



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Булгаков Михаил Иванович**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Задание 1. 8 баллов

Задание 2. 16 баллов

Задание 3. 16 баллов

Задание 4. 20 баллов

Задание 5. 20 баллов

Задание 6. 18 баллов, нет реакции альдегида со спиртом

Итого: 98 баллов

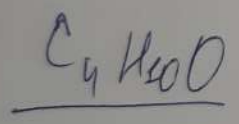
Антипин Р.Л.

группы	n	z	M(бб-вс)
^{16}O	8	8	2
1H	0	1	y
^{12}C	6	6	x

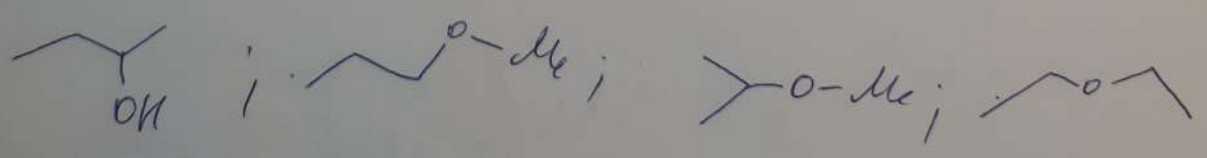
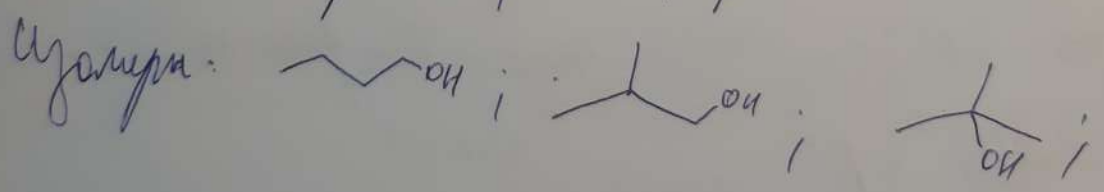
Составим с-лу уравнений: $\begin{cases} 6x + y + 8z = 42(e) \\ 8z + 6x = 32(n) \end{cases} \Rightarrow$

$y = 10$

$8z + 6x = 32$, если $N(O) = z = 1$, то $x = 4$, остальные уравнения при разд. 2 не решаем

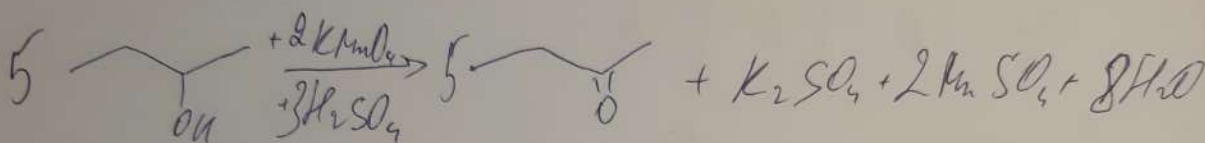
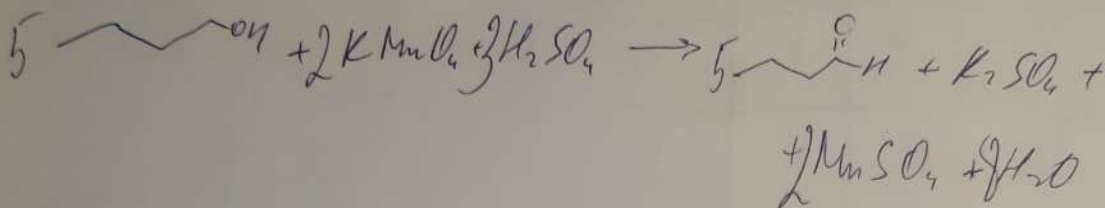


Классы — спирты и простые эфиры:



2) Спирт, в отличие от эфира, может окисляться и давать карбонильную, если он не третичный:

номер 2



~~Анализ по формуле~~

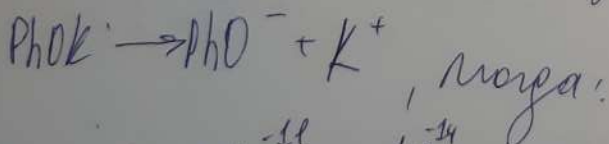
№ 2

Запишем уравнение электрической neutrality:

$$[\text{K}^+] + [\text{H}^+] = [\text{OH}^-] + [\text{PhO}^-]$$

$$2 [\text{PhO}^-] = \frac{K_a}{[\text{H}^+] + K_a}$$

Пусть $[\text{K}^+] = x$ моль/л, тогда $c(\text{все формы аниона}) = x$ моль/л, т.е.



$$x + 10^{-11} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} + x \cdot \left(\frac{K_a}{10^{-11} + K_a} \right) \Rightarrow \text{решая это уравнение получаем } x = 0,011 \text{ M}$$

$$[\text{PhOK}] = 0,011 \text{ моль/л}$$

№ 3

мисмбур
③

№ 3

Түстен	$n_0(A) = x$ моль 2A	\rightleftharpoons B
Әкел	x	—
прореар.	2y	y
сәул	x-2y	y

По уравнению Максвелла-Ван-дер-Ваальса — $n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = 0,0402$ (моль)

Составим с-ную уравнений

$$\begin{cases} (x-2y) + y = 0,0402 \\ \frac{y}{x-2y} = 1,86 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x - y = 0,0402 \\ 1,86x - 4,72y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,06634 \\ y = 0,02614 \end{cases}$$

Түстен $M(A) = M$, масса $M(B) = 2M$

$$M(\text{см.}) = \frac{M \cdot (0,06634 - 2 \cdot 0,02614) + 2M \cdot 0,02614}{0,0402} = 75,9$$

$$\frac{M \cdot 0,06634}{0,0402} = 75,9$$

$$M = 46 - \text{NO}_2$$

в-во А — NO_2 , В — N_2O_4

$$\left. \begin{aligned} \nu_{\text{кр.}} &= [A]^? \cdot K_{\text{кр.}} \\ \nu_{\text{кодр.}} &= [B]^? \cdot K_{\text{кодр.}} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{т.к. у нас равновесие, то} \\ &\nu_{\text{кр.}} = \nu_{\text{кодр.}} \end{aligned}$$

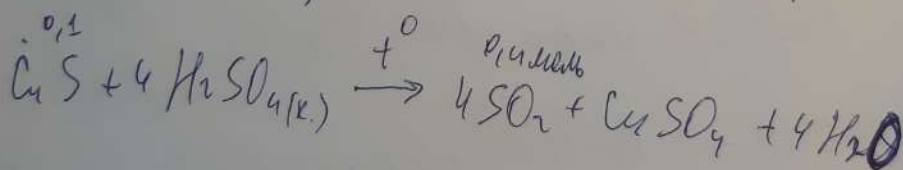
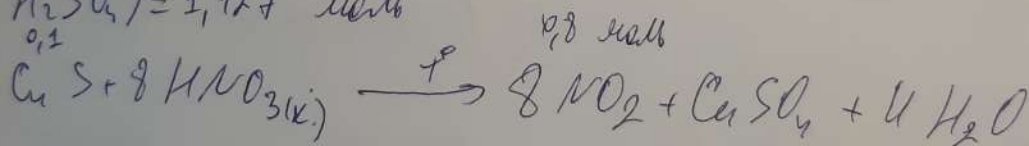
$$[A]^? \cdot K_{\text{кр.}} = [B]^? \cdot K_{\text{кодр.}}$$

$$K_{\text{кодр.}} = \frac{[A]^? \cdot K_{\text{кр.}}}{[B]^?} = \frac{0,01406^? \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,02614} = 3,781 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$1) m(\text{CuS}_{\text{исх.}}) = 9,6 \text{ (г)} \Rightarrow n(\text{CuS}_{\text{исх.}}) = n_{0,1} \text{ (моль)}$$

$$n(\text{HNO}_3) = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль}$$



$$m_{1\text{см.}} = 9,6 + \underset{1}{m(\text{HNO}_3)} - \underset{1}{m(\text{NO}_2)} = 92,8 \text{ (г)}$$

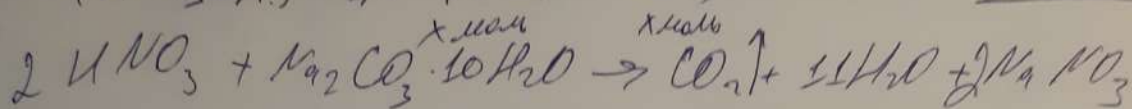
$$m_{2\text{см.}} = 9,6 + \underset{1}{m(\text{H}_2\text{SO}_4)} - \underset{1}{m(\text{SO}_2)} = 126,7 \text{ (г)}$$

$$\Delta m = 33,9 \text{ (г)}, m_2 > m_1$$

2) в первый:

Числовая ⑤

$$n(\text{HNO}_3 \text{ осн.}) = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ (моль)}$$



Пусть преобразовало x моль кристаллогидрата, при этом
 $x < 0,2$ (т.к. $n(\text{HNO}_3) = 0,4$ моль)

$$286x - 44x = 33,8$$

$$x = 0,14 \text{ (моль)} < 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40,04 \text{ (г)}$$

1) Пусть 1-ый спирт — $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ — x моль
 2-ой — $\text{C}_m\text{H}_{2m+2}\text{O}$ — y моль

Составим систему уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} (14n+18) \cdot x + y(14m+18) &= 15,8 \\ x + y &= 0,3 \end{aligned} \right.$$

Пусть переходная смесь была эквимолярна, тогда:

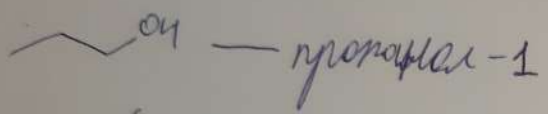
$$x = y = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$M_1 + M_2 = \frac{15,8}{0,15} = 106 \text{ (г/моль)}$$

У второго спирта в начале цепи есть $-\text{C}_2\text{H}_5$ — группа,
 т.к. эти первичные и $-\text{C}_m\text{H}_2$ — группа в завершении цепи. Добавим
 валенты не из ~~первой~~ суммарной M:

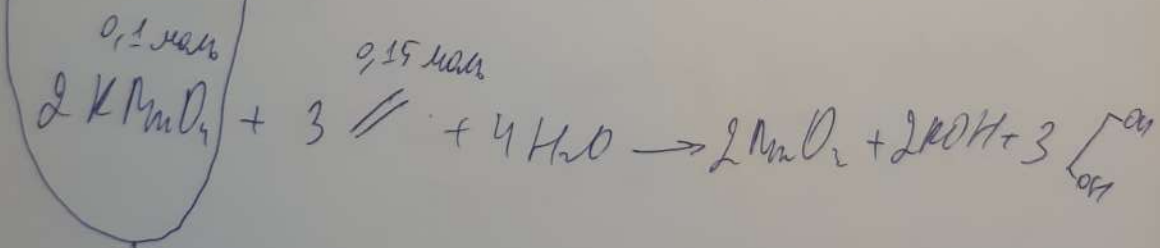
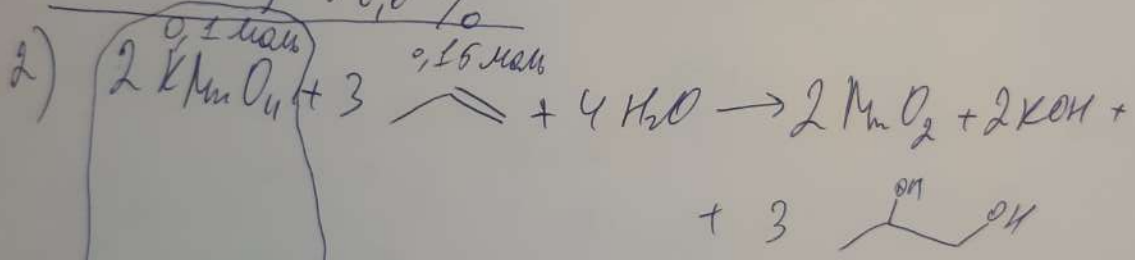
$$106 - 2(12+3) - 2 \cdot (12+3+16) = 14 - \text{CH}_2\text{-группа.} \quad \left. \begin{array}{l} \text{число связей} \\ 6 \end{array} \right\}$$

Значит один спирт содержит только $-\text{CH}_3$ и $-\text{CH}_2\text{OH}$ —
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$ — этанол, а второй ещё CH_2 -группу: —



$$\omega(\text{EtOH}) = \frac{915 \cdot 46}{915 \cdot 106} = \frac{46}{106} = 0,434 \text{ или } 43,4\%$$

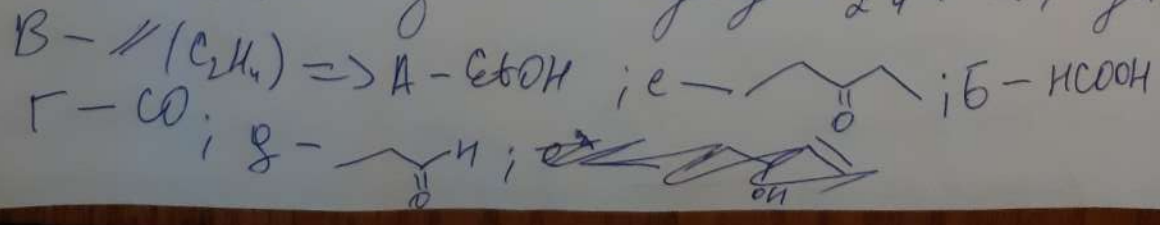
$$\omega(\text{PrOH}) = 56,6\%$$



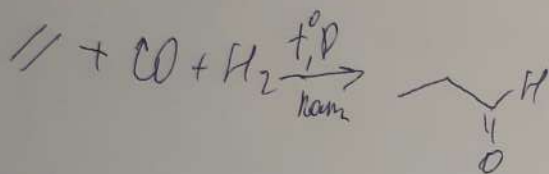
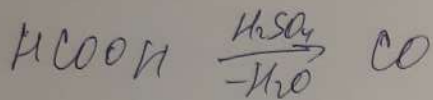
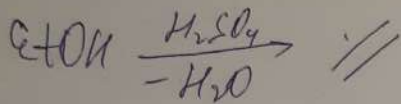
$n_{\text{расч.}}(\text{KMnO}_4) = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow \underline{V(\text{KMnO}_4) = 9,5 \text{ (л)}}$
 №6

$M(\text{смеси}) = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ (г/моль)}$ — это может быть

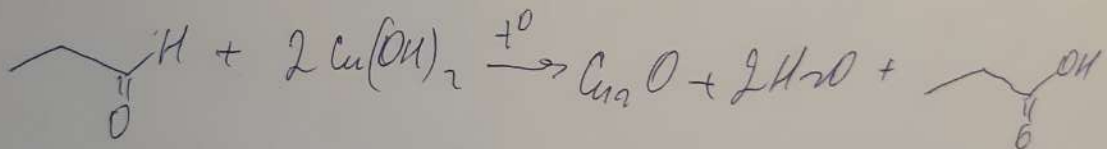
$\text{C}_2\text{H}_6 / \text{CO} / \text{N}_2 / \text{B}_2\text{H}_6$. Из смеси выделим CH_4 и CO , тогда:



миссия (7)

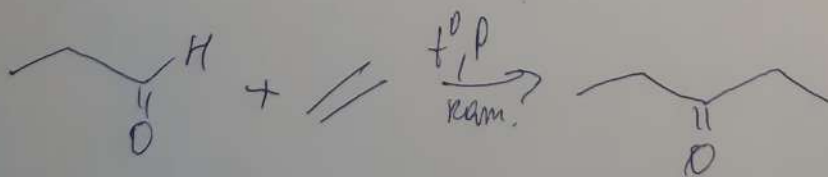


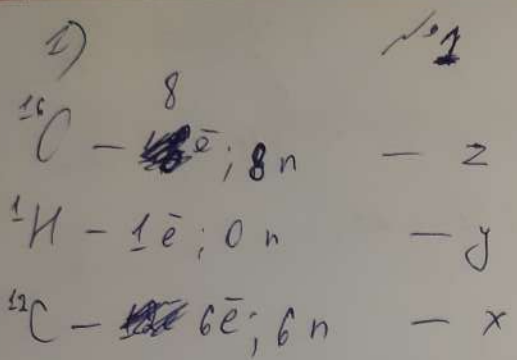
~~CH₃CHO~~



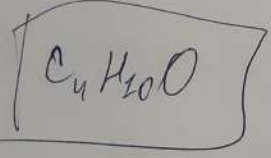
$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль} = n(\text{Et-CHO}) = 0,15 (\text{моль})$$

$$\underline{m(\text{Et-CHO}) = 8,7/2}$$

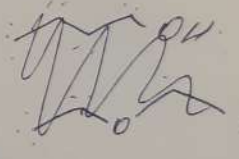




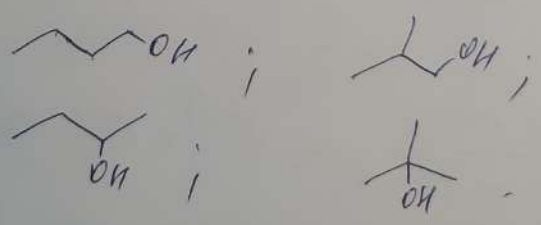
$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 40e^- \\ 8z + 6x = 32n \end{cases} \Rightarrow \frac{y = 10}{8z + 6x = 32}$$



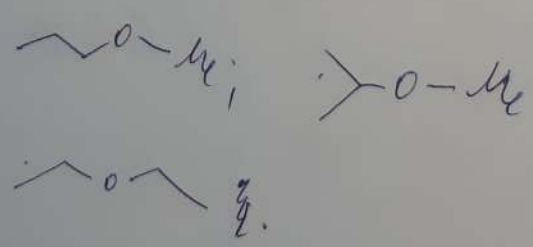
класс — спирт, простой эфир



спирты:

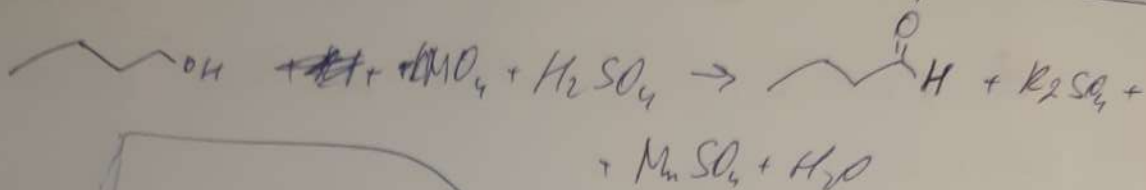


эфиры:

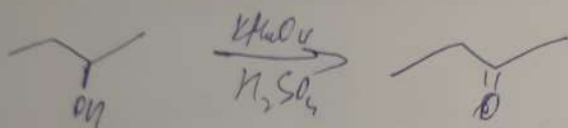


2) Спирт может окисляться, в отличие от эфира; можно разогнать медью, можно быть в виде кристалл р-хл. Возникнет $K_2Cr_2O_7 / H_2SO_4$ (при этом ~~получается~~ образуется дурный запах.)

перспектива 2

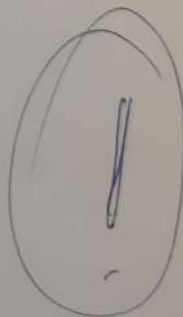
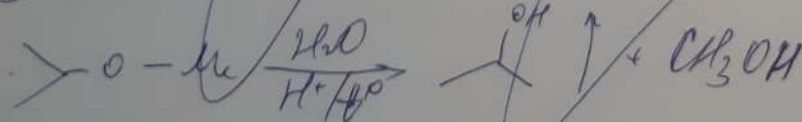
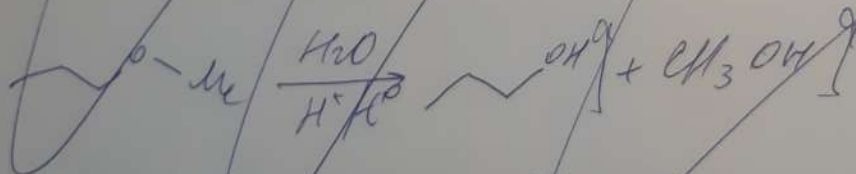
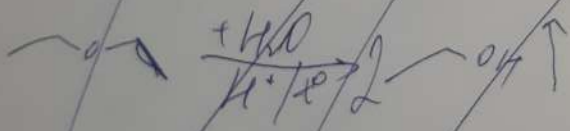


коэфф.



Сначала определяем степень окисления.

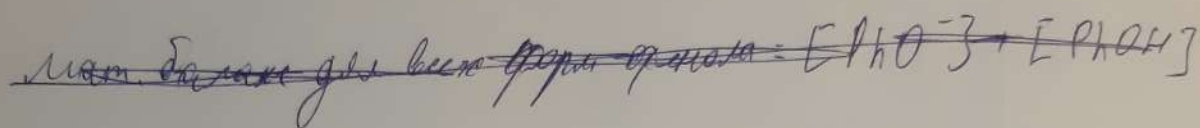
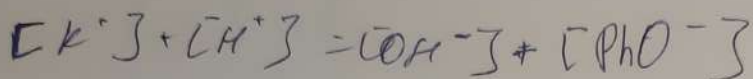
Можно различить эфир и карбонил, т.к. у спиртов $\Delta_{\text{окс}} < \Delta_{\text{кар}}$, и при этом мы получим нужный продукт:



№2

решение 3

Записать уравнение электролитич. р-ра:



$$\alpha(PhO^-) = \frac{K_a K_a}{[H^+] + K_a}$$

Пусть ~~конц.~~ $[K^+] = x$ М, тогда с(всех форм фени.) =
 $= x$ М, т.е. $PhOK \rightarrow K^+ + PhO^-$, тогда:

$$x + 10^{-11} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} + x \cdot \left(\frac{K_a}{10^{-11} + K_a} \right)$$

Решая это уравнение получим $x = 0,011$ М

$$\underline{[PhOK] = 0,011 \text{ Моль} \cdot \text{л}^{-1}}$$

№3



↳

упрощенно

	2A	→	B
д.	x		-
р.	2y		y
см.	x - 2y		y

по упрощенно Методом Крамера - Кюрилова матрица $n(см.) \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{P \cdot V}{RT} = n \Rightarrow n = 0,0402 \text{ моль}$$

$$\begin{cases} x - 2y + y = 0,0402 \text{ моль} \\ \frac{y}{x-2y} = 1,86 \end{cases} ; y = 1,96x - 3,72y$$

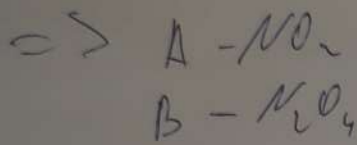
$$\begin{cases} x - y = 0,0402 \\ 1,86x - 4,72y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,08634 \\ y = 0,02614 \end{cases}$$

Аусень $\mu(A) = \mu$, мерца $\mu(B) = 2\mu$

$$\frac{\mu \cdot (0,08634 - 2 \cdot 0,02614) + 2\mu(0,02614)}{0,0402} = 45,9$$

$\mu = 46 - \text{мДж}$

реакция 5



$$v_{np.} = [A]^2 \cdot K_{np.}$$

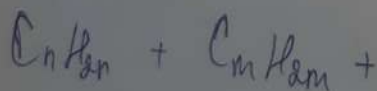
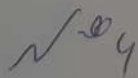
$$v_{ocp.} = [B] \cdot K_{ocp.}$$

} м.р. у нас равны, но
 $v_{np.} = v_{ocp.}$

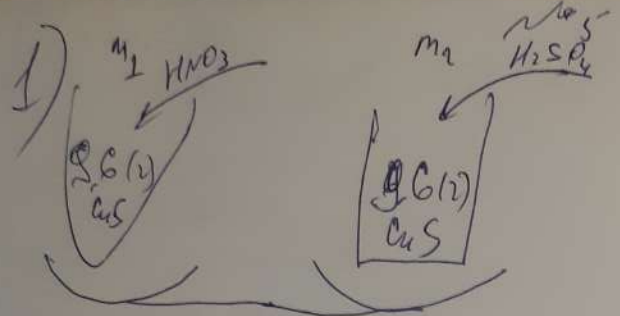
$$[A]^2 \cdot K_{np.} = [B] \cdot K_{ocp.}$$

$$\frac{0,01406^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,02814} = K_{ocp.}$$

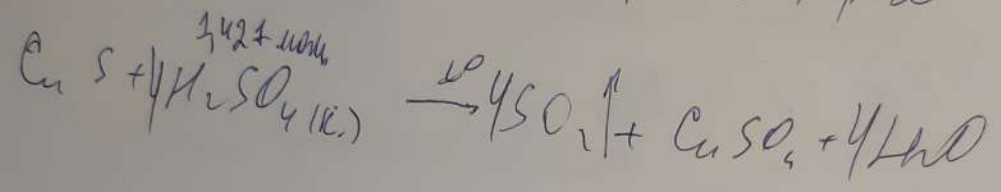
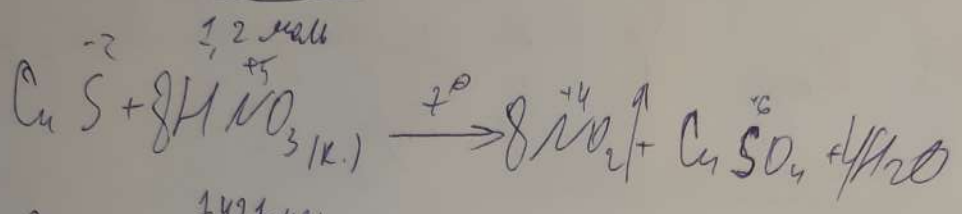
$$K_{ocp.} = 3,781 \cdot 10^{-5} \quad \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{литр}}$$



Упрощенно (3)



— по 9,6 масс CuS

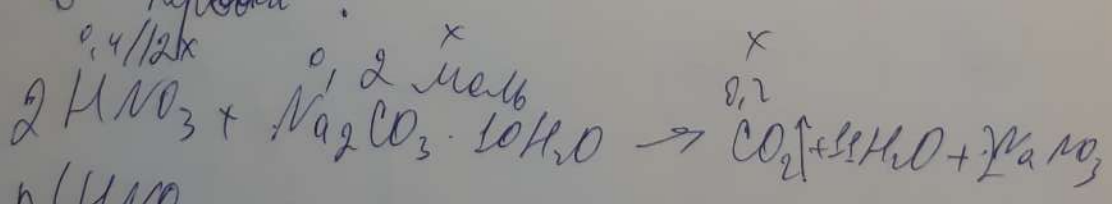


$$m_1 = 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8 \text{ (г)}$$

$$m_2 = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7 \text{ (г)}$$

$$\frac{m_2 > m_1}{\text{---}} ; \Delta m = 33,9 \text{ (г)}$$

2) б. пр. в.:



$$n(\text{HNO}_3 \text{ осн.}) = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ (моль)}$$

~~0,2 моль Na2CO3~~

$$m(\text{станция, если дов. 0,2 моль Na2CO3 кр.}) = 92,8 + 57,2 - 8,8 =$$

$$= 141,2 \text{ (г)} > 126,7 \text{ (г)}, \text{ значит надо не полностью использовать}$$

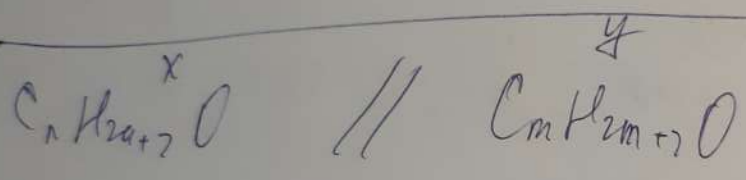
$$\text{HNO}_3 : 92,8 + x \cdot 286 - 44x = 126,7 \Rightarrow x = 0,14$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40,04 \text{ (г)}$$

методом ④

3) Горючий

~~$m(\text{CH}_4) = 18 \text{ г/моль}$~~ ~~$\text{CO} / \text{N}_2 / \text{H}_2 / \text{H}_2\text{O}$~~
 ~~$\text{CO} / \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 / \text{H}_2\text{O} / \text{HCHO}$~~ ~~$\text{CH}_4$~~ ~~$\text{H}_2\text{O}$~~ ~~$\text{HCHO}$~~ ~~$\text{CH}_4$~~ ~~$\text{H}_2\text{O}$~~ ~~$\text{HCHO}$~~



$$\begin{cases} (14n+18) \cdot x + y \cdot (14m+18) = 19,9 \\ x + y = 0,3 \\ \cancel{14n \cdot x + y \cdot 14m} = \cancel{14} \end{cases}$$

Пусть исп. смесь была эквимольной, тогда:

$$x = y = 0,15$$

$$\cancel{14n} \cdot \cancel{x} + \cancel{y} \cdot \cancel{14m} = \frac{19,9}{0,3} = 106 \text{ г/моль}$$

Указано смесь с CH_3 - группа в завершении цепи и

$-CH_2OH$ — ~~содержит~~ ~~в~~ ~~своей~~ ~~структуре~~ ~~группы~~ ~~OH~~ ~~и~~ ~~первичный~~ ~~OH~~

непробит 8

Значит вычислим число суммарных М-ок.

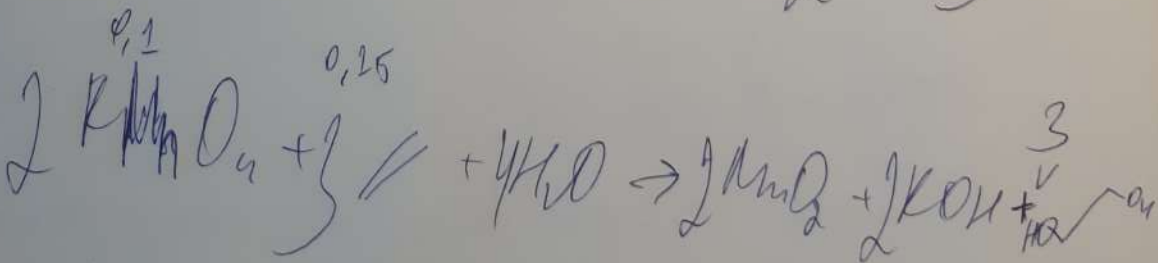
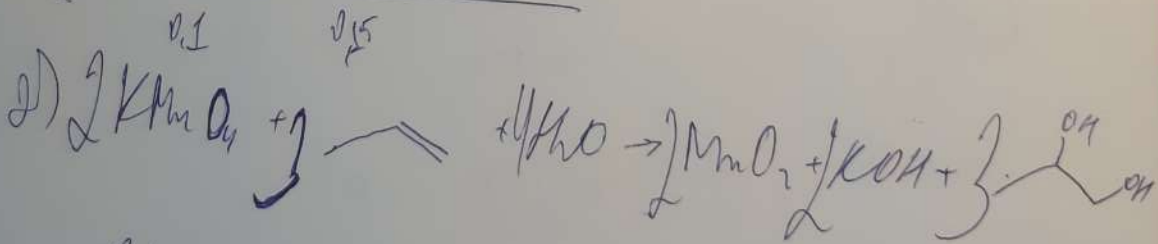
$$106 - 2 \cdot (12 + 3) - 2 \cdot (12 + 3 + 16) = 14 \text{ — } -CH_2 \text{ группы,}$$

значит данная структура содержит только $-CH_3$ и $-CH_2OH$ группы ($-CH_3$; $-CH_2OH$ — терминал), а внутри на одну

$-CH_2$ группу больше ( — пропанол-1).

$$w(\text{EtOH}) = \frac{0,15 \cdot 46}{0,15 \cdot 46 + 0,85 \cdot 106} = \frac{7}{106} = 0,43386 \approx 0,434 \text{ или } \underline{\underline{43,4\%}}$$

$$w(\text{PrOH}) = 56,6\%$$



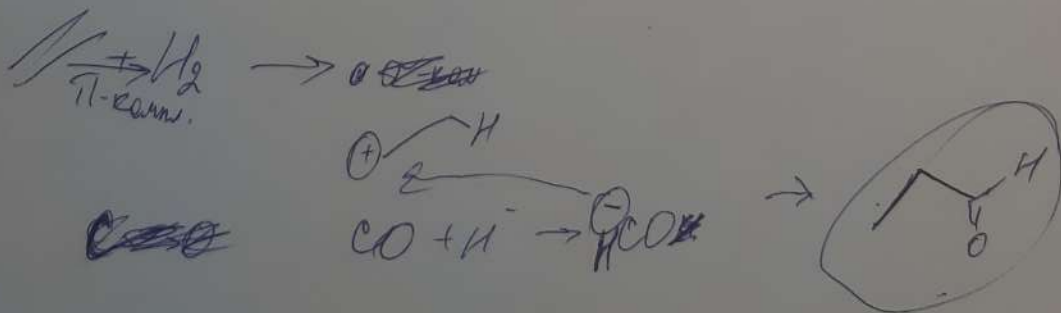
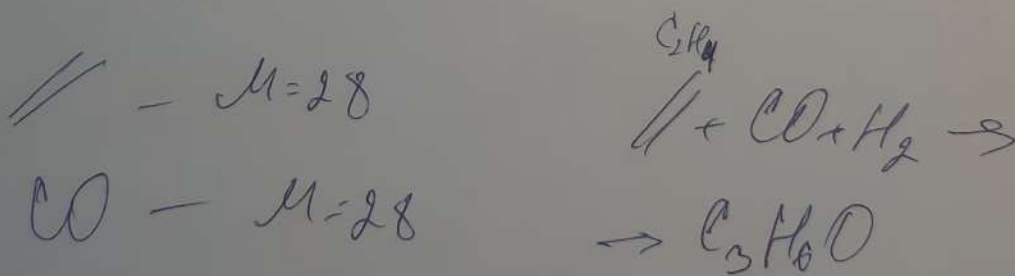
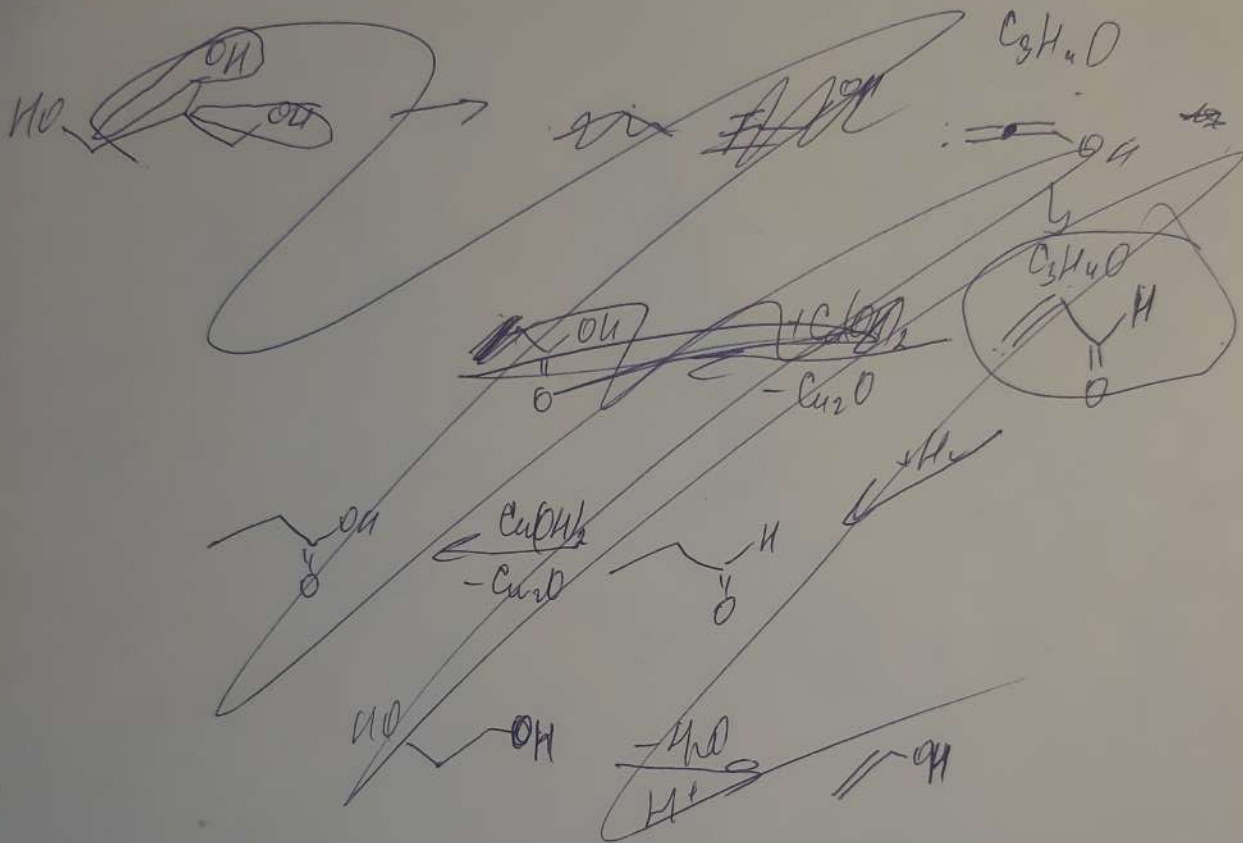
$$n(KMnO_4) = 0,2 \text{ моль}$$

$$V(KMnO_4) = \frac{n}{c} = 0,5 \text{ (л)}$$

№ 6

перпендикулярно

$M_{\text{с.т.}} = 28$ \sim $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{\text{моль}}$



Reaction

monomer

