



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Подкорытова Дарья Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **89**

Дата проведения: **01 марта 2021 года**

Результаты проверки (технический балл):

Задача 1	0
Задача 2	10
Задача 3	15
Задача 4	15
Задача 5	25
Задача 6	24

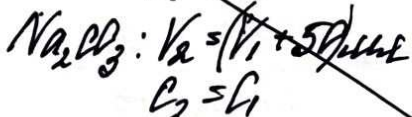


(B2)

Мишень облучают ионами, а не нейтральными атомами из-за большей активности первого.

(Ca²⁺ менее стабилен чем Ca⁰)

N2) Дано:



$\text{ПР} = 10^{-10},11$

Выпадет ли SrCO_3 ?

Решение:



$\text{ПР} = [\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$

$[\text{Sr}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = \frac{V_0 \cdot C_1}{1000} \cdot \frac{V_0 \cdot C_2}{1000} =$
 $= \frac{0,025 \cdot 0,1}{1000} \cdot \frac{(20+5) \cdot 0,1}{1000} = 0,2 \cdot 0,025 \cdot$
 $\cdot 0,25 \cdot 0,025 = 1,25 \cdot 10^{-6}$

$1,25 \cdot 10^{-6} > 1,1 \cdot 10^{-10} \Rightarrow$ осадок выпадет

N3) А содержит 42 е, III элемент периодического ряда, содержит кислород

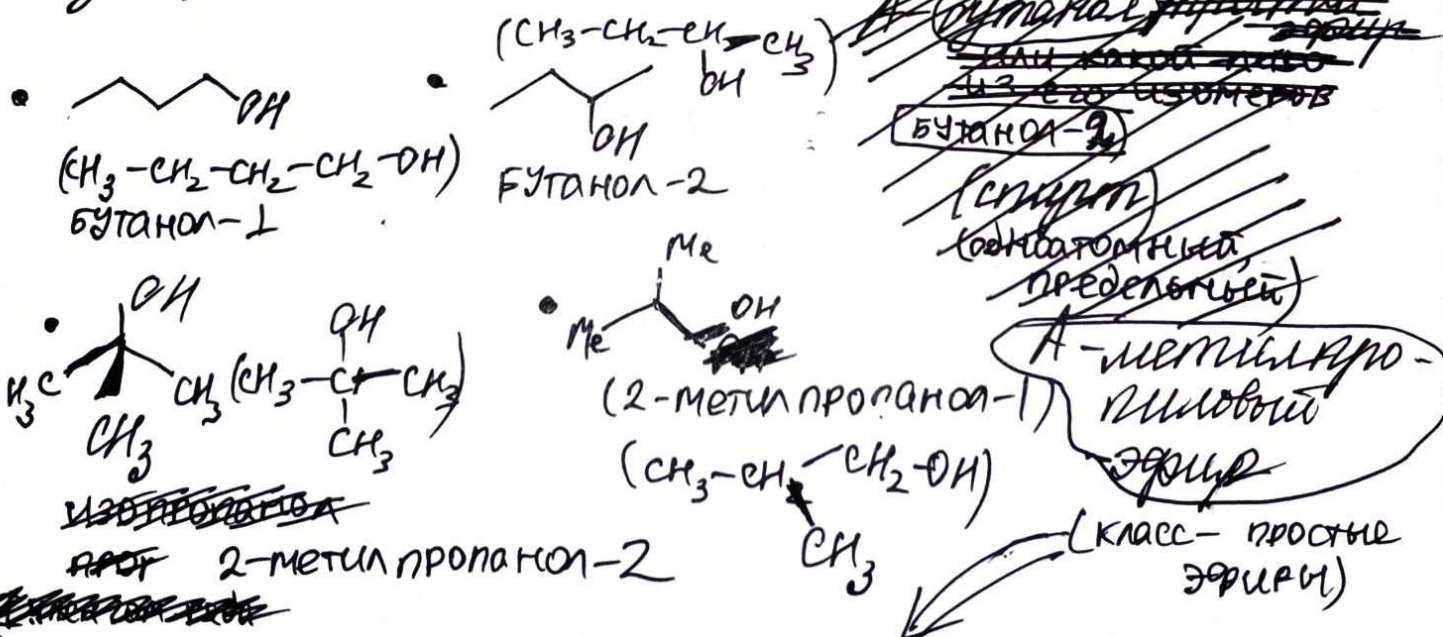
Б А есть n атомов O и 3n атомов C: (предположение) $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ и $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$ не имеют смысла

$42 - 8 - 4 \cdot 6 = 10 \text{ (e)}$ - содержат атомы водорода

(N e) в а.о) (количество (N e) электронов в а.о.)

$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ - алкены группы

Изомеры:



(класс - простые эфиры)

Чистовик, лист 2
 (продолжение решения зад. 3) (Илиен гом. ряда $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$, II - $\text{CH}_3\text{-O-Et}$, III - $\text{CH}_3\text{-OPr}$)
 Общая формула гомологического ряда: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$

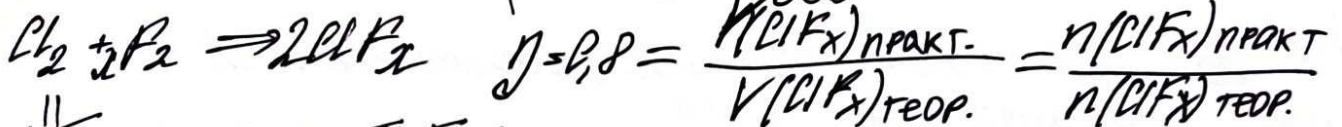
№4) Дано: $T_0 = 293\text{K}$
 $n(\text{Cl}_2) = 0,125$ моль
 $n(\text{F}_2) = 0,675$ моль
 $\eta = 0,8$ $T_k = 586\text{K}$
 пред.: ClF_x $p_0 = p_k$

Решение: $pV = nRT$ $V = \text{const}$ (закрытый реактор)
 $p_0 = \frac{(0,125 + 0,675) \cdot 8,314 \cdot 293}{V_{\text{реактора}}}$ ($p = \frac{nRT}{V}$)
 $p_0 = \frac{1948,8016}{V_{\text{реактора}}}$

$x = ?$ ~~$n(\text{ClF}_x) = ?$~~
 $n(\text{ClF}_x) = ?$
 $V(\text{надн}) = ?$
 $(c(\text{надн}) = 2\text{M})$

$p_0 = p_k = \frac{1948,8016}{V_{\text{реактора}}} = \frac{234,4 \cdot 8,314}{V_{\text{реактора}}}$
 $p_k = \frac{586 \cdot n_k \cdot 8,314}{V_{\text{реактора}}} = \frac{234,4 \cdot 8,314}{V_{\text{реактора}}}$

$n_k = \frac{234,4}{586} = 0,4$ (моль)



~~$n(\text{ClF}_x)_{\text{теор.}} = n(\text{Cl}_2) \cdot 2 = 0,125 \cdot 2 = 0,25$~~

(одинак. условия)

$n(\text{ClF}_x)_{\text{практ.}} = n(\text{ClF}_x)_{\text{теор.}} \cdot \eta = 0,25 \cdot 0,8 = 0,2$

ClF_x может иметь состав либо ClF , либо ClF_2 , либо ClF_3 , либо ClF_5 , либо ClF_7

Получим составить следующую таблицу:

	Cl_2	F_2	ClF_x	
было	0,125	0,675	0	(= 0,8 моль)
изменение	$-n$	$-xn$	$+2n$	
стало	$0,125 - n$	$0,675 - xn$	$2n$	(= 0,4 моль)

$0,125 - n + 0,675 - xn + 2n = 0,4$

$0,8 + n - xn = 0,4$

Если $x = 1$, то уравнение потеряет смысла: $0,8 = 0,4$

Если $x = 3$, то $2n = 0,8 - 0,4 \Rightarrow n = 0,2$, но тогда Cl_2 будет затрачен в большем количестве, чем он есть

Если $x = 5$, то $n = 0,1$ (удовл. всем условиям) ($0,2 \geq 0,125$)

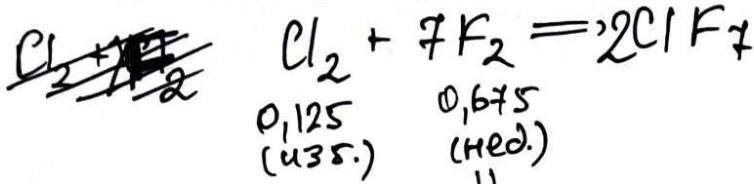
Если $x = 7$, то $n = 0,06$ (удовл. всем условиям)

Чистовик лист 3
 (прод. решеним зад. 4)
 → проверим результаты для ClF_5 и ClF_7 по выходу:

$$n(ClF_x)_n = n(ClF_x)_T \cdot 0,8$$

(ПРАКТИЧ.) (ТЕОРЕТИЧ.)

Для ClF_7 :



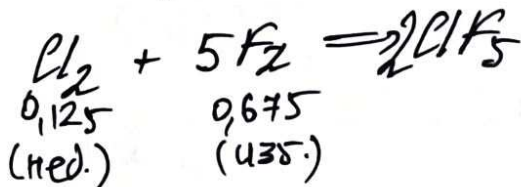
0,125 (изв.) 0,675 (мед.)

$$n(ClF_7)_{теор.} = \frac{0,675}{7} \cdot 2 \approx 0,19286 \text{ (моль)}$$

$$0,06667 \cdot 2 \neq 0,19286 \cdot 0,8$$

↓
 Продукт — не ClF_7

Для ClF_5 :

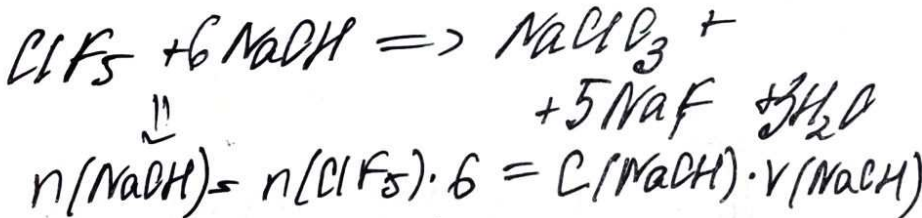


0,125 (мед.) 0,675 (изв.)

$$n(ClF_5)_{теор.} = 0,125 \cdot 2 = 0,25 \text{ (моль)}$$

~~$0,25 \cdot 0,8 = 0,2$~~
 $0,25 \cdot 0,8 = 0,2$
 (n(ClF₅)_{теор.} · 0,8)

↓
 Продукт реакции — ClF_5 ,
 получается в количестве 0,2 моль



$$n(NaOH) = n(ClF_5) \cdot 6 = C(NaOH) \cdot V(NaOH)$$

$$V(NaOH) = \frac{n(ClF_5) \cdot 6}{C(NaOH)} = \frac{0,2 \cdot 6}{2} = 0,6 \text{ (л)} = 600 \text{ (мл)}$$

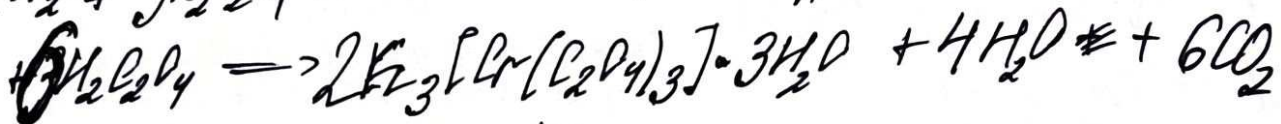
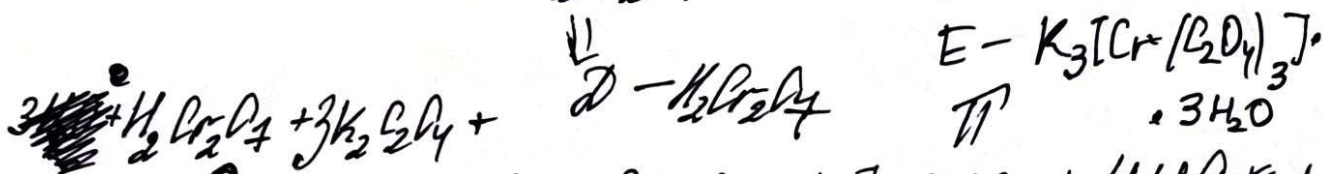
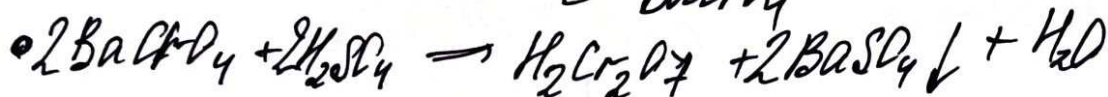
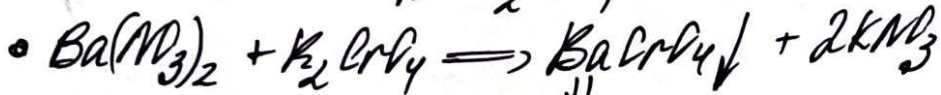
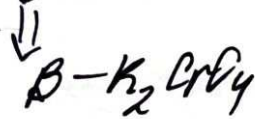
Ответ: $n(ClF_5) = 0,2$ моль
 (2 = 5)

$$V(NaOH) = 600 \text{ мл}$$

№6) Укажите искомые степени окисления +2 ~~(и не угад.)~~
~~и +3~~ (Mg $\overset{+2}{\text{Zn}}$ $\overset{+3}{\text{O}_4}$)

$$\frac{2 \cdot M(Z)}{2 \cdot M(Z) + 16 \cdot 4 + 24} = 0,5417 \Rightarrow \frac{2 \cdot M(Z)}{2 \cdot M(Z) + 88} = 0,5417 \Rightarrow M(Z) \approx 52 \Rightarrow \text{Fe-Cl}$$

Чистовик, лист 4
(прод. реш. задачи 6)



(вычисление формулы E:

Скорее всего, E содержит 1 атом Cr,
т.е. минимальная масса E составит:

$M = \frac{52}{0,1068} \approx 487 \left(\frac{2}{\text{моль}} \right)$

вычитая 3 кристаллизационных воды, и
минимальную массу сульфата:

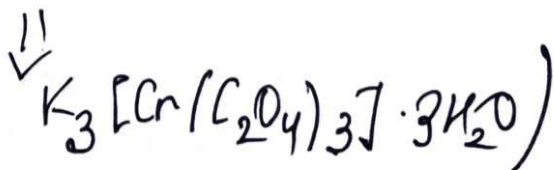
$487 - 52 - 3 \cdot 18 = 381 \left(\frac{2}{\text{моль}} \right)$ — суммарная

молярная масса ат. К
и остатков $C_2O_4^{2-}$

$Cr^{+3} \Rightarrow$ соотношение
K + K $C_2O_4^{2-}$ 3:3:3

Проверим: $381 = 3 \cdot 39 + 3 \cdot (12 \cdot 2 + 4 \cdot 16) \neq$

$381 = 381$



15) $pH = 1 \Rightarrow C[H^+] = 10^{-1} M$

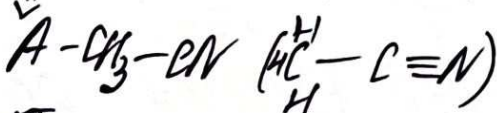
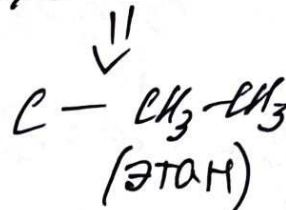
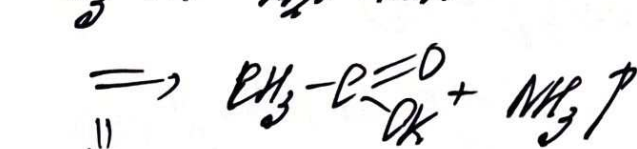
При брашировании выделяется HBr , а так как
реакции выход равен 64%, то получим: \rightarrow

Числовое значение
 (прод. реш. зад. 5) (при решении V остается тем же по усл.)

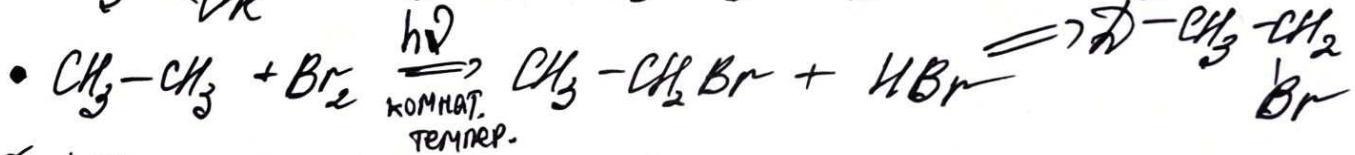
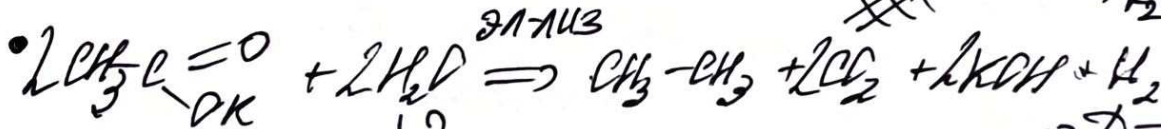
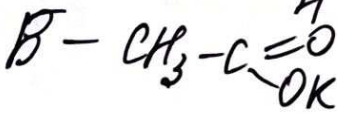
$$n(\text{HBr}) = \frac{C(\text{H}^+) \cdot V(\text{H}_2\text{O})}{1000} : \eta = 100\% = \frac{0,1 \cdot 800}{1000} : 64 \cdot 100 = 0,125 \text{ (моль)}$$

Образовалось многобразное производное \Rightarrow
 $\Rightarrow n(\text{C}) = n(\text{HBr}) \Rightarrow M(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{n(\text{HBr})} =$

$$= \frac{3,75}{0,125} = 30 \text{ (г/моль)}$$



(возможно взаимодействие CO_2 и KOH : $\text{KOH} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{KHC}_2\text{O}_4$
 $\text{KHC}_2\text{O}_4 + \text{KOH} \Rightarrow \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$)



Дано:

$$V = 800 \text{ мл}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ M}$$

$$C(\text{KOH}) = 0,5 \text{ M}$$

$$\text{pH}_k = 1,3$$

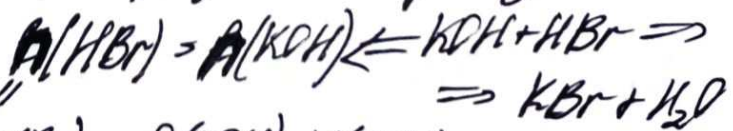
$$V(\text{KOH}) = ?$$

Решение:

$$\text{pH}_k = 1,3 \Rightarrow \text{pOH}_k = 14 - \text{pH}_k = 12,7$$

$$C(\text{OH}^-)_k = 10^{-1} \text{ M}$$

Для начала, рассмотрим раствор до нейтрализации:



$$C(\text{HBr}) \cdot V(\text{HBr}) = C(\text{KOH}) \cdot V(\text{KOH})$$

$$C_1 \cdot 0,1 = 0,5 \cdot x \Rightarrow x = \frac{0,8 \cdot 0,1}{0,5} = 0,16 \text{ (мл)}$$

В т. полной нейтрализации получим р-р с $\text{pH} = 7$

$$\text{объем } V_0 = 0,16 + 0,8 = 0,96 \text{ (мл)}$$



Чистоты, моль (прод. реш. зад. 5) после т. нейтрализации.

$$C(OH^-)_k = \frac{V(KOH)_{добав.} \cdot C(KOH)}{V_0 + V(KOH)_{добав.}}$$

$$10^{-1} = \frac{0,5 \cdot V(KOH)_{добав.}}{0,96 + V(KOH)_{добав.}} \Rightarrow 0,096 + V(KOH)_{добав.} \cdot 0,1 = 0,5 V(KOH)_{добав.}$$

$$0,4 V(KOH)_{добав.} = 0,096$$

Суммарно $V(KOH)_{добав.} = 0,24 \text{ (л)}$

добавим $0,24 + 0,16 = 0,4 \text{ (л)}$ KOH

Ответ: $0,4 \text{ л KOH (400 мл)}$ (см. далее прод. реш. зад. 5)

№2) Дано:

$SrCl_2$: $V_1 = 200 \text{ мл}$
 $C_1 = 0,005 \text{ M}$

Na_2CO_3 : $V_2 = (V_1 + 50) \text{ мл}$

$C_2 = C_1$
MP = 10^{-10} л/л

Выпадет ли $SrCO_3$?

Решение:



MP? $[Sr^{2+}] [CO_3^{2-}]$

$$[Sr^{2+}] = \frac{n(Sr^{2+})}{V_0} = \frac{V_1 \cdot C_1}{V_2 + V_1}$$

$$= \frac{200 \cdot 0,005}{200 + 200 + 50} = \frac{1}{450} \text{ (M)}$$

$$[CO_3^{2-}] = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_0} = \frac{C_1 \cdot (V_1 + 50)}{V_0}$$

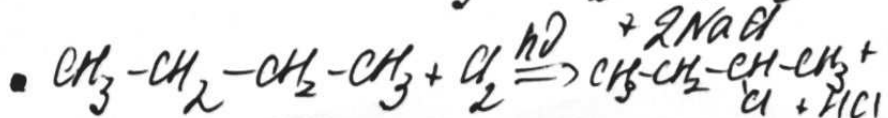
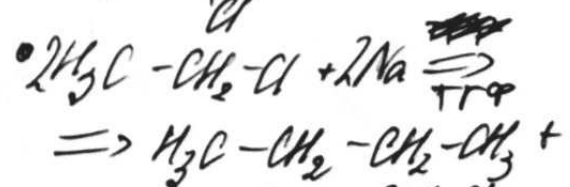
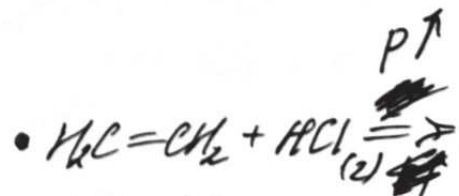
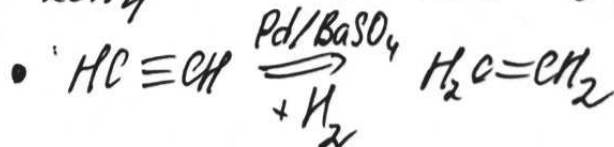
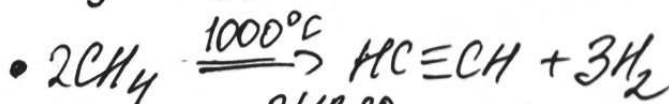
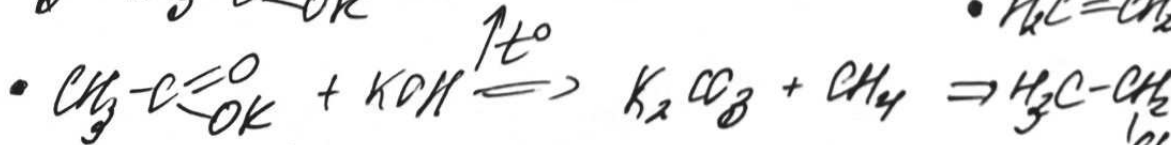
$$= \frac{250 \cdot 0,005}{200 + 200 + 50} = \frac{1,25}{450}$$

$$[Sr^{2+}] [CO_3^{2-}] = 6,1728 \cdot 10^{-6}$$

$$6,1728 \cdot 10^{-6} > 1,1 \cdot 10^{-10}$$

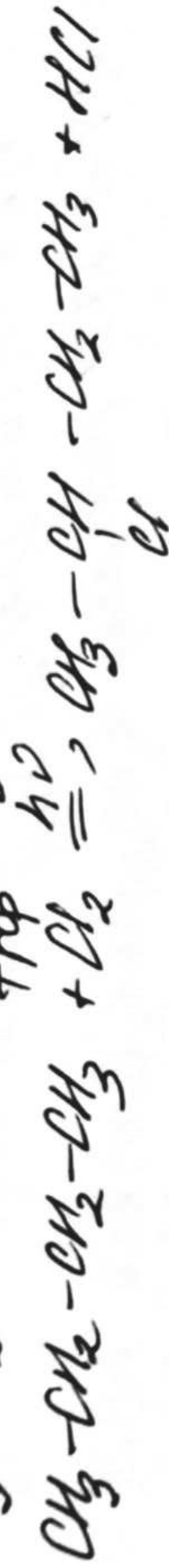
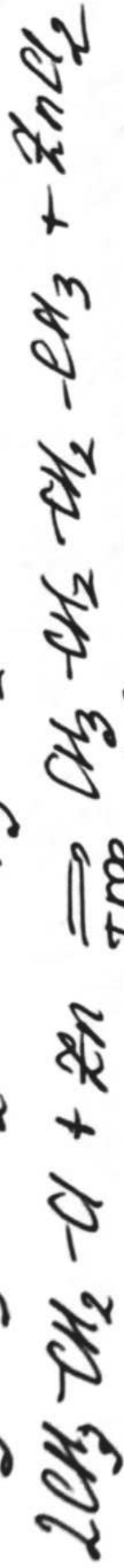
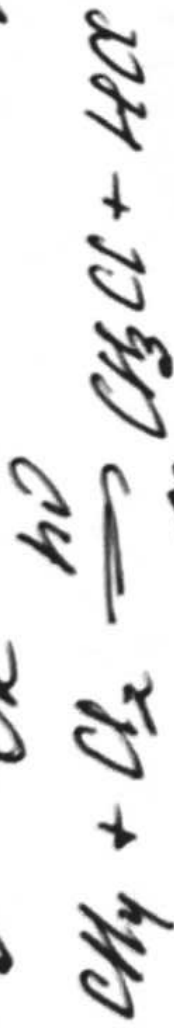
∴ осадок выпадает

(прод. реш. зад. 5)

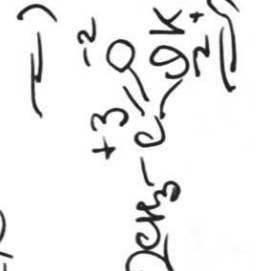
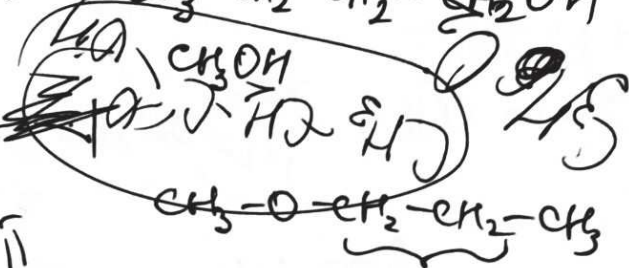
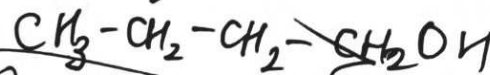
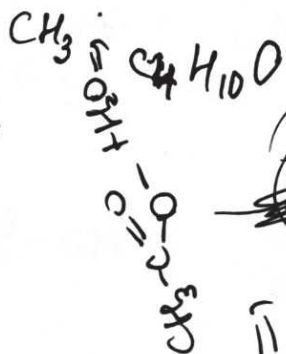
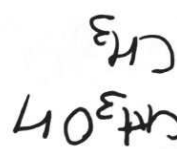
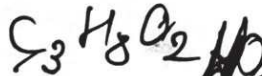
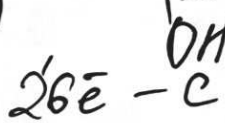
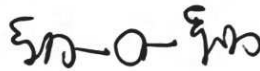
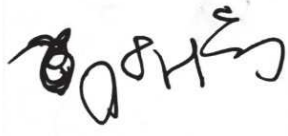
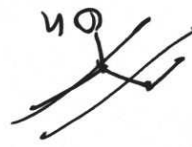
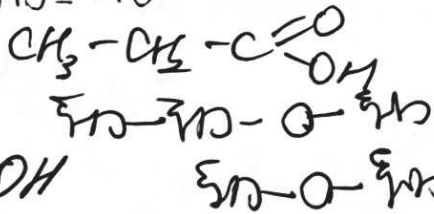


Зачем так усложнять?

4004 CIPPOD. PEW. 3A0.5)



Черновик, лист 1



$0,125 = x \quad 0,675 - nx + 2x = 0,4$

$0,8 + x - nx = 0,4$

~~$n=3$~~

$0,8 - 2x = 0,4$

$2x = 0,4 = 1x = 0,2 - 1$

$n=5$

$0,8 - 4x = 0,4$

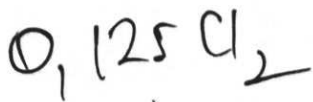
$4x = 0,4 = 1x = 0,1$

$0,2 + 0,175 + 0,025$

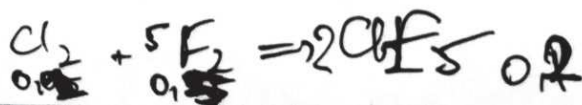
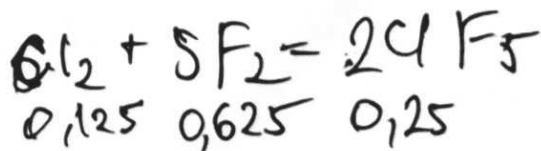


$\frac{0,1}{0,8} = 0,125 \text{ моля}$

$0,125 \quad 0,0625 + 0,125 + 0,3625$



$0,1 \Rightarrow$



300 ml = 0,3 л

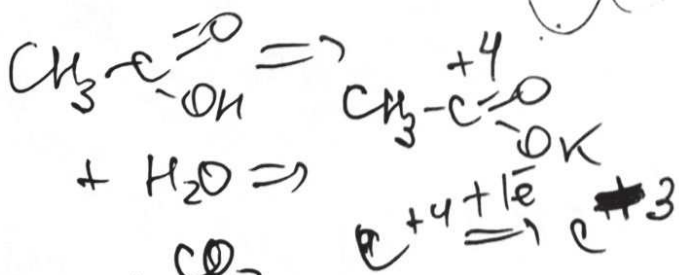
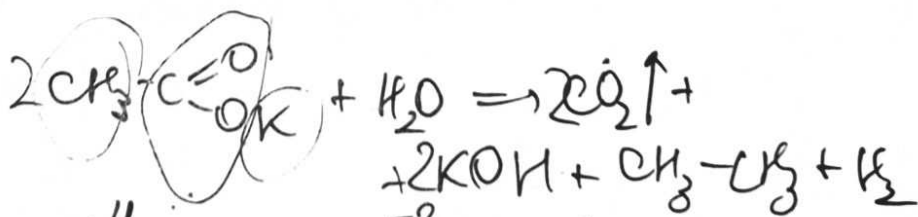
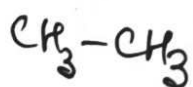
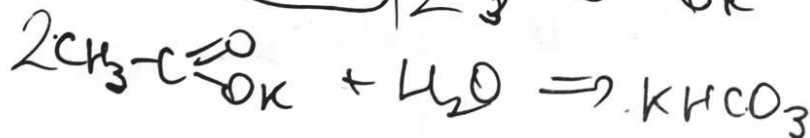
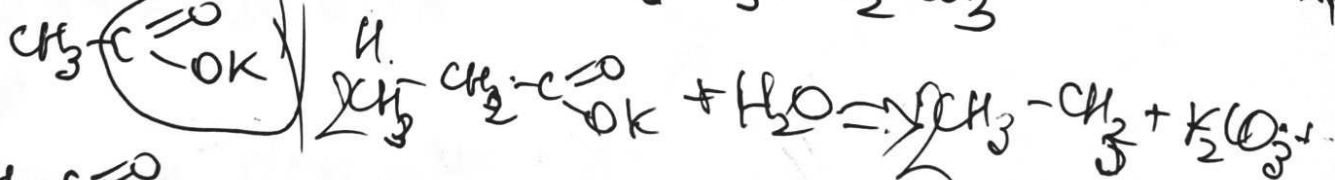
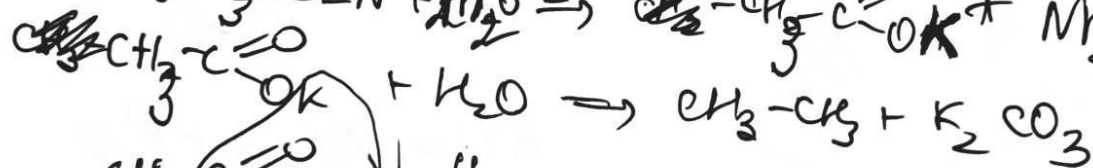
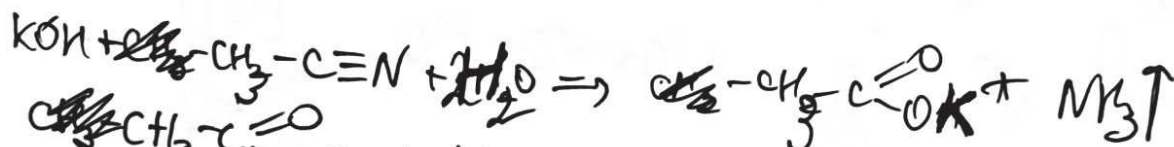
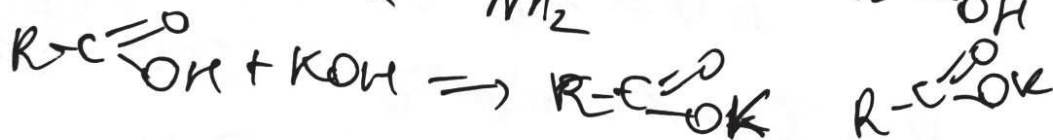
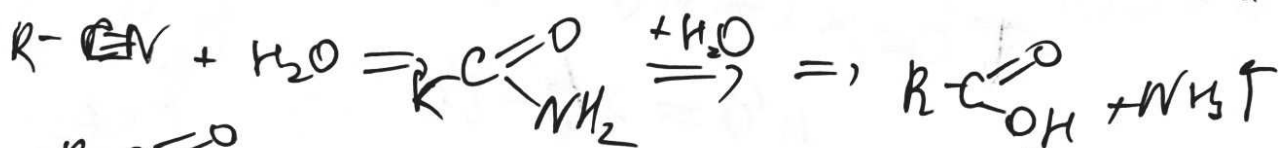
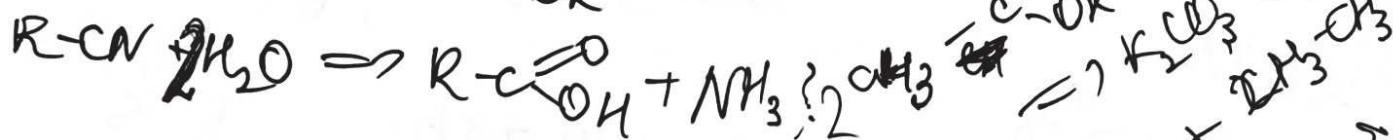
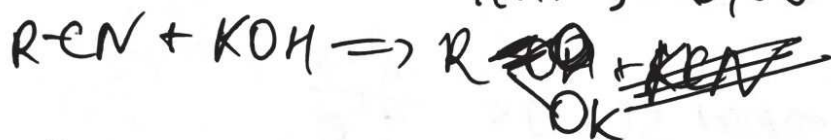
Черный элемент

pH = 1 ⇒ [H⁺] = 10⁻¹

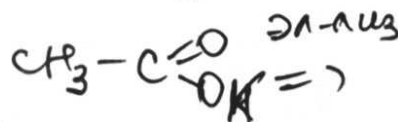
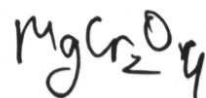
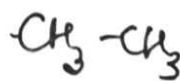
30 $\frac{2}{\text{моль}}$

0,1 моль/л

n(HBr) = 0,03



0⁻² ⇒ O₂ ↑



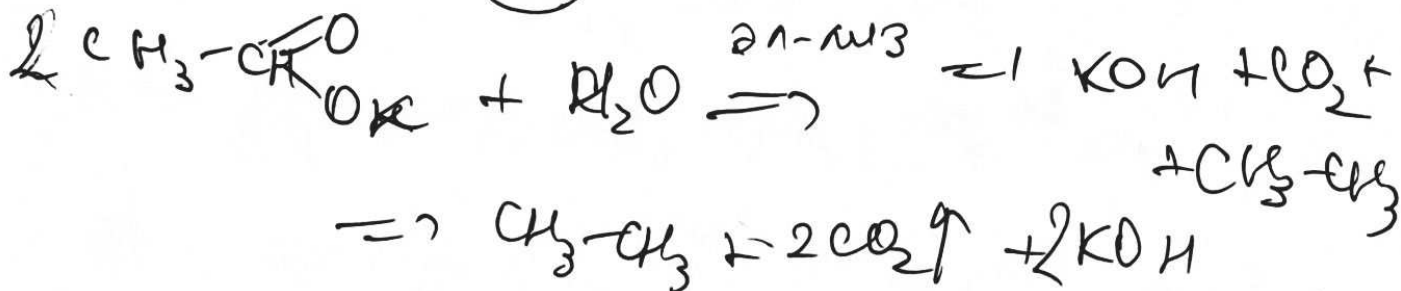
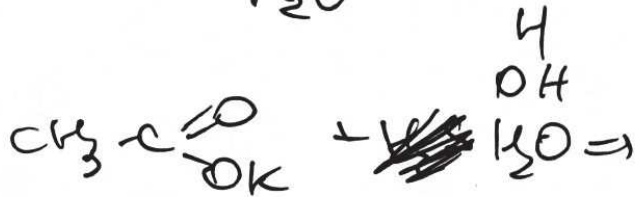
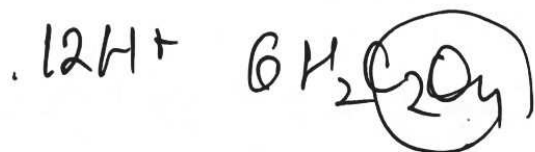
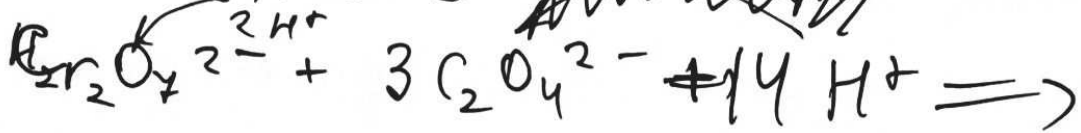
X · 2 / 88 + 2X = 0,5417

47,6696 + 1,0834X = 2X
47,6696 = 0,9166X ⇒ X = 5

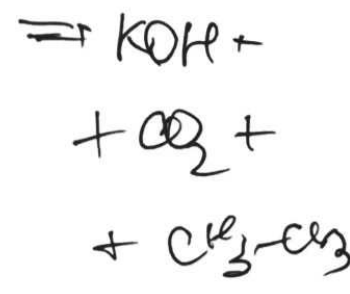
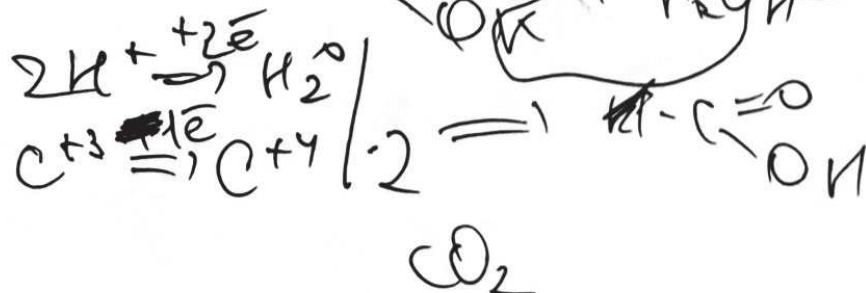
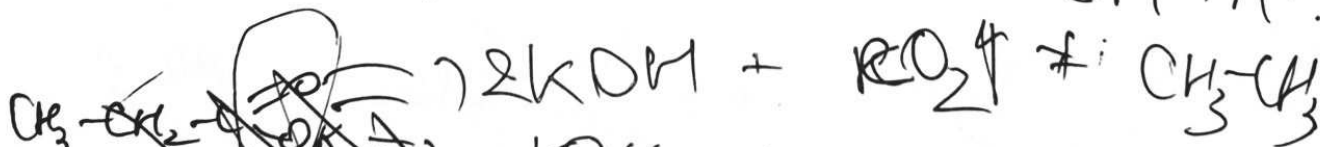
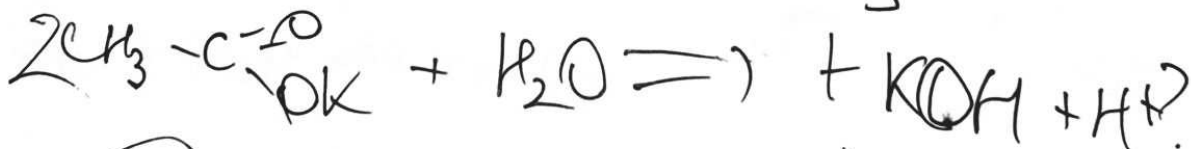
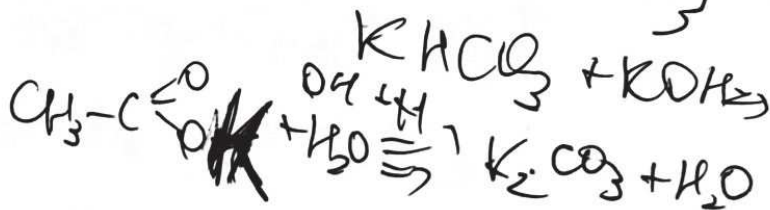
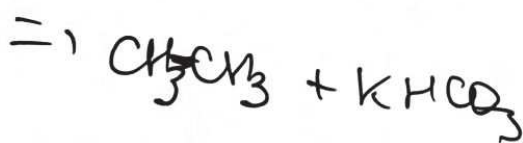
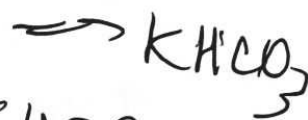
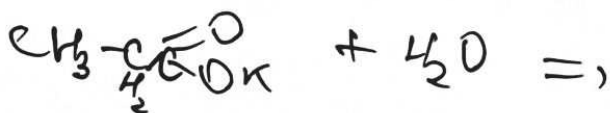
88 + 2x = 174

2x = 86

черновик, мет 3 ~~Анализ~~

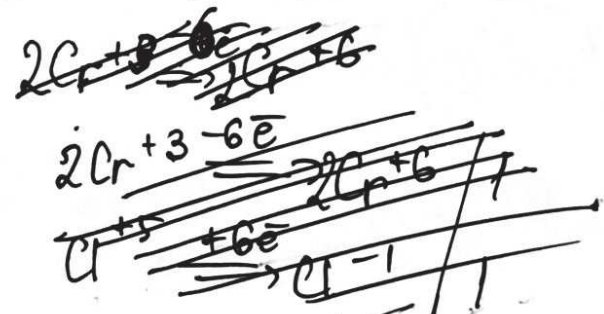
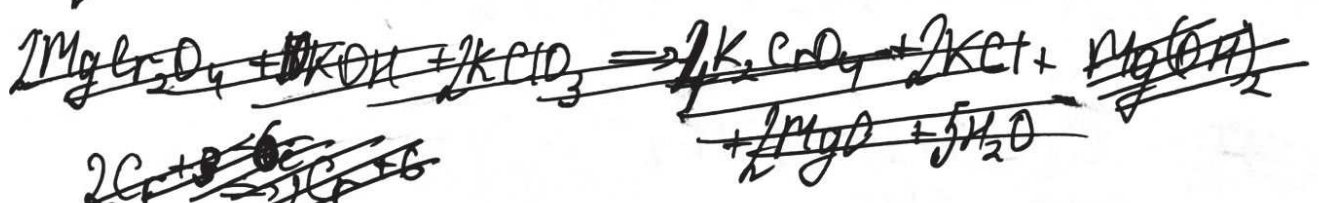


возможно взаимодействие $\text{CO}_2 + \text{KOH} \Rightarrow$

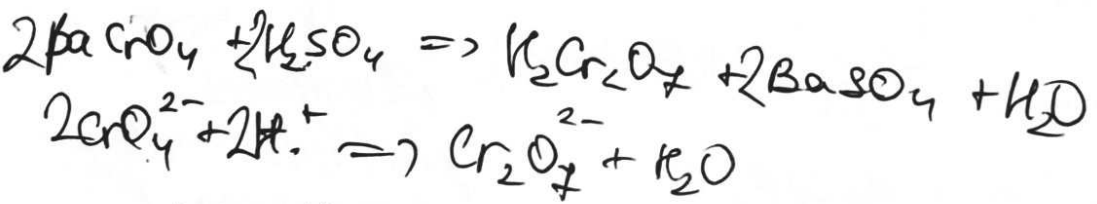
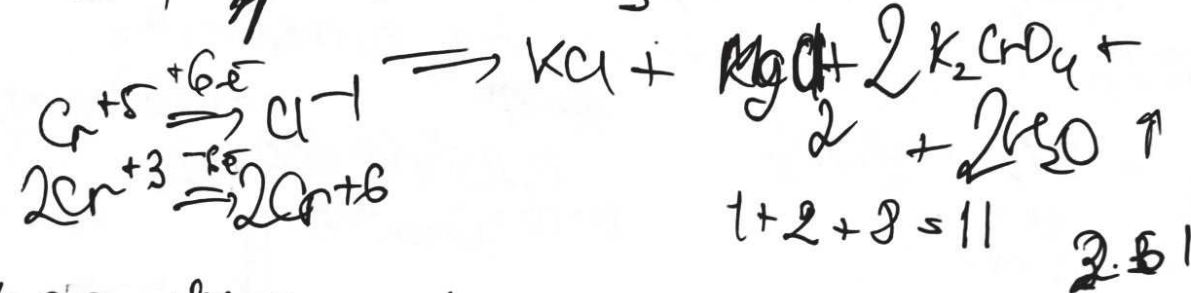


~~Чертовик, мисмз~~ Чертовик, мисмз
 (прод. реш. зад. 6)

Значит, минерал имеет состав $MgCr_2O_4$



$3 + 4 + 4 = 11 \quad 987$



$8 \cdot 2 = 16$

