



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Трубкина Елизавета Ильинична**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Работа 9293034

Проверил Карпушкин

сумма = **98 б.**

Задание 1.

Верно, **8 баллов** (стоит указывать, что эфир в эту реакцию не вступает)

Задание 2

Верно, **16 баллов**

Задание 3

При расчете константы скорости перепутаны концентрации веществ. **14 баллов**

Задание 4

Верно, **20 баллов**

Задание 5

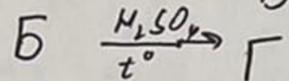
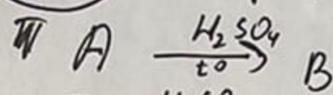
Верно, **20 баллов**

Задание 6

Верно, **20 баллов**

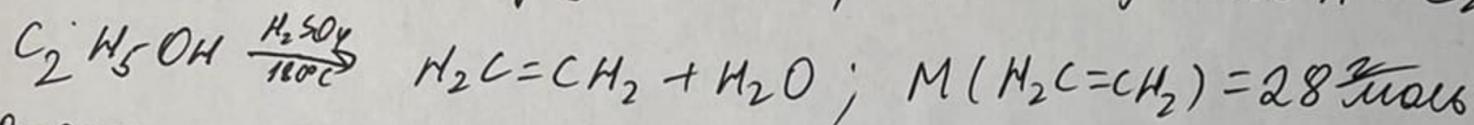
№6 $M_{\text{ср(газов)}} = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$

исходник

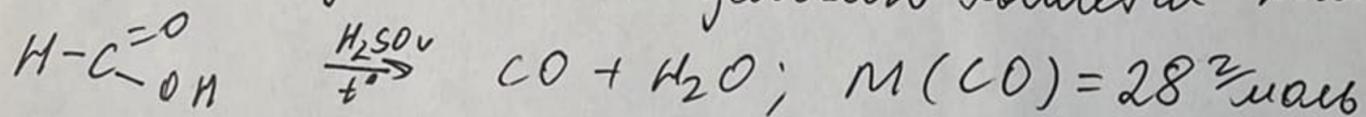


т.к. средняя молярная масса = 28 =>
либо ~~какой-то газ~~ молярная масса одного
газа < 28 г/моль, а другого > 28 г/моль, либо и тот
и другой газ имеют $M = 28 \text{ г/моль}$

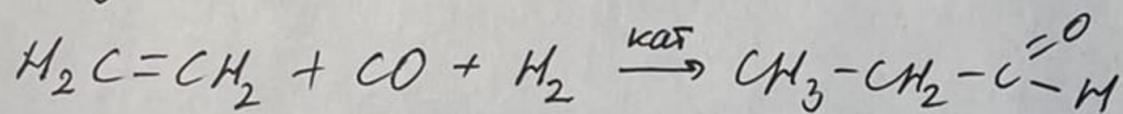
тогда можем предположить, что соединение А - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



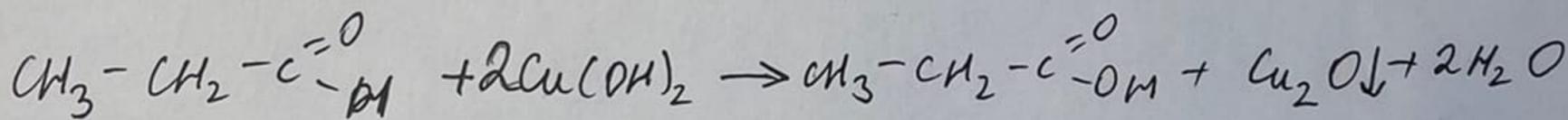
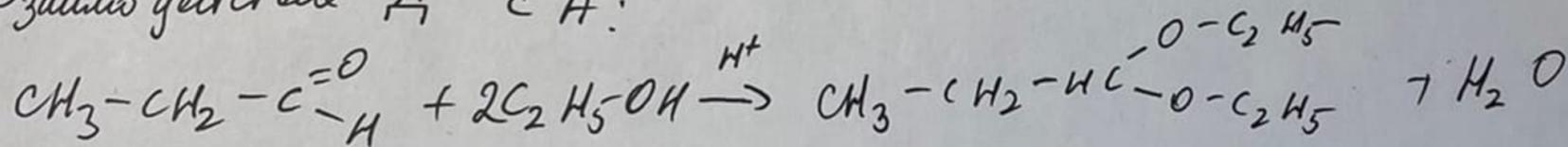
Второе соединение по условию является кислотой:



Получение А:



Взаимодействие А с А:



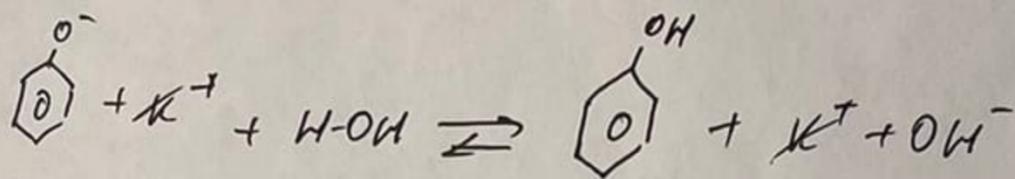
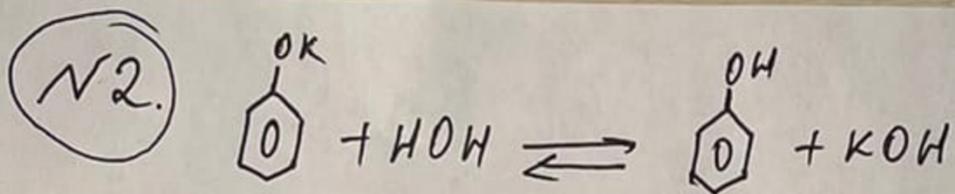
$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль}$; $n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$

$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$

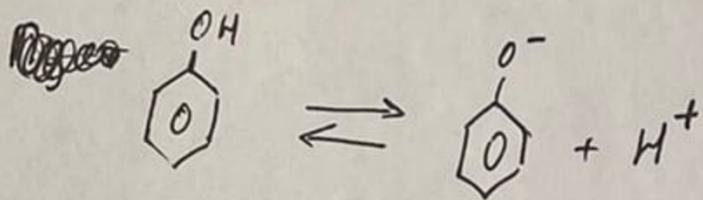
Ответ: А - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; В - $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$; Д - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{H}$

Б - $\text{H}-\overset{\overset{\text{O}}{\parallel}}{\text{C}}-\text{OH}$; Г - CO ; Е - $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\overset{\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5}{\parallel}}{\text{C}}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5$

$m(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 8,7 \text{ г}$



$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{[C_6H_5OH][OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$$



$$K_{\text{дис}} = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]}$$

Пусть изначальная концентрация фенолата калия была равна $a \frac{\text{моль}}{\text{л}}$ (возьмем объем за 1 л), тогда $\nu(C_6H_5O^-) = a \text{ моль}$

Пусть гидролизировалось $x \text{ моль}$ фенолата, тогда $\nu(C_6H_5OH) = \nu(OH^-) = x \text{ моль}$
 $\nu(C_6H_5O^-) = (a-x) \text{ моль}$

$$K_{\text{гидр}} = \frac{x \cdot x}{a-x} = \frac{x^2}{a-x}$$

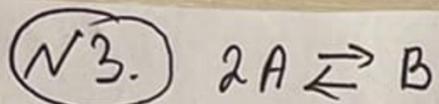
$$[OH^-] = x; \text{ ионное произведение воды: } [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}; [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$pH = 11 \Rightarrow [H^+] = 10^{-11}; [OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3};$$

$$K_{\text{гидр}} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{дис}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$10^{-4} = \frac{(10^{-3})^2}{a - 10^{-3}}; a = 0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: концентрация фенолата калия равна $0,011 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$.



Штеверик

$v = 1$
 $T = 303K$
 $p = 1 \text{ атм}$
 $M_{cp} = 75,9 \text{ г/моль}$

$$J = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$\theta : A = 1,86 : 1 \Rightarrow$ всего - 2,86, тогда составим пропорцию:

$$\begin{array}{r} 2,86 - 0,04 \\ 1 - x \\ x = 0,014 \end{array}$$

$\Rightarrow J(B) = 0,014 \text{ моль};$ тогда $J(A) = 0,026 \text{ моль}$

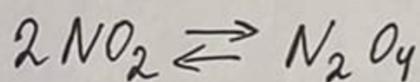
$$m(A+B) = 0,04 \cdot 75,9 = 3,036 \text{ г}$$

Пусть молярная масса $A = M_{cp}$, тогда:

$$0,026 \cdot 2M + 0,014M = 3,036$$

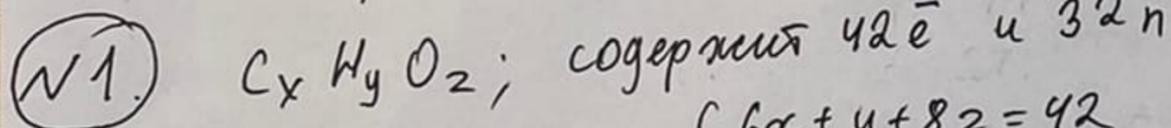
$$0,066M = 3,036$$

$M = 46$ - это может быть NO_2 ; $A - NO_2$; $B - N_2O_4$



$$K = \frac{K_1}{K_{-1}}; \quad K_{-1} = \frac{K_1 \cdot [NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,026)^2}{0,014} = 2,4 \cdot 10^{-4}$$

Ответ: $2,4 \cdot 10^{-4}$; $2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4$



$^{12}C - 6e^-; 6n$
 $^{16}O - 8e^-; 8n$
 $^1H - 1e^-; 0n$

$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 \\ 6x + 8z = 32 \end{cases}$$

$$y + 32 = 42$$

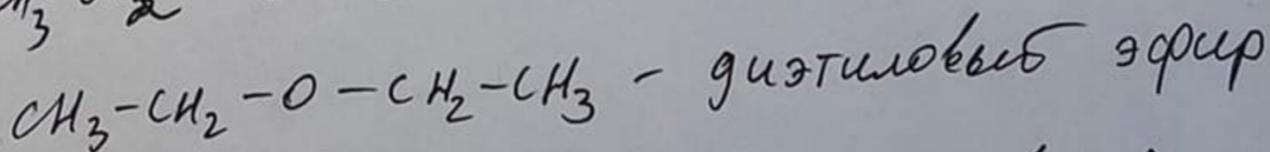
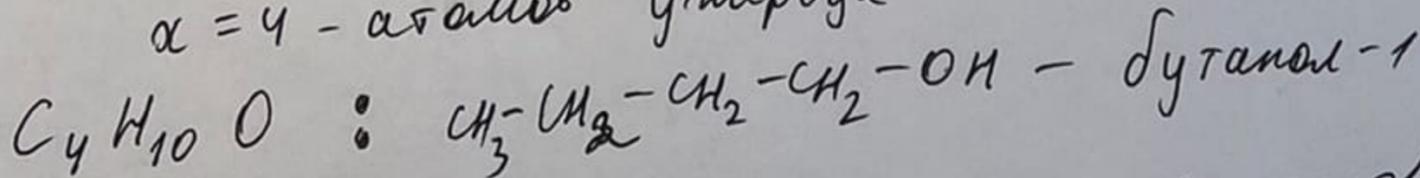
$y = 10$ - число атомов водорода

Предположим, что соединении содержит 1 кислород, тогда:

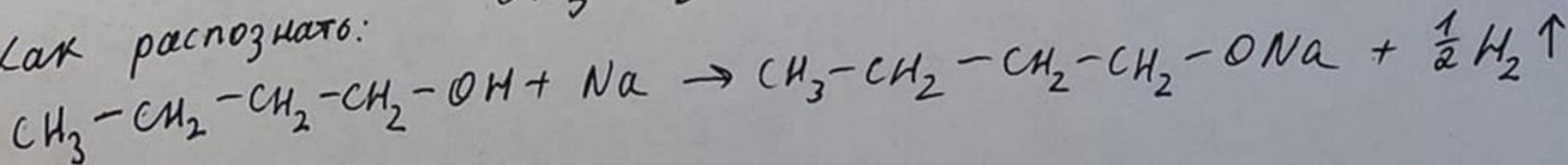
$$6x + 10 + 8 = 42$$

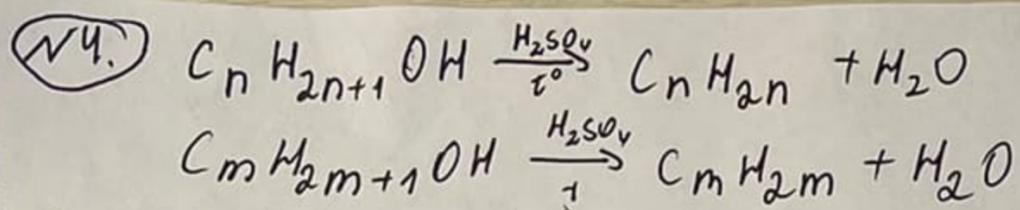
$$6x = 24$$

$x = 4$ - атомов углерода



Как распознать:





$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,31 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$M_{\text{ср}} = \frac{15,9}{0,3} = 53 \text{ г/моль}$$

$M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46 \text{ г/моль}$; т.к. средняя M равна 53 \Rightarrow молярная масса одного спирта > 53 , а другого $< 53 \text{ г/моль}$

$$M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 60 \text{ г/моль}$$

Пусть $\nu(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{C}_m\text{H}_{2m+1}\text{OH}) = y \text{ моль}$

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ (14n + 18)x + (14m + 18)y = 15,9 \end{cases}$$

Предположим, что 1 спирт - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

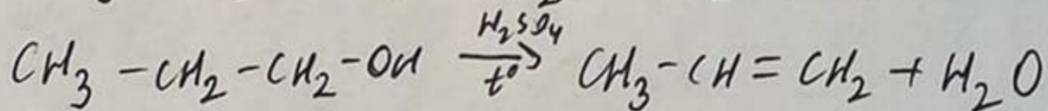
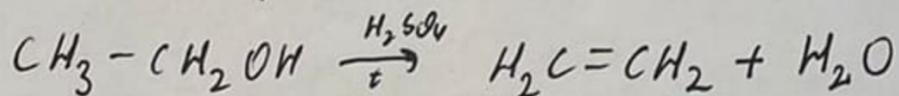
$$\begin{cases} x + y = 0,3 \\ 46x + (14m + 18)y = 15,9 \end{cases} \quad \begin{cases} x = 0,3 - y \\ 13,8 - 0,6y + 14my + 18y = 15,9 \end{cases} \text{ ①}$$

$$\text{① } 14my - 28y = 2,1$$

$$y = \frac{2,1}{14m - 28}; \text{ минимальное } m = 3 \Rightarrow \text{второй спирт} - \text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$$

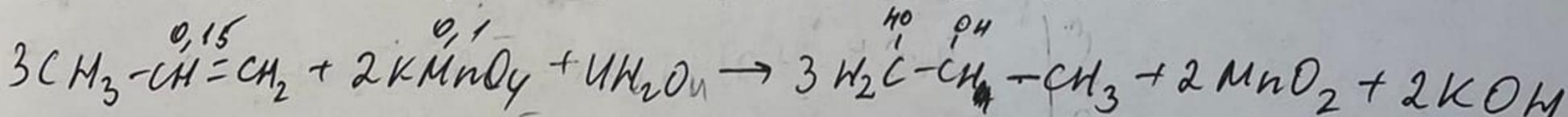
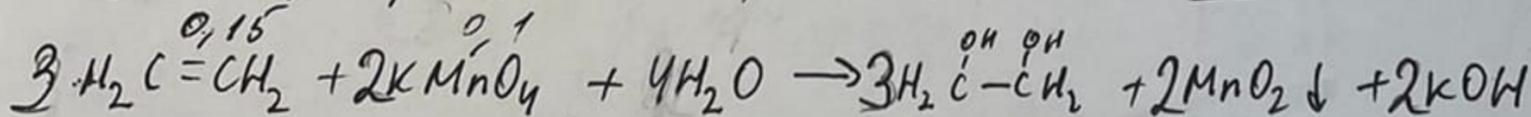
$$y = \frac{2,1}{14} = 0,15 \text{ моль}$$

$$x = 0,15 \text{ моль}$$



$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}; \omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \underline{43,4\%}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 0,15 \cdot 60 = 9 \text{ г}; \omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \underline{56,6\%}$$

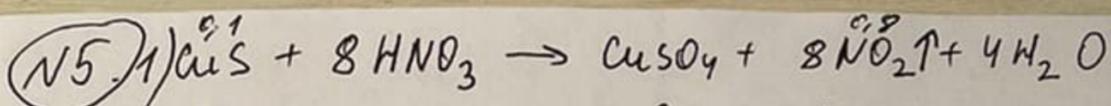


$\nu(\text{KMnO}_4)_{\text{всего}} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ моль}$; составим пропорцию: $\begin{matrix} 0,4 - 1 \\ 0,2 - x \end{matrix}$

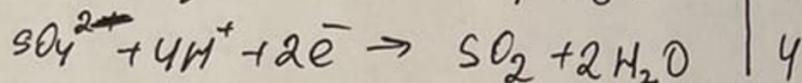
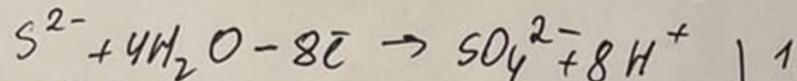
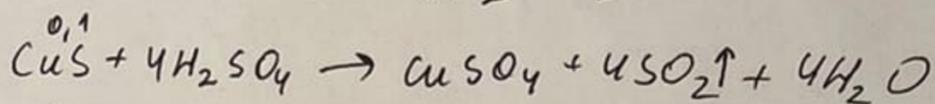
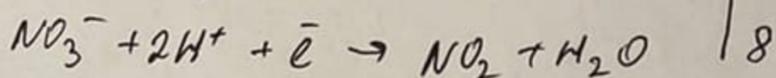
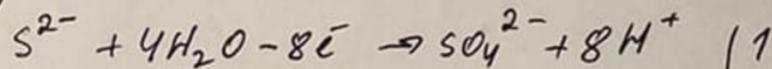
$$x = 0,5 \text{ л}; \nu(\text{KMnO}_4) = 500 \text{ мл}$$

Ответ: $\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 43,4\%$; $\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 56,6\%$

$$\nu(\text{KMnO}_4) = 500 \text{ мл.}$$



Шевчик



$$n(CuS) = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(HNO_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(H_2SO_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

Кислоты взяты в сильном избытке.

1 стакан:

$$m_{p-pa} = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$$

2 стакан:

$$m_{p-pa} = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7 \text{ г}$$

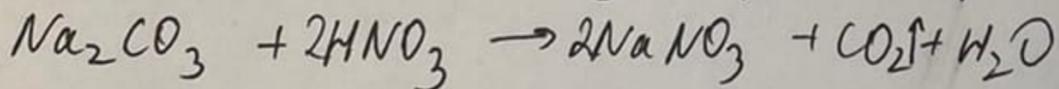
Разница масс:

$$126,7 - 92,8 = \underline{\underline{33,9 \text{ г}}}$$

~~приложение к задаче~~

~~приложение к задаче~~

2) Надо поместить $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ в первый стакан:



Пусть мы добавим x моль ($Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$)

$$92,8 + 286x - 44x = 126,7$$

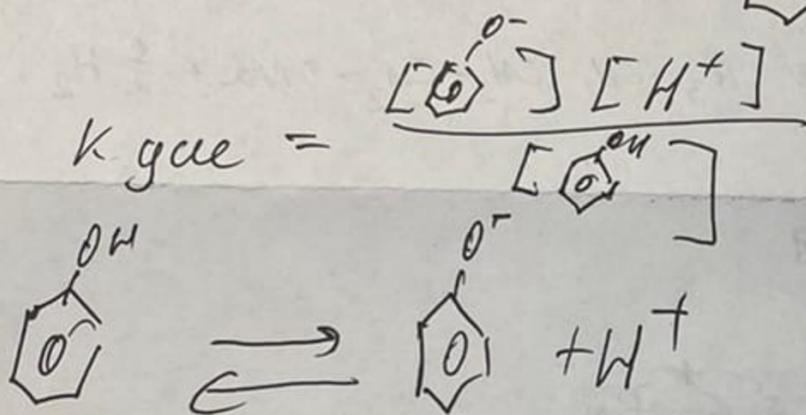
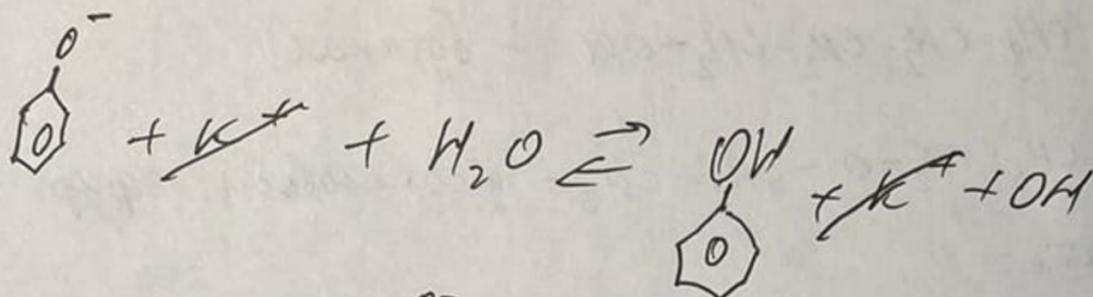
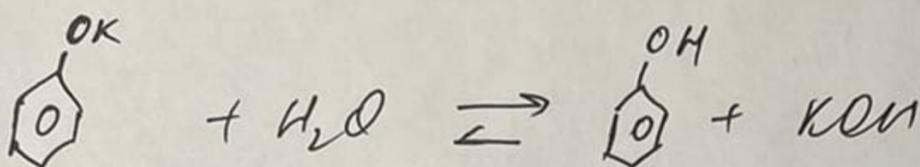
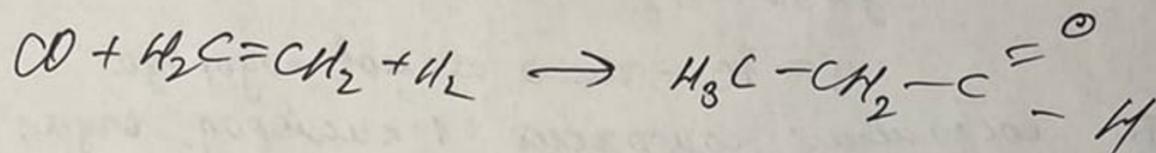
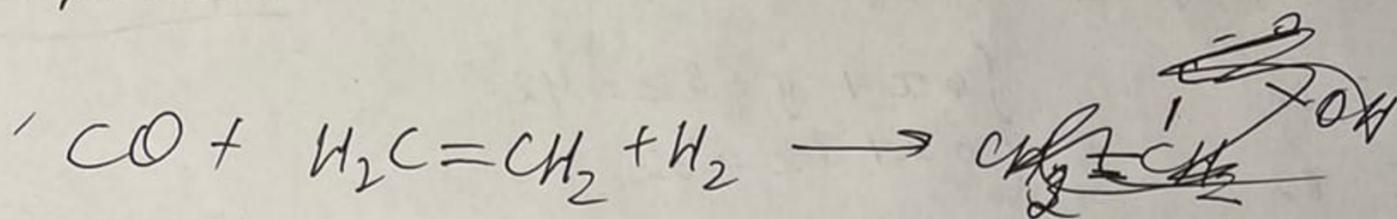
$$x = 0,14 \text{ моль}$$

$$m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 0,14 \cdot 286 = \underline{\underline{40,04 \text{ г}}}$$

Ответ: разница масс стаканов = 33,9 г

$m(Na_2CO_3 \cdot 10H_2O) = 40,04 \text{ г}$, надо добавить в первый стакан

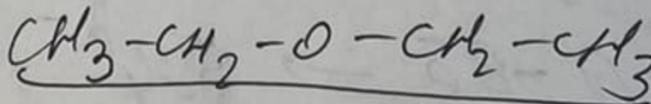
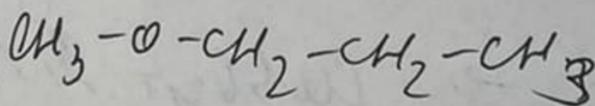
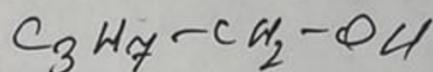
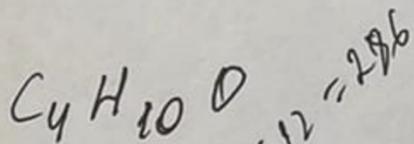
Черновик



$$pH = -\log [H^+]$$

$$[H^+] = 10^{-pH}$$

$$[H^+] = 10^{-11}$$



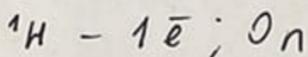
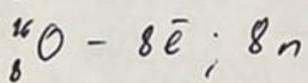
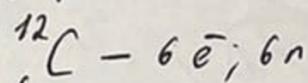
$$\frac{[H^+][OH^-] \cdot [C_6H_5OH]}{[C_6H_5O^-][H^+]} = K_{\text{диссоц}}$$

= K диссоц

~~Уравнение~~ $C_x H_y O_z$; содержит 42e и 32n

Черновик

№1



$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 \\ 6x + 8z = 32 \end{cases}$$

$$y + 32 = 42$$

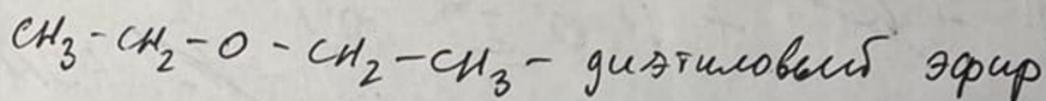
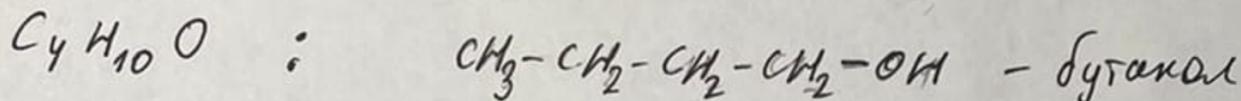
$y = 10$ - число атомов водорода

Предположим, что соединение содержит 1 кислород, тогда:

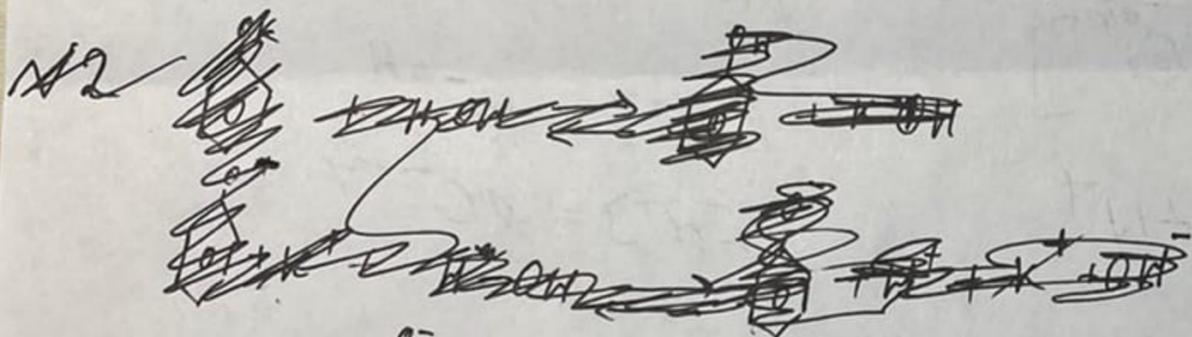
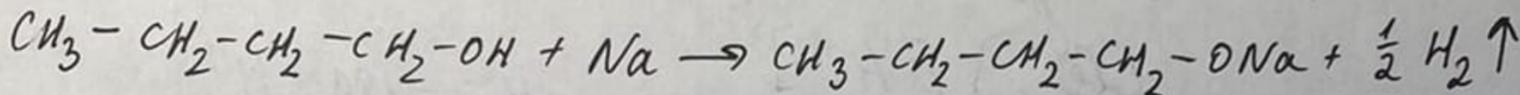
$$6x + 10 + 8 = 42$$

$$6x = 24$$

$$x = 4$$



Как распознать:



~~Классификация~~

