



61-70-51-27
(56.9)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения г. Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Толковой Анастасии Олеговны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

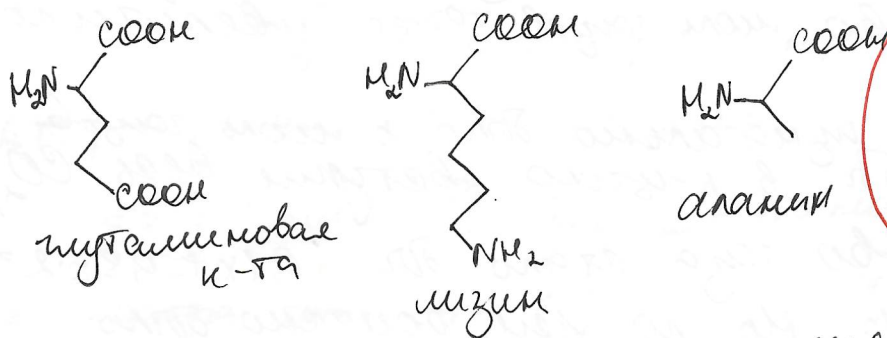
Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника

Числовик

N 15.

Затем формулы галенок олимонхалот



87

только глос
к-т м
Слб

на самом деле, где определены к-т
их рМ не важно, сколько углеродов
в цепи. Будем ориентироваться на то,
то в мухаммиевой к-те 2 карбоксильных
группы (самые сильные к-та => рМ самый
низкий => это к-та №2), в мизине 2 карбоксильных
группы => самый высокий рМ => это к-та №3),
а в аламинне только 1 карбоксильная группа
(=> рМ №1 => это к-та №1.)

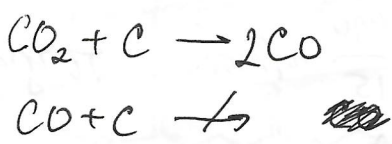
- Ответ:
1. аламин +
 2. мухаммиевая к-та +
 3. мизин +

N2.1.

$M(CO) = 28$ г/моль $M(CO_2) = 44$ г/моль
масса α -мольной доли CO в смеси, тогда
доля CO_2 (1- α). Составим уравнение:

$$44(1-\alpha) + 28\alpha = 21,2 \cdot 2 \quad \alpha = 0,1 \text{ - доля CO}$$

$$M(M_2) = 2 \Rightarrow M_{смеси} = 21,2 \cdot 2 \quad 1-0,1 = 0,9 \text{ - доля CO}_2$$



1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63	64
65	66	67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96
97	98	99	100				

Алмин

Чистовик

Объем газовой смеси прямо пропорцио-
нален кол-ву в-ва газа ($PV = RTn$)

\Rightarrow кол-во моль газов тоже увеличилось

в 1,5 раз
пусть изначально было x моль газов.
если бы в р-цию вступил весь CO_2 ,

то кол-во газа стало бы $0,1x + 0,9x \cdot 2 = 1,8x$,

а было x моль по усл. реакции было

стало $x \cdot 1,5 = 1,5x$ моль газа \Rightarrow не весь
 CO_2 вступил в р-цию.

пусть y моль CO_2 вступило в
р-цию. Составим уравн.

было	стало
x моль	$1,5x$ моль
$0,1x \text{ CO}$ $0,9x \text{ CO}_2$	$0,1x \text{ CO} + 2xy \text{ CO} + (0,9x - xy) \text{ CO}_2$

$$0,1x + 2xy + (0,9x - xy) = 1,5x$$

$$x \neq 0$$

$$2y + 0,9 - y = 1,4$$

$$y = 0,5$$

\Rightarrow в смеси $1,1x$ моль CO и $0,4x$ моль CO_2

тогда мольная доля CO $\frac{1,1x}{1,1x + 0,4x} = \frac{11}{15} +$

мольная доля CO_2 $\frac{0,4x}{1,1x + 0,4x} = \frac{4}{15} +$

рассчитаем среднюю молярную массу

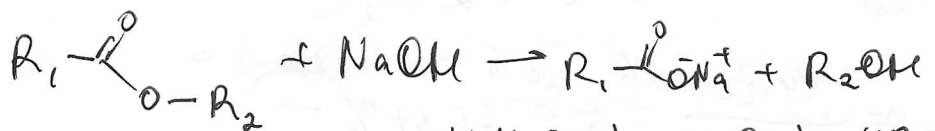
смеси $28 \cdot \frac{11}{15} + 44 \cdot \frac{4}{15} = \frac{484}{15}$ г/моль, тогда

$\rho_{\text{H}_2} = \frac{484}{15} : 2 = \frac{242}{15} \approx 16,13 +$

Ответ: плотность смеси по водороду $16,13 +$

Чистовики

№3.5



$$\Delta m = M(NaOH) \cdot n(NaOH) = 40n$$

$$\Delta m \text{ разности: } 442 + 232 - 472 = 202$$

$$\Rightarrow n(NaOH) = \frac{m}{M} = \frac{202}{40 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

\Rightarrow эфира тоже 0,5 моль (и соли и спирта 0,5 моль)

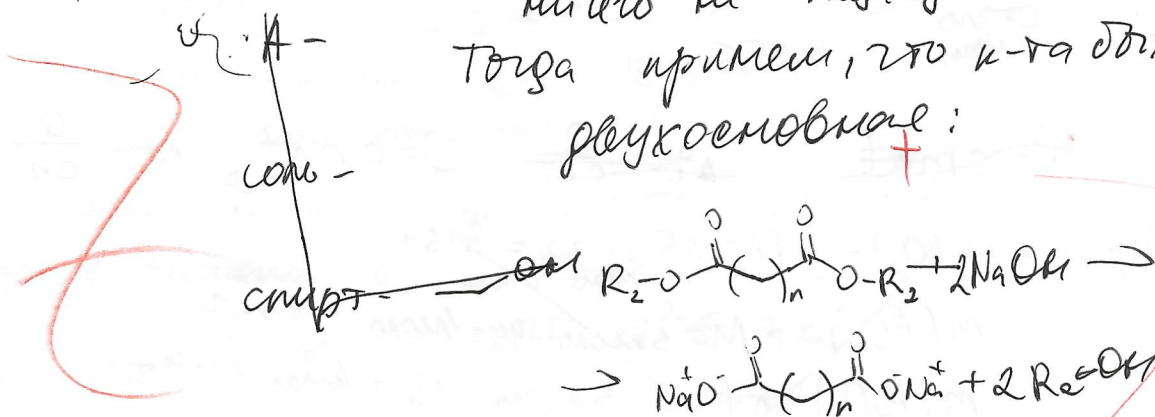
$$\Rightarrow M(A) = \frac{m}{n} = \frac{472}{0,5 \text{ моль}} = 944 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{соли}) = \frac{m}{n} = \frac{442}{0,5 \text{ моль}} = 884 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{спирта}) = \frac{m}{n} = \frac{232}{0,5 \text{ моль}} = 464 \text{ г/моль}$$

Учитывая, что к-та неразветвленного стро-
ения и спирт предельный, находим, что
ничего не переходит.

Тогда примем, что к-та б-жа
глюкозевая:



Тогда $n(R_2-OH) = n(NaOH) = 0,5$
 $M(\text{спирта}) = 464 \text{ г/моль} = \text{— г/моль}$

$$n(\text{соли}) = \frac{1}{2} n(NaOH) = 0,25 \text{ моль}$$

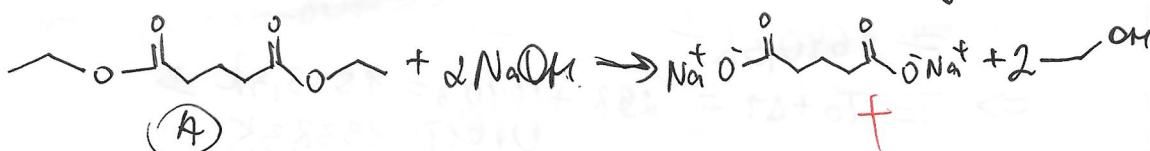
$$M(\text{соли}) = \frac{m}{n} = \frac{442}{0,25 \text{ моль}} = 1768 \text{ г/моль}$$

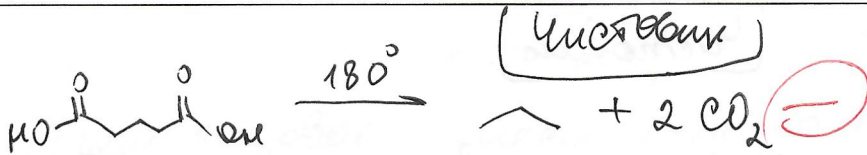
$\Rightarrow Na^+O^-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-ONa^+$
(микрометр прибора)

$$n(\text{эфира}) = n(\text{соли}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$M(\text{эфира}) = \frac{m}{n} = \frac{472}{0,25 \text{ моль}} = 1888 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{— г/моль} \text{ (A)}$$

(все сходится)

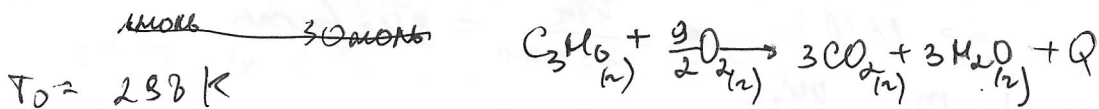




$\text{выход} = \frac{44 \cdot 2 \cdot 100\%}{132} = \frac{2}{3} \cdot 100\% = 66,67\%$

Ответ: 66,67%

4.4



T₀ = 298 K

$Q_{p-гип} = 3 \cdot Q_{\text{ср. H}_2\text{O}} + 3 \cdot Q_{\text{ср. CO}_2} - \frac{9}{2} Q_{\text{ср. O}_2} - Q_{\text{ср. C}_3\text{H}_6} =$
 $= 3 \cdot 241,8 + 3 \cdot 393,5 - 0 - (-20,4) = 1926,3 \text{ кДж/моль}$

Дано (моль)	1	30	0	0
Стало (моль)	0	25,5	3	3

$Q = cm\Delta t$ $\Delta t = \frac{Q}{cm}$ $Q = cm\Delta t$ $\Delta t = \frac{Q}{cm}$

$m(\text{O}_2) = n \cdot M = 25,5 \cdot 32 = 816 \text{ г}$

$m(\text{CO}_2) = n \cdot M = 3 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 132 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{O}) = n \cdot M = 3 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 54 \text{ г}$

$\Delta t = \frac{Q}{c_{\text{H}_2\text{O}} m_{\text{H}_2\text{O}} + c_{\text{CO}_2} m_{\text{CO}_2} + c_{\text{O}_2} m_{\text{O}_2}}$

$\Delta t = \frac{Q}{c_{\text{H}_2\text{O}} m_{\text{H}_2\text{O}} + c_{\text{CO}_2} m_{\text{CO}_2} + c_{\text{O}_2} m_{\text{O}_2}}$

$\Delta t = \frac{1926,3 \cdot 1000 \text{ Дж}}{3 \text{ моль} \cdot 43 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} + 3 \text{ моль} \cdot 57,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} + 25,5 \text{ моль} \cdot 21,7 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}}}$

$= 1640,3 \text{ K}$

$\Rightarrow T = T_0 + \Delta t = 298 + 1640,3 = 1938,3 \text{ K}$
 Ответ: 1938,3 K

Чистовик

521

$$PP_{Mg(OH)_2} = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

если $Mg(OH)_2 \rightleftharpoons Mg^{2+} + 2OH^-$
 тогда $Mg(OH)_2$ был р-м, значито согласно
 равновесию условия; $PP > [Mg^{2+}][OH^-]^2$

пусть концентрация $Mg(OH)_2$ x моль/л

$$7,1 \cdot 10^{-12} > [x][x]^2$$

$$7,1 \cdot 10^{-12} > x^3$$

$$x < \sqrt[3]{7,1 \cdot 10^{-12}}$$

$$x < 1,92 \cdot 10^{-4}$$

\Rightarrow растворимость $Mg(OH)_2$ в чистой воде
 $1,92 \cdot 10^{-4}$ моль/л

если $Mg(OH)_2 \downarrow$, то ~~$1,92 \cdot 10^{-4}$~~

концентрация $[OH^-] = 1,92 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 3,84 \cdot 10^{-4}$ моль/л

т.к. при диссоциации (предполагаю)
~~1 моль $Mg(OH)_2$ обр. 2 моль OH^-~~

если было x моль/л $Mg(OH)_2$, то при
 диссоциации обр. x моль/л $[Mg^{2+}]$ и $2x$ моль/л $[OH^-]$

Усл. раств. тогда $[x][2x]^2 \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$

$$4x^3 \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$x^3 \leq 1,775 \cdot 10^{-12}$$

$$x \leq 1,21 \cdot 10^{-4}$$

\rightarrow растворимость $Mg(OH)_2$ в чистой воде

$1,21 \cdot 10^{-4}$ моль/л +

если $Mg(OH)_2 \downarrow$, то

$$[OH^-] = 1,21 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 2,42 \cdot 10^{-4}$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = 3,62$$

$$pH = 14 - pOH = 10,38$$

$\frac{\text{числовик}}{pH} = 12,5$

$\Rightarrow pOH = 14 - pH = 14 - 12,5 = 1,5$

$pOH = -\log [OH^-]$

$[OH^-] = 0,0316 \text{ моль/л}$

тогда

$[X][2x + 0,0316]^2 \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$

$x(2x + 0,0316)^2 \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$

$x(4x^2 + 0,1264x + 9,9856 \cdot 10^{-4}) \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$

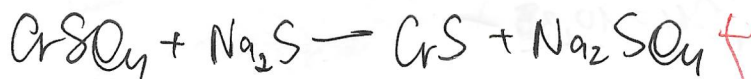
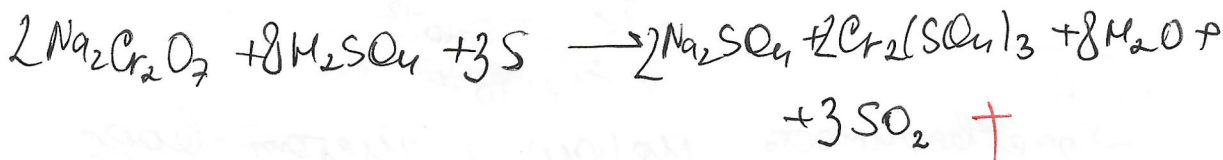
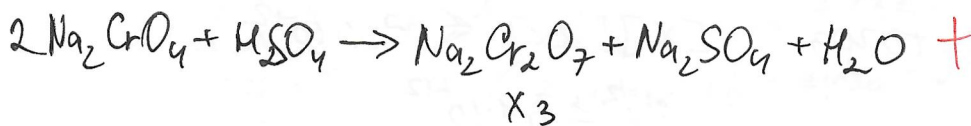
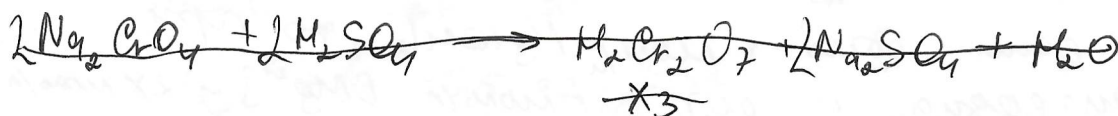
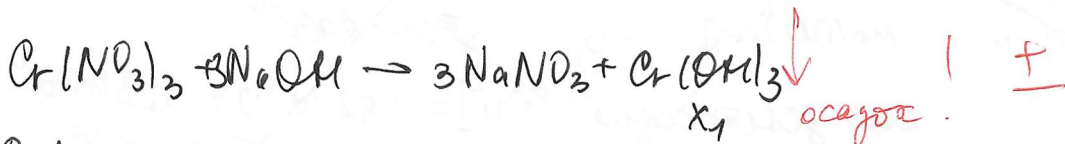
$4x^3 + 0,1264x^2 + 9,9856 \cdot 10^{-4}x \leq 7,1 \cdot 10^{-12}$

$x_1 = 7,11 \cdot 10^{-9} \quad x_2 \leq 0 \quad x_3 < 0$

$\Rightarrow \text{при } pH = 12,5 \text{ } p\text{-мощь } Mg(OH)_2 \text{ } 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$

№ 5.

по цветам окраски окр, это - Cr

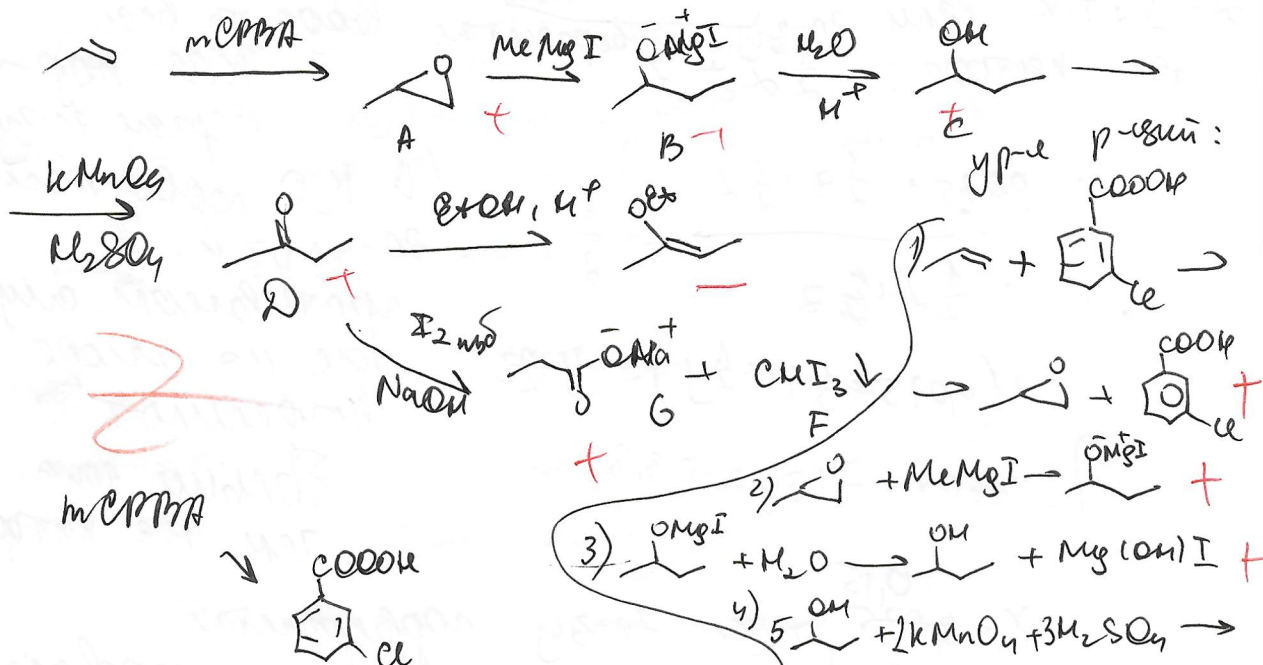


$CrSO_4$ - желтый - мышьяк

CrS - черной

7.1

Условно



$$n_D = \frac{m}{M} = \frac{10,82}{72,2 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n_D = n_F = 0,15 \text{ моль}$$

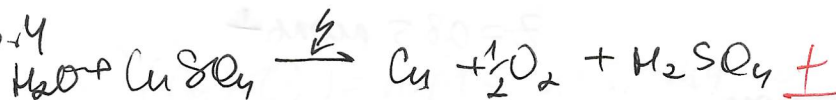
$$0,15 \text{ моль} - 100\% \Rightarrow x = 0,1125 \text{ моль}$$

$$0 \text{ моль} - 75\%$$

$$m_F = M \cdot n = 0,1125 \text{ моль} \cdot 384 = 44,325 \text{ г}$$

Ответ: 44,325 г

8.4



пусть $CuSO_4$ x моль, а KCl y моль в смеси

$$160x + 74,5y = 53,8$$

$n \geq$ моль H_2O
проверимся zn-zy



газ на катоде: H_2

газ на аноде: O_2, Cl_2

~~$$n(Cu) = \frac{m}{M} = \frac{3,62}{64 \text{ г/моль}} = 0,056 \text{ моль}$$~~

$$\Rightarrow n_{O_2} \text{ на аноде в р-ти с } CuSO_4 \frac{0,15}{2} = 0,075 \text{ моль}$$

тогда на аноде $0,075 + \frac{1}{2}z + \frac{1}{2}d$, где d - моль KCl проверимся zn-zy

$x=y$, т.к. если M_2O превращается в CaO , то весь CaO поворачивается в CaCO_3 и т.д. в противном случае на атоме выделилось бы больше CaO , чем на катод

$$\frac{0,075 + \frac{1}{2}z + \frac{1}{2}x}{\frac{1}{2}x + \frac{3}{2}z} = \frac{2}{3}$$

$$\begin{cases} 3(0,075 + \frac{1}{2}z + \frac{1}{2}x) = y + 2z \\ 160x + 74,5y = 53,8 \end{cases}$$

$x = 0,075$, т.к. M_2O превращается в CaO полностью

тогда $y = \frac{53,8 - 160 \cdot 0,075}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$

~~$$0,225 + \frac{3}{2}z + 0,075 = 0,56 + z$$~~

~~$$0,5z = 0,225 + \frac{3}{2}z + 0,075 = 0,4 + z$$~~

~~$$0,5z = 0,5z = 0,425 \text{ моль}$$~~

$z = 0,85 \text{ моль}$

итого

$n(\text{M}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль}$

$n(\text{KCl}) = 0,4 \text{ моль}$

$n(\text{M}_2\text{O})_{\text{M}_2\text{O}} = 0,85 \text{ моль}$

$$m_{\text{р-ра}} = 0,45 \cdot 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}} + 53,8 \text{ г} - 9,6 \text{ г} - 32 \cdot \frac{0,15}{2} \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 2 \cdot \frac{94}{2} \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 71 \cdot \frac{0,4}{2} \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 2 \cdot \frac{0,85}{2} \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 32 \cdot \frac{0,85}{2} \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 461,92 \text{ г}$$

т.к. M_2O с CaCO_3 в CaO превращается, то будем считать, что CaO не выделяется в р-р

тогда $m(\text{ком}) = n \cdot M = 0,4 \text{ моль} \cdot 56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 22,4 \text{ г}$

$w(\text{ком}) = \frac{m_{\text{ком}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{22,4 \text{ г}}{461,92 \text{ г}} \cdot 100\% = 4,85\%$

$n(\text{M}_2\text{SO}_4) = n(\text{CaSO}_4) = 0,15 \text{ моль}$

как в этом случае $\text{CaSO}_4 + 2\text{KCl} \rightarrow \text{Ca} + \text{Cl}_2 + \dots$

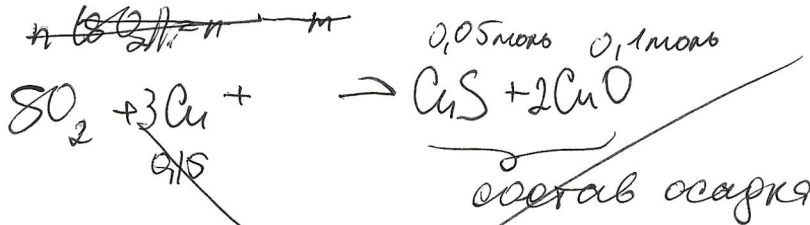
Чистовик

$$m(\text{CuSO}_4) = M \cdot n = 160 \text{ г/моль} \cdot 0,15 \text{ моль} = 24 \text{ г}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{24 \text{ г} \cdot 100\%}{461,5 \text{ г}} = 5,20\%$$



~~$$n(\text{SO}_2) = \frac{1}{2} n(\text{KOH}) = \frac{0,4 \text{ моль}}{2} = 0,2 \text{ моль}$$~~

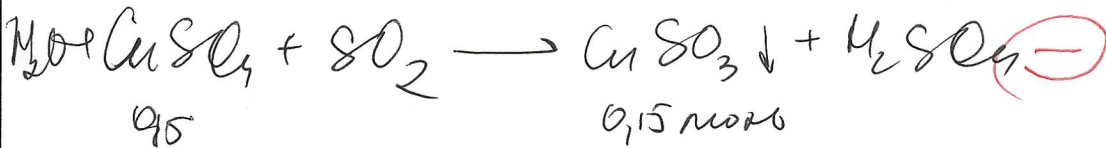


~~$$m(\text{Cu}_2\text{S}) = n \cdot M = 0,05 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 2,8 \text{ г}$$~~

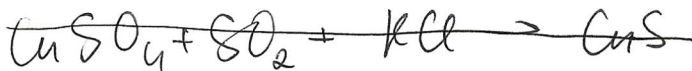
~~$$m(\text{CuO}) = n \cdot M = 0,1 \text{ моль} \cdot 80 \text{ г/моль} = 8 \text{ г}$$~~

~~$$m_{\text{осарка}}: 2,8 + 8 = 10,8 \text{ г}$$~~

~~$$\text{состав на CuS} = \frac{2,8}{10,8} \cdot 100\% = 25,9\% - \text{CuS}$$~~
~~$$74,1\% - \text{CuO}$$~~



~~$$m(\text{CuSO}_3) = n \cdot M = 0,15 \cdot 144 = 21,6 \text{ г} - \text{масса} \downarrow$$~~



K₂SO₄

Черновик

2,1 су



0,8

было x стало $1,5x$

$0,1x CO$ $0,1x$
 $0,9x CO_2$ $1,8x$ $1,4$

~~$1,8x$~~

$1,4$ у-гоме CO_2 , бар

$$1,4x = (0,9x - y \cdot x) + 2yx \quad x \neq 0$$

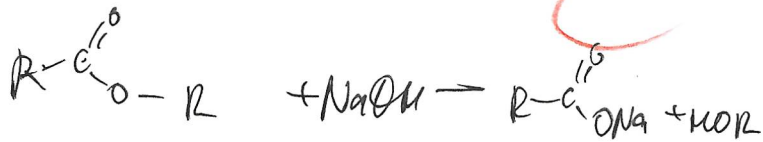
$$1,4 = (0,9 - y) + 2y$$

$$-1,4 = 0,9 + y$$

$$y = 0,5$$

x моль

y - моль



$$xy = 47$$

$x +$

$$(2,24 \cdot 10^{-4} + x) \cdot x = 10^{-14}$$

$$2,24 \cdot 10^{-4} x + x^2 - 10^{-14} = 0$$

$$x_1 = 4,46 \cdot 10^{-11}$$

