



71-60-62-97
(63.13)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Хисметова Артёма Маратовича.
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 12:43 - 12:45

Дата
«12» Марта 2023 года

Подпись участника
Хисметов

71-60-62-97
(63.13)

№ 1.6 ~~Страница~~ Решение:

Пусть x - N (число) паренных e^- ; y - N (число) неспаренных e^-
По условию: $x = 4y$, при чём x - чётное число, так как
 x - N спаренных e^- ; а $x + y$ - нечётное, т.к. число e^-
в основном состоянии в нейтральном атоме соответствует
порядковому номеру элемента.

Исходя из этого, y - нечётное число, тогда ~~мы~~
перебираем $y = 1; 3; 5; \dots$ значит $x = Mn$;

$y = 1$ $x = 4 \rightarrow B$ - не удовл. Mn^{2+} теряет 5- e^- на 4 d -орбиталах.

$y = 3$ $x = 12$ - P - не удовл.

$y = 5$ $x = 20$ - Mn - удовлетв.

Ответ: $x = Mn$; Mn $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$

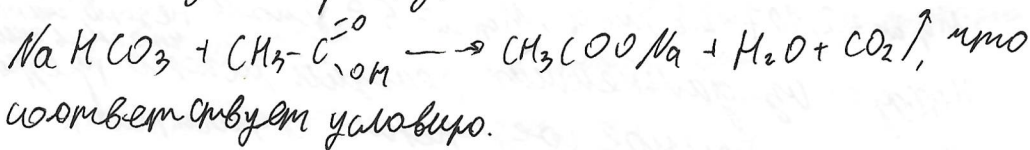
Mn^{2+} $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^0 3d^5$

№ 2.6 Решение:

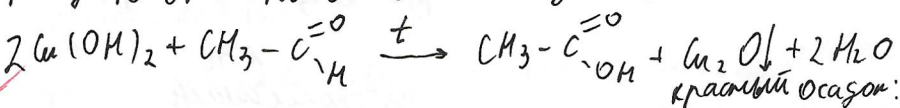
Поскольку $NaHCO_3$ - ^{кислая} соль слабой ~~ура~~ угольной кислоты,
а уксусная K -та сильнее её, то можно предположить,
что в пробирке II - уксусная K -та.



Все растворимые соли меди имеют голубоватый цвет r -ра,
что соответствует условию ($Cu(CH_3COO)_2$ -раствор имеет
голубоватую окраску)



Красный осадок в пробирке III это скорее всего Cu_2O , тогда
в пробирке II - уксусный альдегид, ведь именно он вступает в
реакцию окисления в виде полученным $Cu(OH)_2$:



Итого вык. страница № 1

см. след. страницу:

Решение № 1

1	2	3	4	5	6	7	8
0	8	10	12	8	14	14	18
84							

84

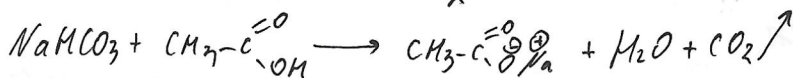
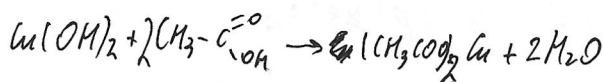
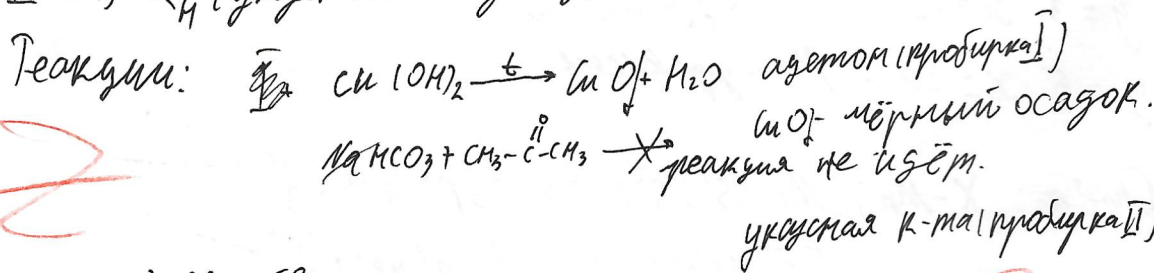
восемьдесят четыре

№ 2.6 В свою очередь уксусный альдегид не вступает в реакцию с NaHCO_3

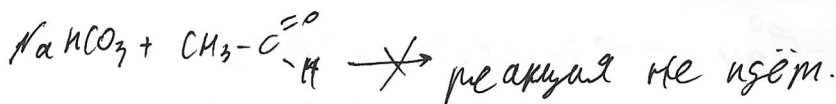
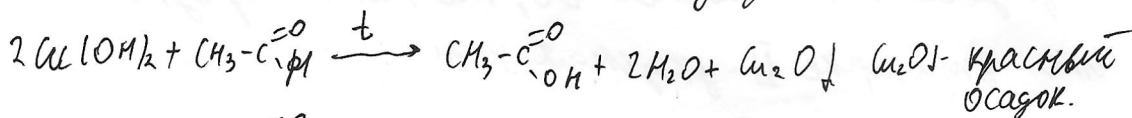
Соответственно в пробирке I - ацетон, он не вступает в реакцию с Ca(OH)_2 , но Ca(OH)_2 может разложиться при нагревании: CaO - белый



Ответ: I - $\text{CH}_3-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ (ацетон) II $\text{CH}_3-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$ (уксусная кислота)
 III $\text{CH}_3-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{H}$ (уксусный альдегид)



уксусный альдегид (пробирка III)



№ 3.2 Решение:

По условию $D_{\text{по H}_2} = 2,107$; тогда $M_{\text{р.вещ}} = D \cdot M_{\text{H}_2}$;

$M_{\text{р.вещ}} = 2,107 \cdot 2 \text{ г/моль}$; $M_{\text{р.вещ}} = 59 \text{ г/моль}$; т.е. как доп. задание, не дано, считаем что здесь этикетка

Иногда из дальнейших реакций можно предположить, что данное вещество относится к классу алкинов, тогда: А - $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ✓
 н-пропилакин.

В - $\text{CH}_3-\underset{\underset{\text{NH}_2}{|}}{\text{C}}-\text{CH}_3$ ✓
 изопропиламин.

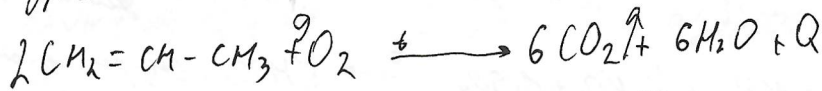
Чистовик страница №2

См. След. страницу:

№ 5

Решение: $P = 10 \text{ мм рт. ст.} = 10 \text{ мм рт. ст.} \cdot 98,0665 \text{ Па} = 980,665 \text{ Па}$

Уравнение химической реакции:



В соответствии с законом Гесса:

$$3 \cdot Q_{\text{CO}_2} + 3 \cdot Q_{\text{H}_2\text{O}} - Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = Q_{\text{реакции на 1 моль C}_3\text{H}_8}$$

$$3 \cdot 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 3 \cdot 285,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - (-20,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}) = 1 \text{ моль} = 2058,3 \text{ кДж}$$

Рассмотрим процесс нагрева воды:

$$Q_g = V \cdot C \cdot \Delta T; \quad Q = 182 \text{ моль} \cdot 75,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (92,0^\circ\text{C} + 273 - 23^\circ\text{C} - 273)$$

$$V = \frac{m}{M}; \quad V = \frac{3,276 \text{ кг} \cdot 1000 \frac{\text{г}}{\text{кг}}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}}; \quad V = 182 \text{ моль}$$

$$Q_g \approx 945,743 \text{ Дж}; \quad Q \approx 945,743 \text{ кДж};$$

$$V_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{Q_g}{Q_{\text{C}_3\text{H}_8 \text{ на 1 моль}}}; \quad V_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{945,743 \text{ Дж}}{2058,31 \text{ Дж}}; \quad V \approx 0,46 \text{ моль}$$

Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$PV = \nu RT; \quad V = \frac{\nu RT}{P}; \quad T = 30^\circ\text{C} + 273; \quad T = 30^\circ\text{C} + 273 = 303 \text{ К};$$

$$V = \frac{\nu RT}{P}; \quad V = \frac{0,46 \text{ моль} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 303 \text{ К}}{98,66 \text{ Па}}; \quad V = 12,215 \text{ л.}$$

Ответ: $V_{\text{C}_3\text{H}_8} \approx 12,215 \text{ л.}$

№ 5. 1 А: Решение: Общая формула - $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} - \overset{\ominus}{\text{C}} - \overset{\ominus}{\text{H}}$ предельного насыщ. алк.

$$M = 14n + 1 + 12 + 16 + 1; \quad M = 14n + 30; \quad \frac{1}{2} \text{ моль}$$

$$\omega\text{C} = \frac{n \cdot 12 + 12}{14n + 30}; \quad \omega\text{C} = 0,6667;$$

$$14\omega n + 30\omega = 12n + 12; \quad 9,3338n - 12n = -8,001$$

$$14\omega n - 12n = 12 - 30\omega$$

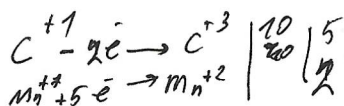
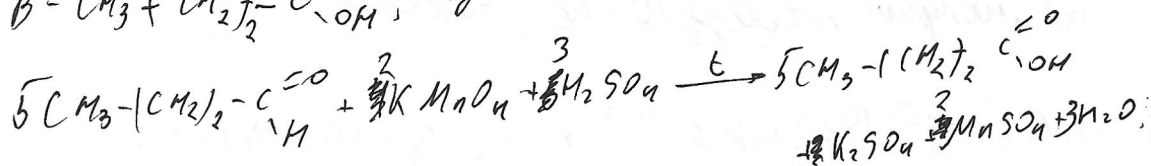
$$2,6662n = 8,001$$

$$n = 3$$

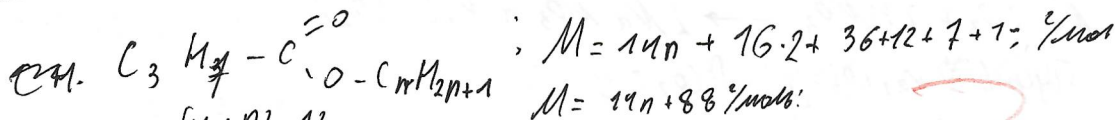
А - $\text{C}_3\text{H}_7 - \overset{\ominus}{\text{C}} - \overset{\ominus}{\text{H}}$ - бутаналь.
(м. без стрелочку)

Итоговик; страница № 4

β - $\text{C}_3(\text{C}_2)_2-\text{C}^{\text{O}}_{\text{OH}}$; - бутановая кислота;



Рассмотрим соединение D - шестый эфир бутановой кислоты:



$$\omega \text{C} = \frac{(4+n) \cdot 12}{14n + 88}; \quad (4+n) \cdot 12 = 14n \omega_c + 88 \omega_c$$

$$12n - 14n \omega_c = 88 \omega_c - 48$$

так как сказано, что

$$n = \frac{88 \omega_c - 48}{12 - 14 \omega_c}; \quad n = \frac{88 \cdot 0,6667 - 48}{12 - 14 \cdot 0,6667}$$

D не содержит разветвлений

$$n = 4$$

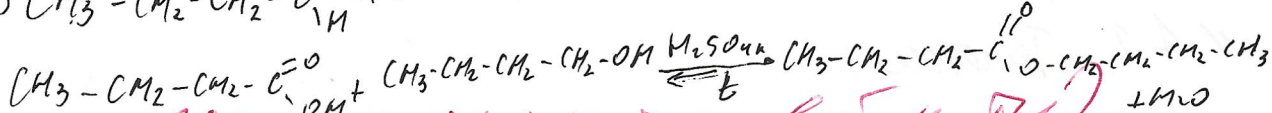
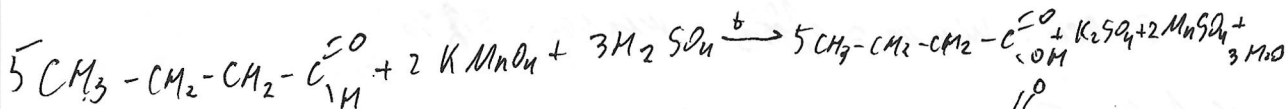
радикалов, то D - $\text{C}_3\text{M}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}^{\text{O}}_{\text{O}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$, тогда C - $\text{C}_3(\text{C}_2)_3 - \text{OH}$ - бутановый спирт:

Ответ: A - $\text{C}_3\text{M}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}^{\text{O}}_{\text{H}}$ - бутаналь;

B - $\text{C}_3(\text{C}_2)_2 - \text{CH}_2 - \text{C}^{\text{O}}_{\text{OH}}$ - бутановая кислота

C - $\text{C}_3\text{M}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ - бутановый спирт

D - $\text{C}_3\text{M}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}^{\text{O}}_{\text{O}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ - бутановый эфир бутановой кислоты



где связь нестационарная?

№ 6.1 Решение: Пусть z - $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$; тогда составим пропорцию

$$\frac{z \cdot (23 \cdot 2 + 12 + 48) \% \text{mol}}{183,7 \text{ г} \cdot \frac{14}{100} + 10 \cdot 18 \% \text{mol} z} = \frac{21,8}{100}; \quad 10600z = 4004,66 + 3924z$$

$$6676z = 4004,66$$

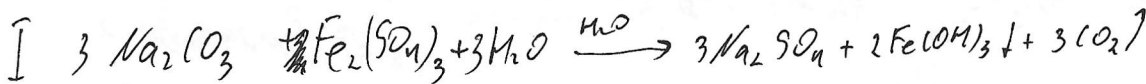
$$z = 0,6 \text{ моль}$$

см. предыдущую страницу

числовик; страница 25

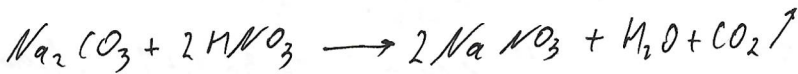
№ 6.1

Рассмотрим следующие реакции:



Пусть $\nu_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = x$; тогда $\nu_{\text{CO}_2} = x$;

II Na_2CO_3 - избыток по условию, тогда:



Пусть $\nu_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = y$; $\nu_{\text{CO}_2} = y$;

По условию: $\frac{\nu_{\text{CO}_2 \text{ II}}}{\nu_{\text{CO}_2 \text{ I}}} = 2$; тогда: $\begin{cases} x + y = 0,6 \\ 2x = y \end{cases}$

т.к. ν пропорциональны ν :

$\begin{cases} 3x = 0,6 \\ x = 0,2 \\ y = 0,4 \end{cases}$

$\nu_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$ во II колбе = 0,4 моль:

$m_{\text{раств}} = \frac{0,4 \text{ моль}}{0,6 \text{ моль}} \cdot (106 \cdot 0,6 + 180 \cdot 0,6 + 183,7 \cdot 1 - 1 \cdot 1) + 200 \text{ г} - 0,4 \cdot 18$

$m_{\text{колбы}} = 419,27 \text{ г}$

$\nu_{\text{NaNO}_3} = 2\nu_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$; $\nu_{\text{NaNO}_3} = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \text{ моль}$;

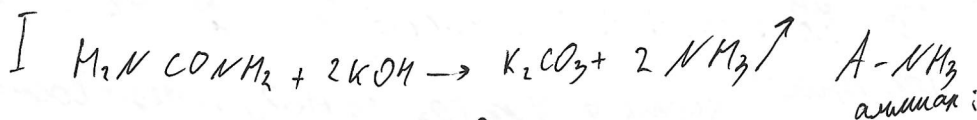
$m_{\text{NaNO}_3} = \nu \cdot M$; $m_{\text{NaNO}_3} = 0,8 \text{ моль} \cdot (23 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 16 \cdot 3) = 68 \text{ г}$;

$m_{\text{NaNO}_3} = 68 \text{ г}$;

$W_{\text{NaNO}_3} = \frac{m_{\text{NaNO}_3}}{m_{\text{раств}}}$; $W_{\text{NaNO}_3} = \frac{68 \text{ г}}{419,27 \text{ г}} = 0,162$

Ответ: $W_{\text{NaNO}_3} = 0,162$; $W_{\text{NaNO}_3} = 16,2\%$

№ 7.2 Температуры:



$\nu_{\text{HBr}} = C[\text{H}^+] \cdot V$; $C[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$;

$\nu_{\text{NH}_3} = 10^{-1,52} \cdot 0,31$; $\nu_{\text{NH}_3} = 0,009 \text{ моль}$;

$\nu_{\text{NH}_3} = \nu_{\text{HBr}} - \nu_{\text{NH}_4\text{Br}}$ см. след. страницу;

Чистовик страница 6

N 7.2

$$\nu_{NH_3} = 0,309 \text{ моль} - 0,009 \text{ моль}; \nu_{NH_3} = 0,3 \text{ моль};$$

$$\nu_{NH_3} = \nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} \quad \nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 0,3 \text{ моль} \cdot \frac{1}{2};$$

$$\nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 0,15 \text{ моль};$$

II



$$2BaO_2 + 2CO_2 \rightarrow 2BaCO_3 + O_2 \uparrow; \text{Пусть } \nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} = y;$$

$$\nu_{CO_2} = y; \nu_{N_2} = 2y; \quad y + 2y = \frac{1}{2} \nu_{NH_3} \text{ по условию};$$

$\nu_{O_2} = \frac{1}{2} y$
так как весь протерзано
малыми объёмами:

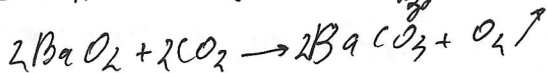
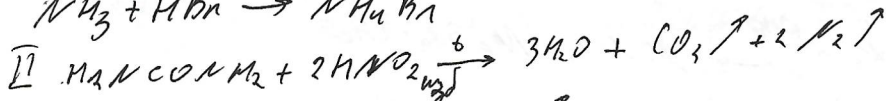
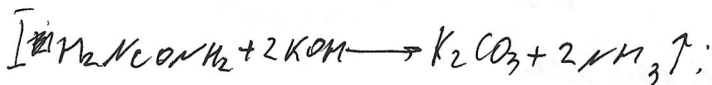
т.к. N_2 не реагирует с BaO_2 ;
 $2y = 0,3 \text{ моль} \cdot \frac{1}{2}$
 $y = 0,075$

Итого: $\nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 0,075 \text{ моль} + 0,15 \text{ моль};$

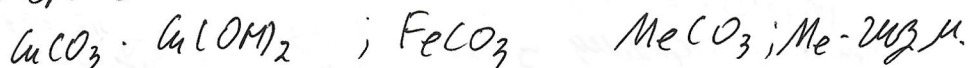
$$\nu_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 0,225 \text{ моль}; \quad C_{H_2N-C(=O)-NH_2} = \frac{\nu}{V};$$

$$C_{H_2N-C(=O)-NH_2} = \frac{0,225 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}}; \quad C_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 1,125 \text{ моль/л}$$

Ответ: А - NH_3 - аммиак; $C_{H_2N-C(=O)-NH_2} = 1,125 \text{ моль/л}$

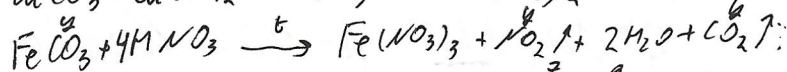
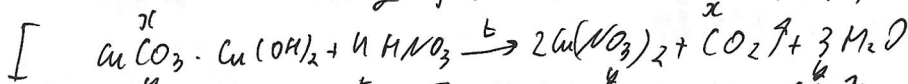


N 8.5 - Решение:



Пусть: $\nu_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = x; \quad \nu_{FeCO_3} = y; \quad \nu_{MeCO_3} = z;$

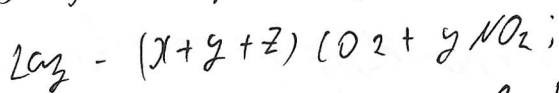
тогда: $222x + 116y + (M + 60)z = 116,47; \quad (1)$



см. след. страницу:

Чистовик: страница 7

№ 9.5 Рассмотрим смесь выделенный газ:



из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$PV = \nu RT; PV = \frac{m}{M} RT; \rho = \frac{m}{V}; PM = \rho RT; M = \frac{\rho RT}{P}$

Масса = $\frac{1,816 \text{ г} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (250 + 273)}{101,325 \text{ кПа}}$; $M_{\text{см}} \approx 44,404 \text{ г/моль}$

$PV = \nu RT; \rho = \frac{PV}{RT}$

$\nu_{\text{см}} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 30,561}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (250 + 273)}$; $\nu_{\text{см}} = 1,25 \text{ моль}$; $100\% O_2 - \nu NO_2$

тогда: $\rho \cdot 46 + (1-\rho) \cdot 44 = 44,404$

$2\rho = 0,404; \rho = 0,202$

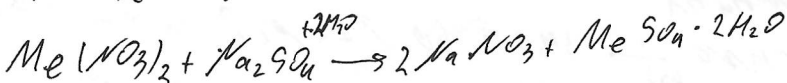
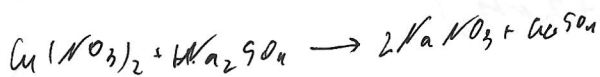
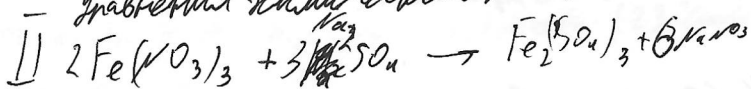
$y = \rho \cdot \nu_{\text{см}}; y = 0,202 \cdot 1,25 \text{ моль} = 0,2525 \text{ моль}$

$x+z+2y = 1,25; x+z = 1,25 - 2 \cdot 0,2525$

$x+z = 0,745 \text{ моль} \quad (1)$

$\nu Fe(OH)_2 = 0,2525 \text{ моль}$

Уравнения химической реакции:



$n MeSO_4 \cdot 2H_2O = 68,8 \text{ г}; \nu (1) \begin{cases} 222x + (n+60)z = 146,4 - 116 \cdot 0,2525 \\ x+z = 0,745 \text{ моль} \end{cases}$

$(n+132) \cdot z = 68,8 \text{ г} \quad (2)$

оставим систему: $\nu (1) (4B)$

$(n+132) \cdot z = 68,8 \text{ г} \quad (2)$

$(162-n)z = 48,08 \text{ г} \quad (3)$

$294z = 117,88$

$z = 0,4; 2)n+132 = \frac{68,8}{0,4}; n = 40; Me - Ca; \text{Кальций}$

см. след. страница

числовик страница 8

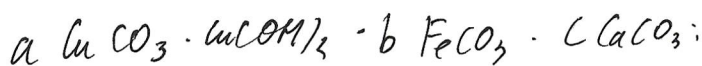
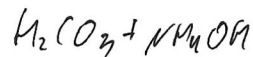
№ 5 из уравнения (5) $x = 0,75 - z$

$x = 0,75 - 0,4 = 0,35$ ✓

$\nu_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2} = 0,35 \text{ моль}$ $m = 77,7 \text{ г}$

$\nu_{FeCO_3} = 0,25 \text{ моль}$ $m = 29,75 \text{ г}$

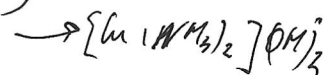
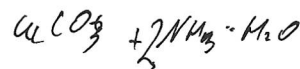
$\nu_{CaCO_3} = 0,4 \text{ моль}$ $m = 40 \text{ г}$



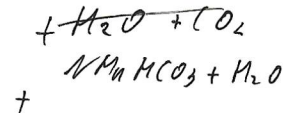
$a : b : c = 0,35 : 0,25 : 0,4$

$a : b : c = 35 : 25 : 40$

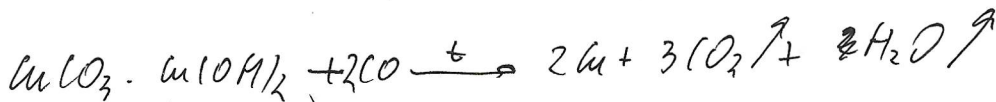
$a : b : c = 7 : 5 : 8$



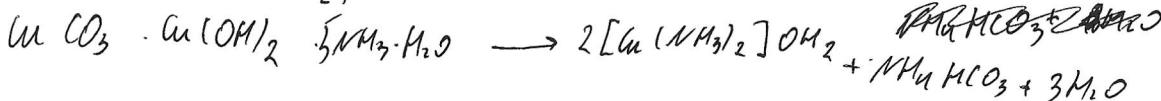
минерал: $7 CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5 FeCO_3 \cdot 8 CaCO_3$



$\nu_{Cu} = 2\nu_{CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2}$; $\nu_{Cu} = 0,7 \text{ моль}$;

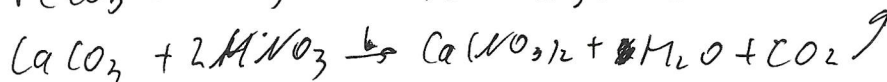
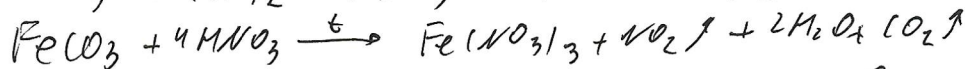
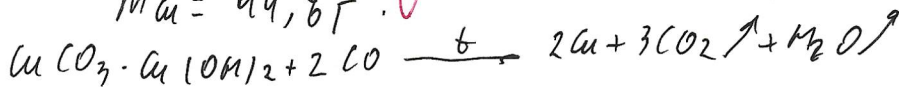


~~$m_{Cu} = \nu_{Cu} \cdot M_{Cu}$~~ $m_{Cu} = \nu_{Cu} \cdot M_{Cu}$; $m_{Cu} = 0,7 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль}$
 $m_{Cu} = 44,8 \text{ г}$;



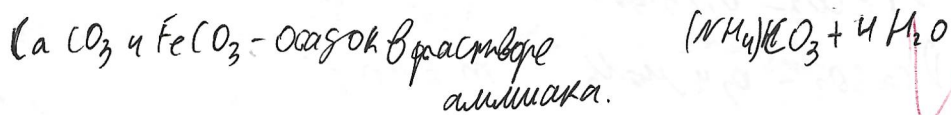
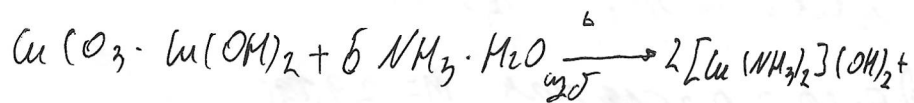
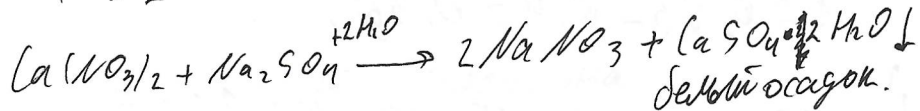
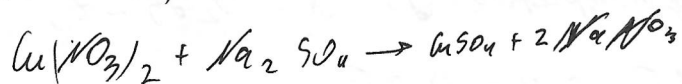
Ответ: минерал: $7 CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \cdot 5 FeCO_3 \cdot 8 CaCO_3$

$m_{Cu} = 44,8 \text{ г}$ ✓

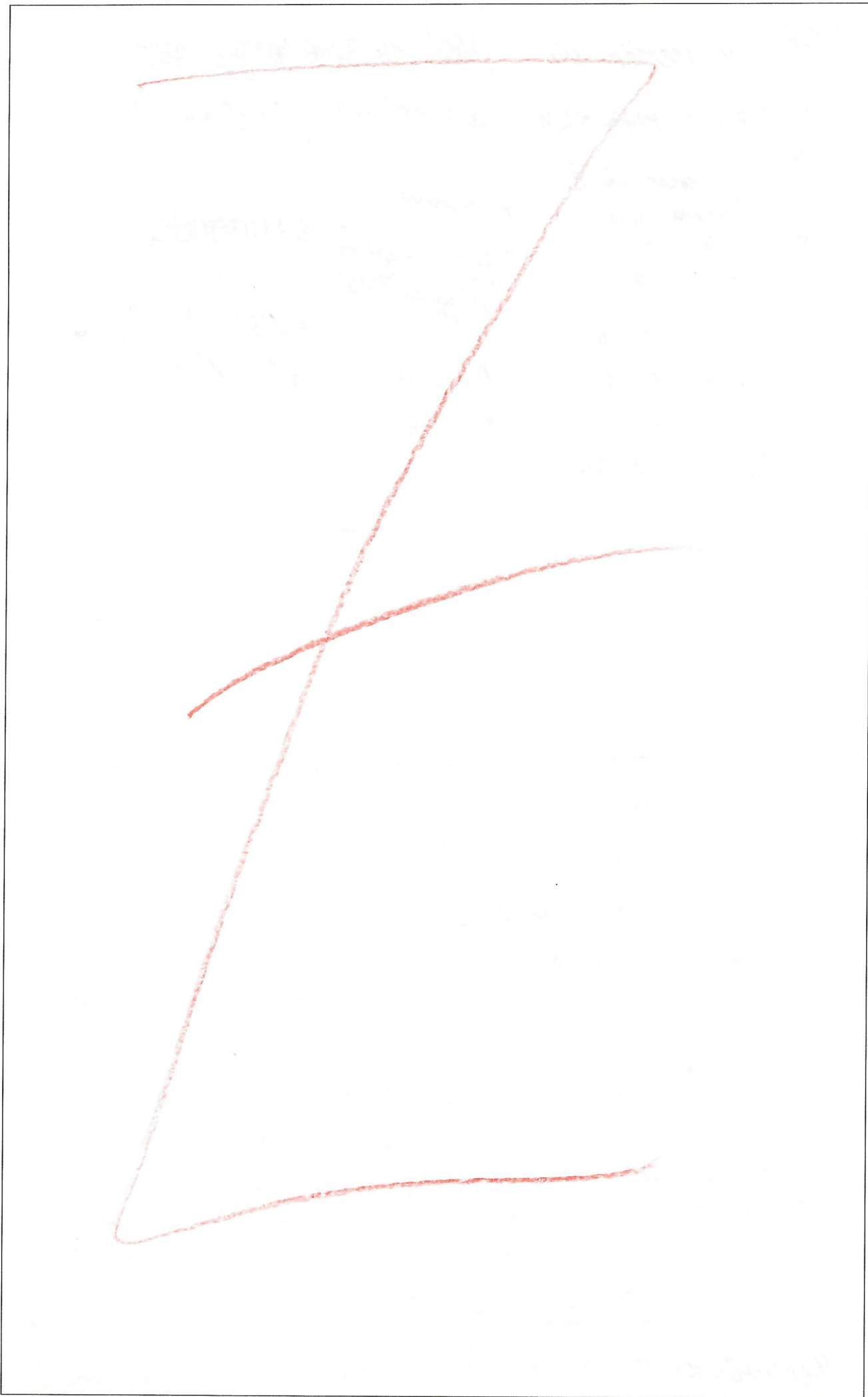


Чистовик страница 9 см. след. страницу:

№ 5 Ответ: $2 \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow 6 \text{NaNO}_3$



Чистовик страница 10



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

№1-6

X-мерный

~~Варианты 1, 2, 3, 4, 5~~

Спар = меспр ~~дд.ч~~

$Cu - 15^2 25^2 2p^6 45^1 3d^{10}$

число пар \bar{e}
 $\bar{x} \text{ или } y = y \cdot y$

X-типное:

$y = 1 ; x = 4$

$y = 2 ; x = 8$

$y = 3 ; x = 12$

$y = 4 ; x = 16$

$y = 5 ; x = 20$

$Mn 25 \begin{matrix} 35 \boxed{72} \boxed{72} \boxed{72} \boxed{72} \\ 15 \boxed{72} \end{matrix}$

$45 \boxed{72} 3d \boxed{72} \boxed{72} \boxed{72} \boxed{72}$

$C_2 H_5 - M = 29$

$C_3 H_7 - M = 43$

$n_{gr} = 20$

$n_{max} = 5$



Черновик.