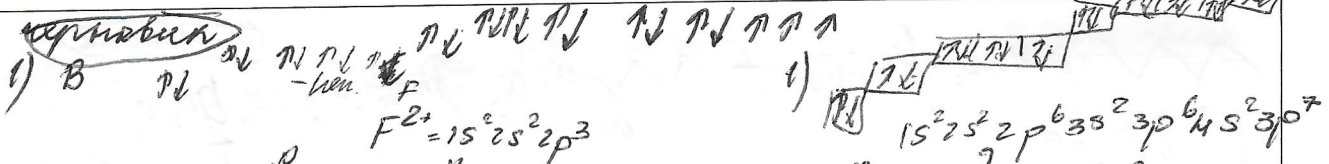
7)  $n(\text{MBr}) = 0,309 \text{ моль} = n(\text{NH}_3)$   
 $V(\text{NH}_3) = 6,9216 \text{ л}$

$n(\text{непол. зурч}) = 0,1547 \text{ моль}$   
 $200/30 \cdot 2x$



$\sqrt{0.3} = 0,5477$  25  
 $\sqrt{2,3175} = 1,522$  84

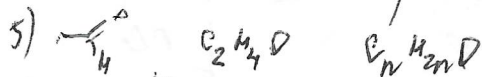




$Q = cm\Delta t = 75,31 \frac{дж}{г \cdot K} \cdot 69K \cdot \frac{3276}{18} = 94743 дж$

$Q = 6 \cdot 28,8 + 8 + 6 \cdot 303,5 + 20,4 \cdot 2 = 4116,6 \frac{дж}{моль} = 4116600 \frac{дж}{моль}$

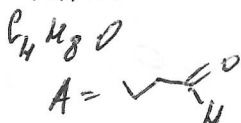
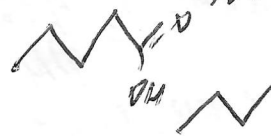
$n = 0,23 моль$   $pV = nRT$   $A \approx V = 6 л$



$\frac{12n}{14n+16} = 0,6667$

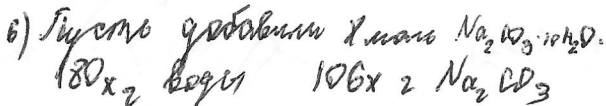
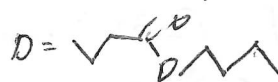
$9,3338n + 10,6672 = 12n$

$2,6662n = 10,6672$



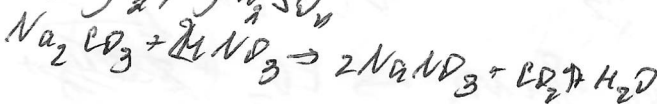
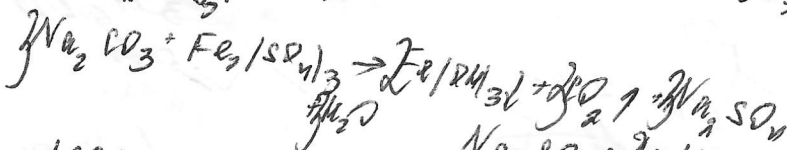
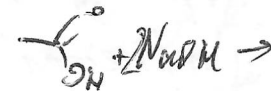
$M=144$

$M(R)=57$



$\frac{106x2}{180x+183,7} = \frac{212,8}{100} = 0,218$

$39,24x + 40 = 106x$   
 $66,76x = 40$



$n(CO_2) = n_2(Na_2CO_3)$

$n_1 + n_2 = 0,6$   $n_2 = 2n_1 \Rightarrow n_2 = 0,4 моль$

$m(n-n_0) = 2 \cdot 0,4 \cdot 44 = 182,4 г$   $m(NaNO_3) = 662$   $w = 34,28\%$

