



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Либерман Михаил Янович**

Класс: **11**

Технический балл: **89**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9133985	8	13 (минус 3 за отсутствие выражения для К гидролиза)	15 (нет единиц измерения рассчитанной константы)	20	18 (масса SO ₂ =25,6-арифм. Ош., сняла 2 балла, остальное по сути верно)	15 (Б-неправильно-при комнатной щавелевая кристаллическая-минус 4 за 2-ое и 4-ое ур-ия)	89
---------	---	------------------------------------------------------	--------------------------------------------------	----	-------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	----

Буданова А.А.

Чистовик

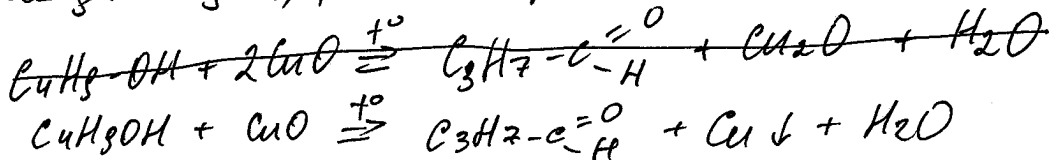
№1

По данным условиям нам подходит в-ва с формулой $C_4H_{10}O$ - спирт и простые эфиры.

Например: 1 пробирка - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

2 пробирка - $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$

Для того, чтоб их различить используем реакцию с SiO_2 при нагревании. Со спиртом выпадет белый осадок оксида кремния, а с эфиром реакции не будет.



№2



$[H^+] = \sqrt{K_a \cdot c}$

$10^{-11} = \sqrt{10^{-10} \cdot c}$

$10^{-22} = 10^{-10} \cdot c$

$c = 10^{-12} (M)$

← Ответ: $10^{-12} (M)$

т.к. $pH=11 \Rightarrow [H^+] = 10^{-11} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3}$

$$[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot c}$$

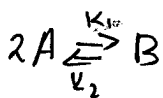
$$10^{-3} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-10}} \cdot c}$$

$$10^{-3} = \sqrt{10^{-4} \cdot c} \Rightarrow 10^{-6} = 10^{-4} \cdot c$$

$$c = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 10^{-2} (M)$$

Ответ: $c_{соли} = 10^{-2} M (0,01 M)$

№3



$$\chi(A) = \frac{1}{1+1,86} = 0,35$$

$$K_p = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{1,86}{1^2} = 1,86 \quad \chi(B) = \frac{1,86}{1+1,86} = 0,65$$

$$M = 75,8 = \chi(A) \cdot M(A) + \chi(B) \cdot M(B)$$

$$75,8 = 0,35 \cdot M(A) + 0,65 \cdot M(B)$$

Вспомним какие молекулы способны к полимеризации
Получаем $NO_2 \cdot M(A)$

$$75,8 = 0,35 \cdot 46 + 0,65 \cdot M(B)$$

$$M(B) = 82 \Rightarrow \text{это соответствует газу } N_2O_4$$

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04$$

$$n(A) = 0,04 \cdot 0,35 = 0,014 (моль)$$

$$n(B) = 0,04 \cdot 0,65 = 0,026 (моль)$$

↓ прохождение

стр 1

Чистовик

$$c(A) = \frac{0,014 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,014 \text{ М}$$

$$c(B) = \frac{0,026 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,026 \text{ М}$$

В равновесии $r_1 = r_2$

$$k_1 \cdot [A]^2 = k_2 [B]$$

$$5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,014)^2 = k_2 \cdot 0,026$$

$$k_2 = 3,77 \cdot 10^{-5}$$

Ответ: A - NO_2 ; B - N_2O_4 ; $k_2 = 3,77 \cdot 10^{-5}$

~~1) $\text{R}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{t^\circ} \text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$~~

~~2) $\text{R}'-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{t^\circ} \text{R}'-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$~~

$PV = nRT$

$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} \approx 0,3 \text{ (моль)}$

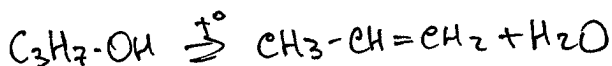
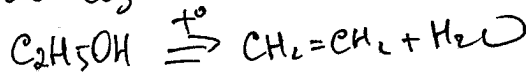
Пусть $n(1 \text{ спирта}) = x \text{ моль}$, $n(2 \text{ спирта}) = y \text{ моль}$,

тогда: $x + y = 0,3$

П.к. средняя молекулярная масса равна $\frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль} \Rightarrow$

один из спиртов имеет меньшую молекулярную массу. Данных условий подкорит $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$.

При дегидратации смесь газообразных органических продуктов возможна если взять $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$.



$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ (моль)}$$

Также, это 1 из спиртов
этанол следует средняя молекулярная
масса смеси $= \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$

↓ про формулировку

Тестовик

№4 (продолжение)

Пусть $n(C_2H_5OH) = x$ моль, а $n(C_3H_7OH) = y$ (моль).

Потра составим и решим систему уравнений

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ 46x + 60y = 15,8 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,3 - y \\ 46(0,3 - y) + 60y = 15,8 \end{cases}$$

$$13,8 - 46y + 60y = 15,8$$

$$14y = 2,1$$

$$y = 0,15 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow x = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$n(C_2H_5OH) = 0,15 \text{ (моль)}$$

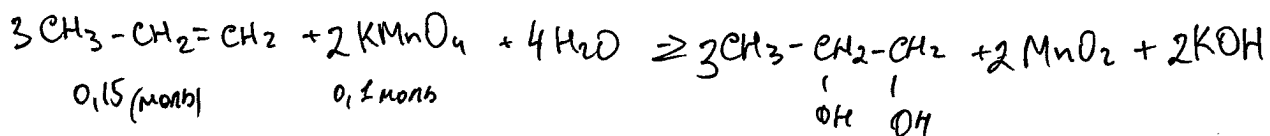
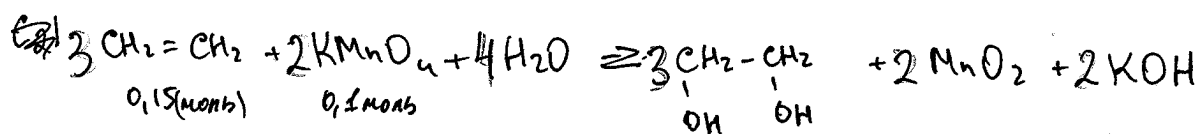
$$n(C_3H_7OH) = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$m(C_2H_5OH) = 6,9 \text{ (г)}$$

$$m(C_3H_7OH) = 60 \cdot 0,15 = 9 \text{ (г)}$$

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{6,9}{15,8} = 43,4\%$$

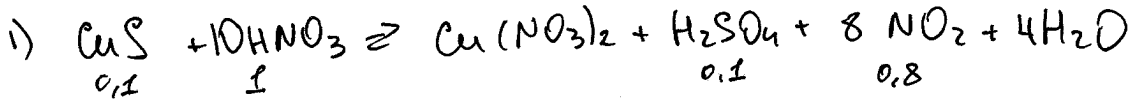
$$\omega(C_3H_7OH) = \frac{9}{15,8} = 56,6\%$$



$$n(\text{KMnO}_4) = 0,2 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{KMnO}_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ (л)}$$

Ответ: $\omega(C_2H_5OH) = 43,4\%$; $\omega(C_3H_7OH) = 56,6\%$; $V(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ (л)}$



$n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ (моль)}$

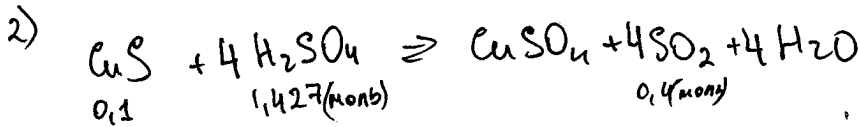
$m(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 75,6 \text{ (г)}$

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

В р-цию пойдёт 1 моль HNO_3 и 0,2 моль останется

$n(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,8 \text{ (г)}$

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



$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,846 \text{ (г)}$

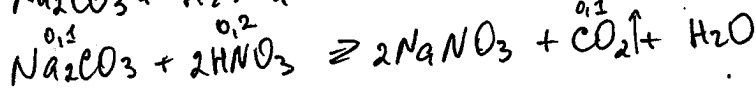
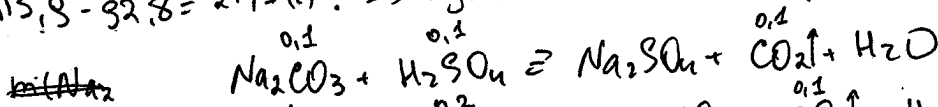
$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ (моль)}$

$n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{прожар}} = 0,4 \text{ моль} \quad n(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{ост}} = 1,027 \text{ (моль)}$

$n(\text{SO}_2) = 0,4 \text{ (моль)} \quad m(\text{SO}_2) = 38,4 \text{ (г)}$

$m_{\text{р-ра}} = 142,7 + 9,6 - 38,4 = 113,9 \text{ (г)}$

$\Delta m = 113,9 - 92,8 = 21,1 \text{ (г)} \Rightarrow$ нужно добавить куст-рам к 1 р-ту.



Пусть $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ пошедшее на нейтр-рам x моль

Количество Na_2CO_3 пошедшее на нейтр-рам газацию $x - m = 0,2 \text{ (моль)}$

$\Delta m(\text{р-ра}) = 0,2 \cdot 286 - 0,2 \cdot 44 = 48,4 \Rightarrow$ к-та в избытке



$\Delta m = 21,1 = m(\text{к-т}) - m(\text{CO}_2\uparrow) = 286x - 44x$

$21,1 = 242x$

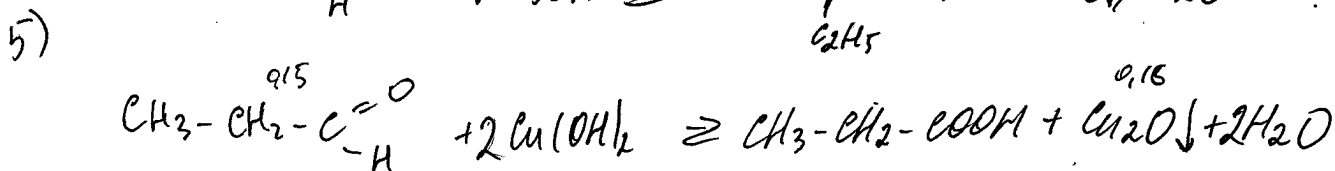
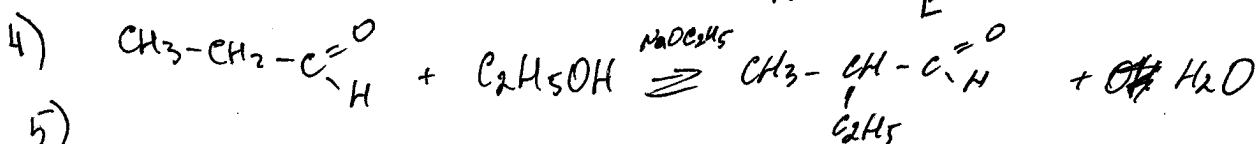
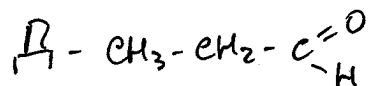
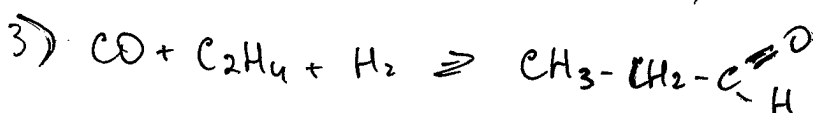
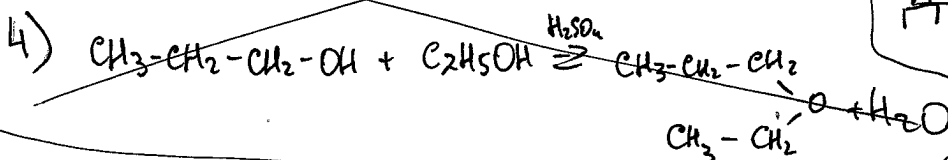
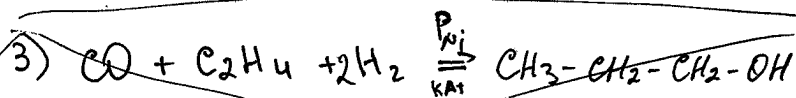
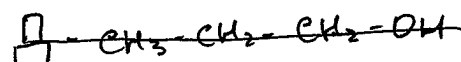
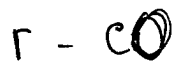
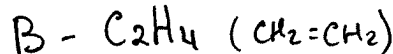
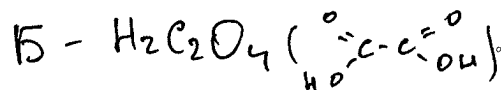
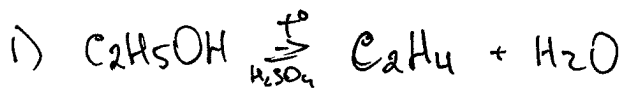
$x = 0,0872$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 24,94 \text{ (г)}$

Ответ: $\Delta m = 21,1 \text{ (г)}$. В первый стакан нужно добавить 24,94 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

Задача №6

$M_{см}(B+Г) = 0,875 \cdot 28$. Предположим, что один из газов это ~~C_2H_4~~ C_2H_4 , тогда M (второго газа) = 28, например CO . Тогда исходные в-ва это C_2H_5OH и к-та различающаяся ро CO ; например $H_2C_2O_4$

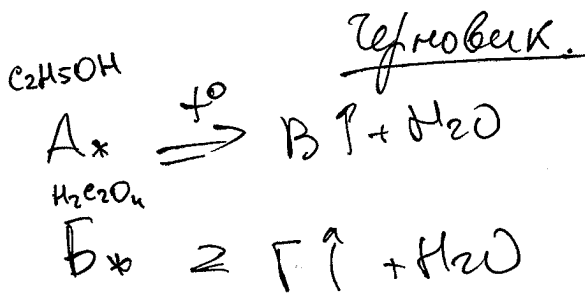


$$m(Cu_2O) = 21,6 \text{ г}$$

$$n(Cu_2O) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$n(CH_3-CH_2-C(=O)-H) = 0,15 \text{ (моль)}$$

$$m(CH_3-CH_2-C(=O)-H) = 58 \cdot 0,15 = 8,7 \text{ (г)}$$

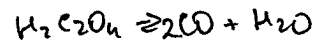


Рефрак.

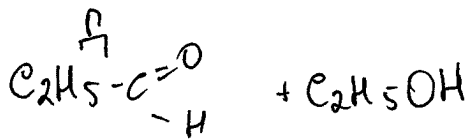
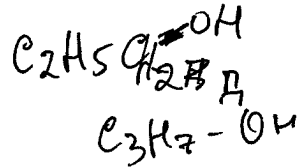
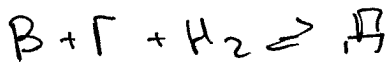
28 - N_2

28 - C_2H_4

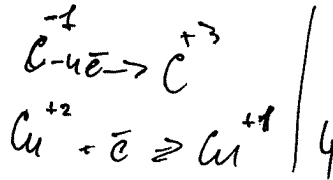
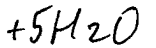
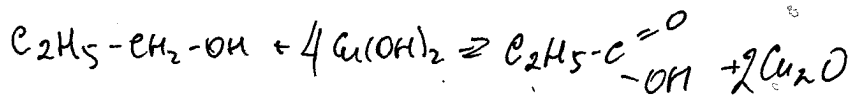
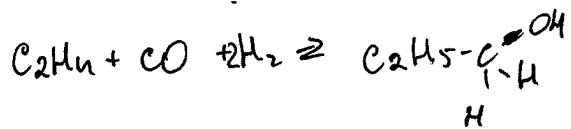
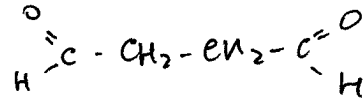
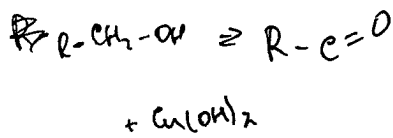
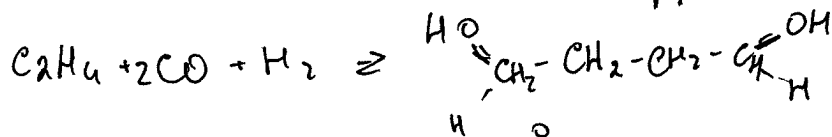
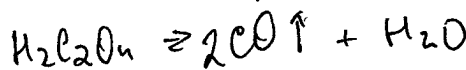
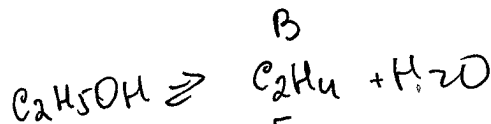
28 - CO



$M_{CH}(B+\Gamma) = \cancel{0.875} 28$

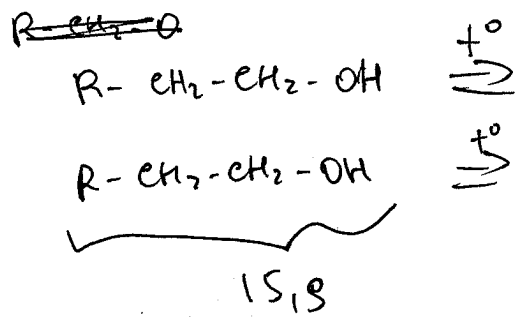


$28 = 28 \cdot \frac{1}{3} + x \cdot \frac{2}{3}$
 $x = 28$



№4

Задача



M·x

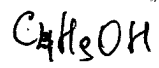
n (массу сущ) = 0,3 (моль)

M(массу) = 15,8 (г)

M(массу) = $\frac{15,8}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$

x(1) = x x(2) = 1-x

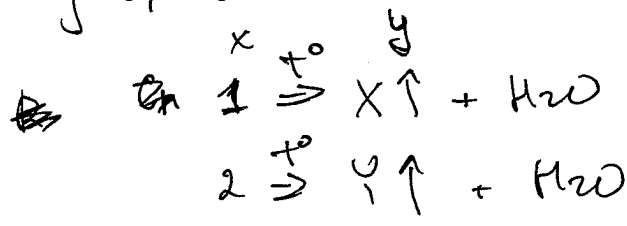
~~15,8~~



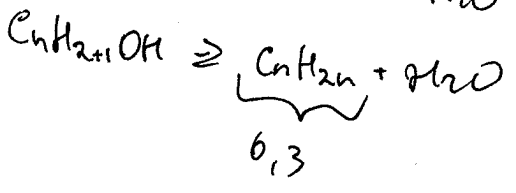
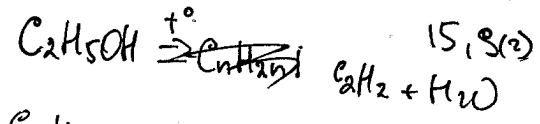
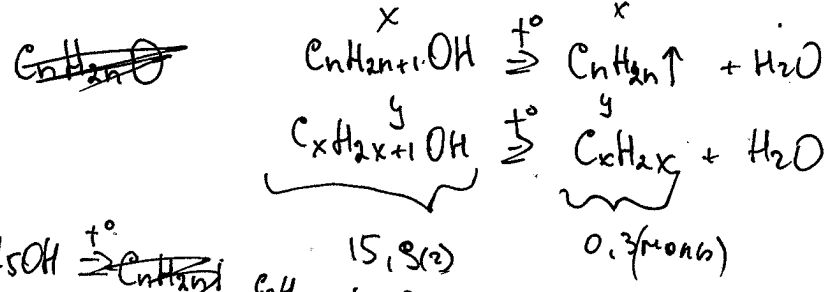
74·y = 2,1 + 46y

2,1 = 28y

y = 0,075



x+y=0,3



m(1) = 46·x

m(2) = M·y

46x + M·y = 15,8

x + y = 0,3

x = 0,3 - y

46(0,3 - y) + My = 15,8

13,8 - 46y + My = 15,8

My = 2,1 + 46y

M = $\frac{2,1 + 46y}{y}$

60·y = 2,1 + 46y

2,1 = 60y - 46y

2,1 = 14y

y = 0,15

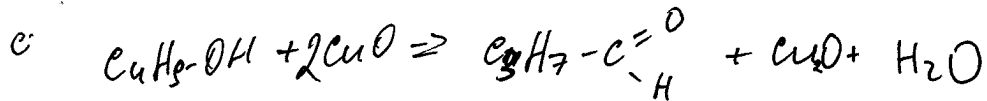
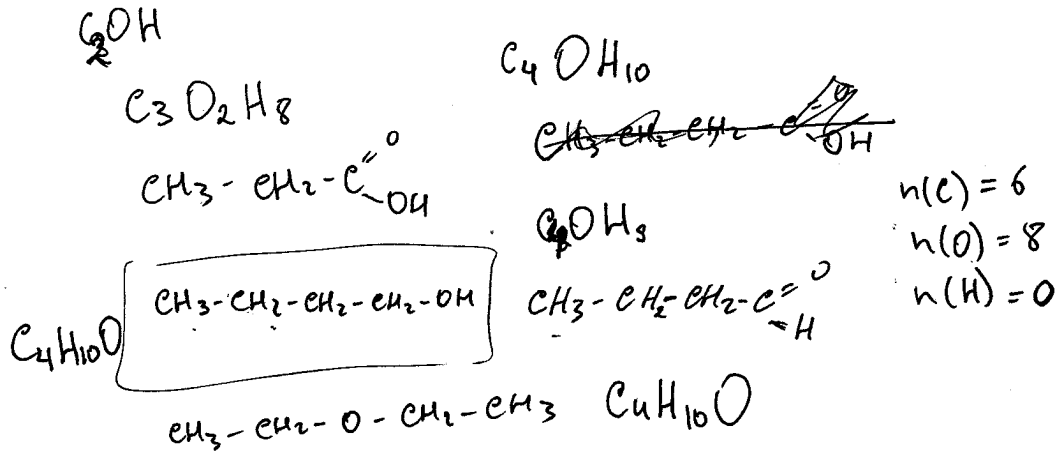
~~Прим M = 2,1 + 46 + 60~~

60 = $\frac{2,1 + 46y}{y}$

n = c·V
V = $\frac{n}{c}$

смп 7

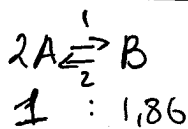
Черновик



$\text{pH} = 11 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-11} \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3}$

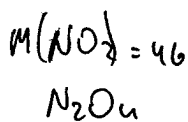
~~$[K] = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{Ph-O}^-]}$~~
 ~~$10^{-11} = \frac{10^{-11} \cdot 10^{-3}}{c}$~~
 ~~$c = 10^{-12} \text{ (M)}$~~
 ~~$10^{-22} = K_a \cdot c$~~
 ~~$c = 10^{-12}$~~
 $[\text{OH}^-] = \sqrt{K \cdot c}$
 $10^{-3} = \sqrt{10^{-10} \cdot c}$
 $10^{-6} = 10^{-10} \cdot c$
 ~~$c = 10^{-14}$~~
 $c = \frac{10^{-6}}{10^{-10}} = 1000$

$V = 1 \text{ л}$
 $T = 30^\circ\text{C}$
 $P = 1 \text{ атм}$



$K = \frac{1,86}{1^2} = 1,86$

$x(\text{A}) = 0,35$
 $y(\text{B}) = 0,65$



$M = 75,8 = x(\text{A}) \cdot M(\text{A}) + y(\text{B}) \cdot M(\text{B})$

$75,8 = 0,35 \cdot 46 + 0,65 \cdot M(\text{B})$

$M(\text{B}) = 82 \Rightarrow \text{A} - \text{NO}_2$
 $\text{B} - \text{N}_2\text{O}_4$

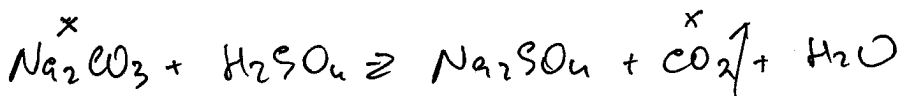
$v_1 = k_1 [\text{A}]^2$

$v_2 = k_2 [\text{B}]$

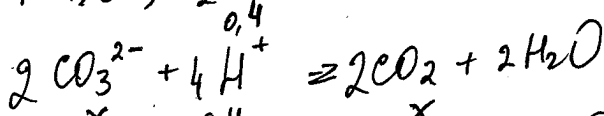
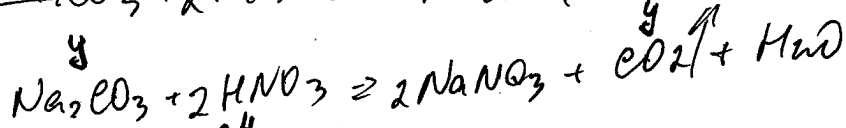
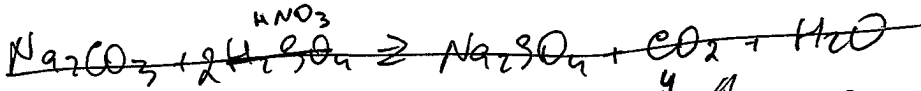
$5 \cdot 10^{-3} [\text{A}]^2 = k_2 [\text{B}]$

$\frac{273}{30}$
 $\frac{3}{03}$

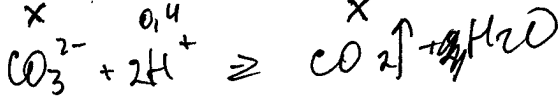
$\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \cdot \frac{\text{моль}}{\text{л}} = k \cdot \frac{\text{моль}}{\text{л}}$



Терминовим



$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x$$



$$m(\text{KП}) = 24,84(x)$$

$$\Delta m = 21,1 = 286x - 44x$$

$$21,1 = 242x$$

$$x = 0,0872 (\text{моль})$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_B \cdot c_{\text{конн}}}$$

$$10^{-3} = \sqrt{\frac{10^{-14}}{10^{-10}} \cdot c}$$

$$10^{-3} = \sqrt{10^{-4} \cdot c}$$

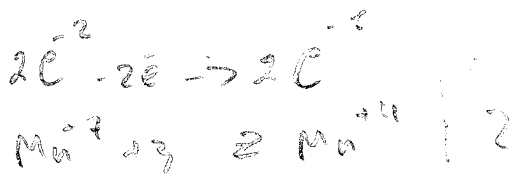
$$10^{-6} = \cancel{10^{-4}} \cdot 10^{-4} \cdot c$$

$$c = 100 \text{ M}$$

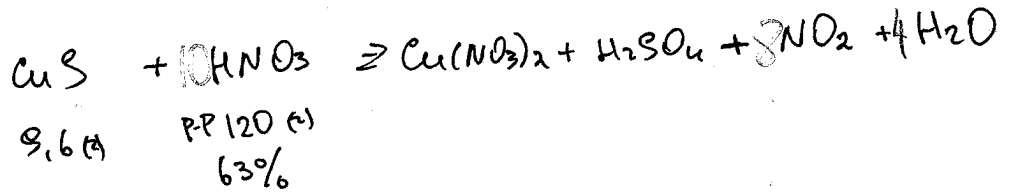
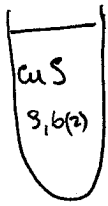
$$0,01$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_w}{K_A} \cdot c_{\text{конн}}}$$

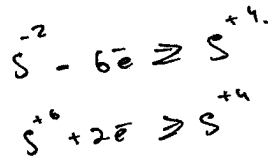
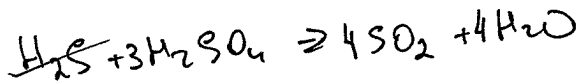
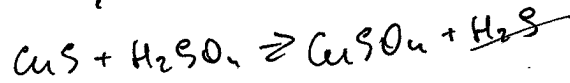
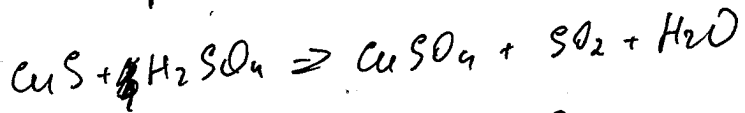
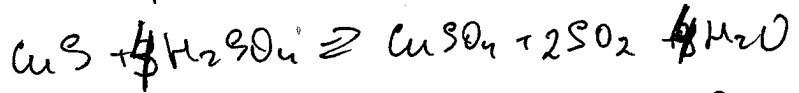
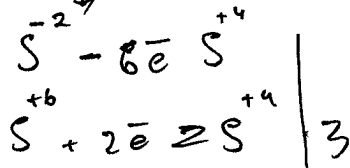
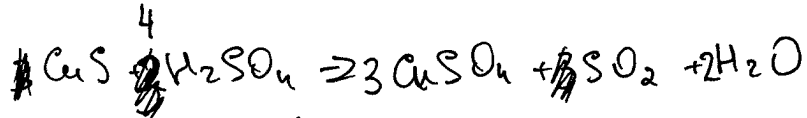
$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\quad}$$



Термобунк

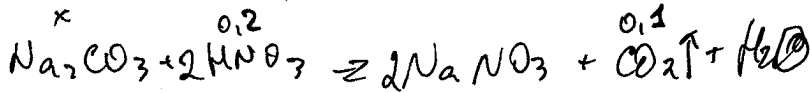
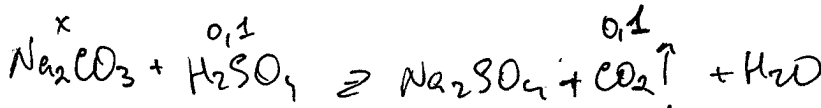
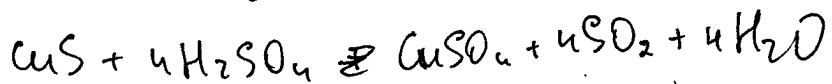


m(HN)



Итого $m(KP) = X(\text{монб})$

$$m(KP) = 286X$$



$$21,8 = m(KP) - m(CO_2 \uparrow)$$

$$21,8 = 286X - 8,8(г)$$

$$m(KP) = 13,1 (г)$$

$$13,1 = 286X$$

$$X = 0,0458 \text{ монб}$$