



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Красников Сергей Геннадьевич**

Класс: **11**

Технический балл: **91**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр работы: 9918120

ФИО проверяющего: Тарасенко Е.А.

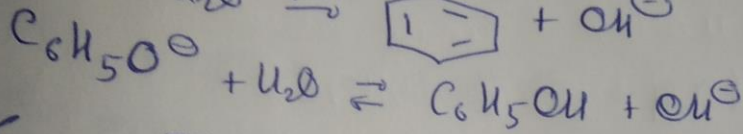
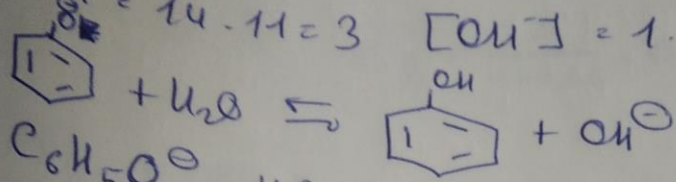
задание (макс.балл)	балл	комментарии
1(8)	8	
2(16)	13	Минус 3б за нахождение равновесной концентрации, а не общей.
3(16)	10	+6б за нахождение веществ, +2б за нахождение общего числа молей по уравнению М-К, +2б за идею расчёта константы скорости обратной реакции через константу равновесия. Расчёты упомянутых констант неверны (некорректно использованы парциальные давления).
4(20)	20	
5(20)	20	
6(20)	20	
сумма	91	

~~№2~~

Проп. 1. Умножить 3.

Задача №2.

$$pOH = 14 - 11 = 3 \quad [OH^-] = 1 \cdot 10^{-3} M$$



$$K_h = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = \frac{[\text{OH}^-]^2}{K_h}$$

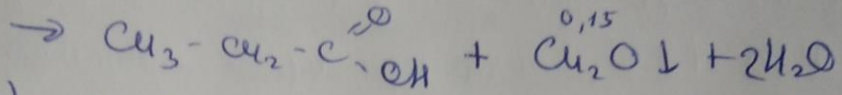
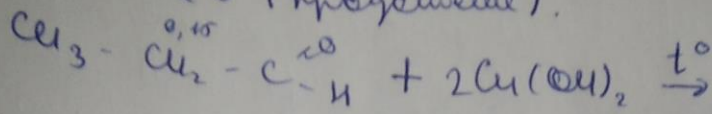
$$K_h = \frac{K_w}{K_a} \quad K_h = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 1 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^2}{1 \cdot 10^{-4}} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-4}} = 1 \cdot 10^{-2} = \underline{\underline{0,01 M}}$$

Ответ: ~~$[\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}]$~~ $\text{C}_6\text{H}_5\text{OK} = 0,01 M$

Вар. 1. Условије 9.

Задача 6 (промена).



$$V(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}) = 21,6 : 144 = 0,15 \text{ моль}$$

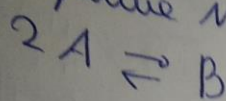
$$\Rightarrow V(\text{C}_3\text{H}_7\text{C}(\text{O})\text{H}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{C}(\text{O})\text{H}) = 0,15 \cdot 58 = \underline{8,7 \text{ г}}$$

Задача №3.

Пр. 1.

Условие 4.



$$\chi_B = \frac{1,86}{1+1,86} = 0,65 \quad \chi_A = \frac{1}{2,86} = 0,35$$

$$M_{\text{см.}} = 75,9 = 0,65 \cdot M_B + 0,35 M_A$$

Но, т.к. это р-я гомемеризация, то $M_B = 2M_A$

$$\Rightarrow 75,9 = 0,65 \cdot 2M_A + 0,35 M_A$$

$$75,9 = 1,65 M_A \quad M_A = 46 \text{ г/моль}$$

\Rightarrow это NO_2 (в-во А), в-во В - N_2O_4

$$pV = \nu RT \quad \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{100 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(A+B) = 0,04 \text{ моль}$$

$$K = \frac{p_B}{p_A^2} = \frac{1 \cdot 0,65}{(1 \cdot 0,35)^2} = \frac{1 \text{ атм.} = 1 \text{ смм.}}{0,1225} = 5,306$$

$$K = \frac{k_1}{k_{-1}} \Rightarrow k_{-1} = \frac{k_1}{K} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{5,306} = 9,423$$

$$= 9,423 \cdot 10^{-4} \text{ 1/моль} \cdot \text{с}$$

Вар. 1. Условие В.

Задача №4 (продолжение)
 $\Rightarrow n=2$ и $m=3$ (либо $m=2, n=3$).

\Rightarrow это смеси C_2H_5OH и C_3H_8O

Проверим этот вариант:

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

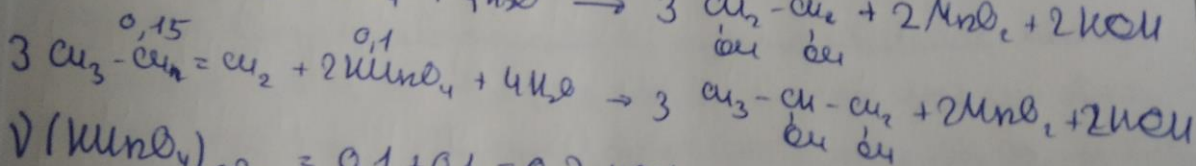
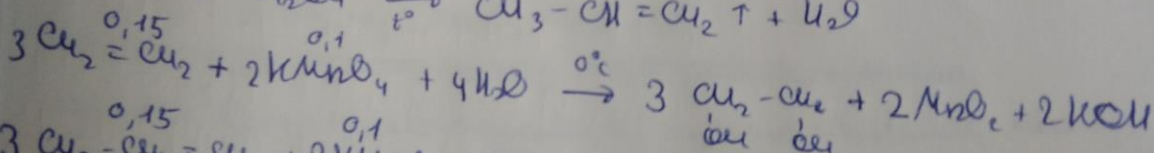
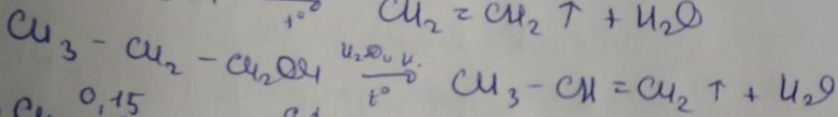
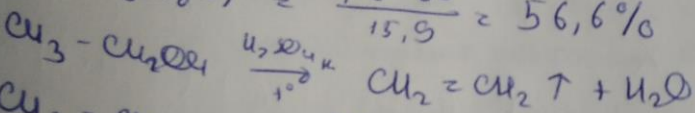
$$M(C_2H_5OH) = 46 \text{ г/моль} \quad M(C_3H_8O) = 60 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow m_{\text{см.}} = 0,15 \cdot 46 + 0,15 \cdot 60 = 15,9 \text{ г}$$

\Rightarrow всё верно.

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 43,4\%$$

$$\omega(C_3H_8O) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 56,6\%$$



$$V(MnO_2)_{\text{общ.}} = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$C = \frac{V}{V} \quad V = \frac{V}{C} \Rightarrow V_{MnO_2 \text{ р.р.}} = \frac{0,2}{0,4} = \underline{0,51}$$

Задача № 4. Вар. 1 Условие 5.

$$PV = \nu RT \quad \nu = \frac{PV}{RT} = \frac{100 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

При генерации смесей $\nu_{\text{сн.}} : \nu_{\text{оп. гр.}} = 1:1$

$$\Rightarrow \nu_{\text{сн.}} = \nu_{\text{оп. гр.}}$$

Пусть было x моль 1-го сн и y моль 2-го сн.

Пусть генерира 1-го - $C_n H_{2n+2}$ ○

2-го - $C_m H_{2m+2}$ ○

$$\Rightarrow M_{1\text{-го сн.}} = 14n + 18 \quad M_{2\text{-го сн.}} = 14m + 18$$

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

$$14xn + 18x + 14ym + 18y = 15,9$$

$$14(0,3 - y)n + 18(0,3 - y) + 14ym + 18y = 15,9$$

$$4,2n - 14yn + 5,4 - 18y + 14ym + 18y = 15,9$$

$$4,2n - 14yn + 14ym = 10,5$$

$$4,2n - 14yn = 10,5 - 14ym$$

n и m не отрицательны и не могут быть равны 1.

Пусть $n = 2, m = 3$:

$$8,4 - 28y = 10,5 - 42y \quad -2,1 = -14y \quad y = 0,15 \text{ моль}$$

Этот вариант возможен ($0,15 < 0,3$)

Пусть $n = 3, m = 4$:

$$12,6 - 42y = 10,5 - 56y \quad 2,1 = -14y \quad y < 0 \text{ - небыло}$$

Пусть $n = 4, m = 3$:

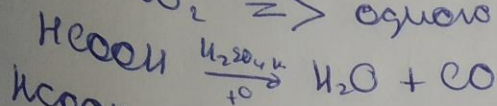
$$16,8 - 56y = 10,5 - 42y \quad 6,3 = 14y \quad y = 0,45 \quad 0,45 > 0,3$$

\Rightarrow тоже не возможно

Задача 6.
Вар. 1.

листовик 8.

Известно, что одно из в-в А и Б - к-та.
При нагревании с вод. газом реагирует
и H_2SO_4 при нагревании с вод. газом выделяется
и HCOOH . По составу HCOOH вы-
деляется один газ. При дегидратации $(\text{HCOO})_2$ -
только CO , а при дегидратации $(\text{HCOO})_2$ -
один из в-в А или Б - HCOOH
(неправильная к-та)



HCOOH действительно кипит при к. т°.

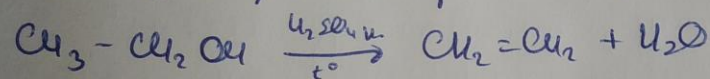
$$M_{\text{CO}} = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$$

Но один из компонентов - CO ($M_{\text{CO}} = 28 \text{ г/моль}$)

\Rightarrow М второго компонента тоже = 28 г/моль

\Rightarrow скорее всего это C_2H_2 .

C_2H_2 в условиях р-ли содр. из $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



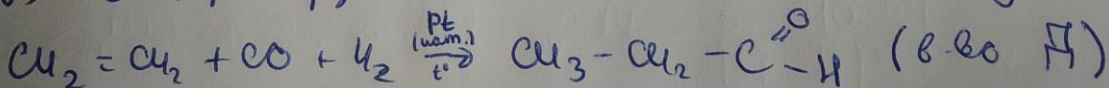
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (этанол) - тоже кипит при к. т°

По определению, пусть HCOOH - А

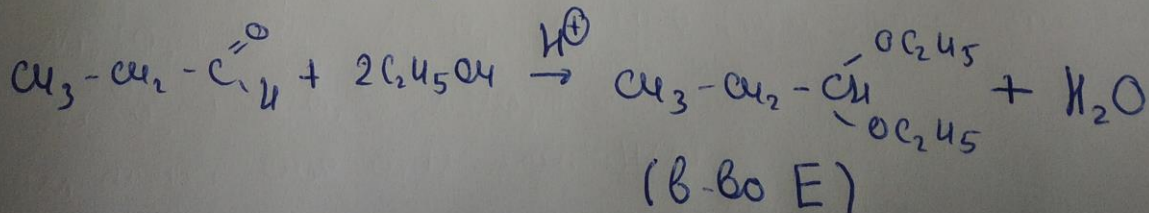
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ - Б

\Rightarrow В - CO , Г - C_2H_2

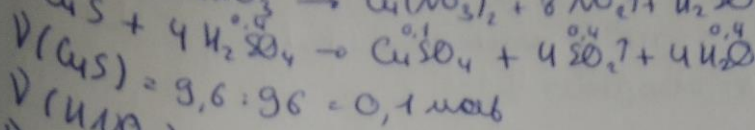
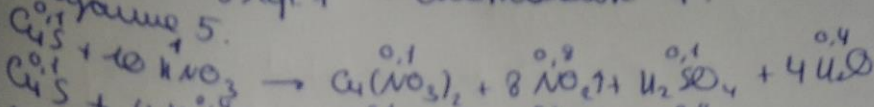
В-во Д реагирует с $\text{Cu}(\text{OH})_2 \Rightarrow$ это альдегид.



\Rightarrow он может реагировать со спиртом ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$):



Задача 5. Вар 1. Условие 7.



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

$$V(\text{HNO}_3) = 120 : 0,63 : 63 = 1,2 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 : 0,98 : 98 = 1,427 \text{ моль}$$

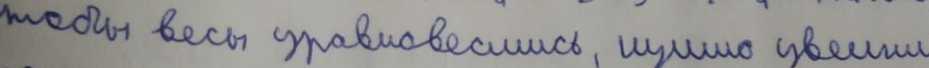
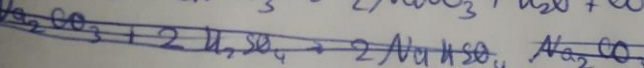
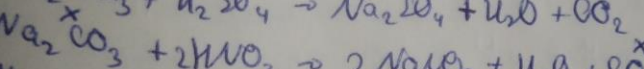
\Rightarrow и-ны в изобилие

$$m_{\text{р-ра с HNO}_3} = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра с H}_2\text{SO}_4} = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,7 \text{ г}$$

$$\text{разница в массе равна } 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$$

\Rightarrow $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ химич. несовместимы в станах с HNO_3 .



можно ввести уравнения, химич. уравнения массы

станана на 33,92 \Rightarrow про условия масса смеси должна

$$\text{равна } 126,7 \text{ г. Пусть добавим } x \text{ моль } \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$$

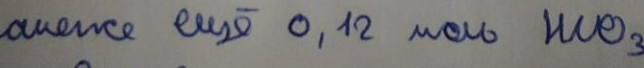
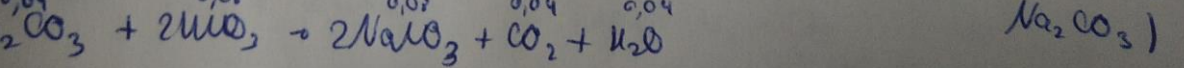
$$126,7 = 92,8 + 180x + 106x - 44x$$

$$126,7 = 92,8 + 242x \quad 33,9 = 242x \quad x = 0,14 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}) = 0,14 \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$$

и-ны несовместимы в изобилие \Rightarrow группа реакции с

Na_2CO_3 не пойдет (в р-ре 0,2 моль HNO_3 и 0,1 моль H_2SO_4)

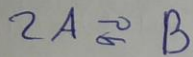


станана еще 0,12 моль HNO_3

\Rightarrow все верно и группа р-ий не пойдет.

Уравнение 11

УЗ.



$$\chi(B) = \frac{1,88}{2,88} = 0,65 \quad \chi(A) = \frac{1}{2,88} = 0,35$$

$$45,9 = 0,65(M_B) + 0,35(M_A)$$

$$K = \frac{[B]}{[A]^2}$$

$$PV = \nu RT$$

$$\nu = \frac{PV}{RT} = \frac{100 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu(B) = 0,04 \cdot 0,65 = 0,026 \text{ моль}$$

$$\nu(A) = 0,014 \text{ моль}$$

$$216,857 = 1,857 M_B + M_A \quad M_A = 216,857 - 1,857 M_B$$

$$M_B = 2 M_A \quad M_A = 216,857 - 1,857 \cdot 2 M_A$$

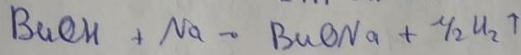
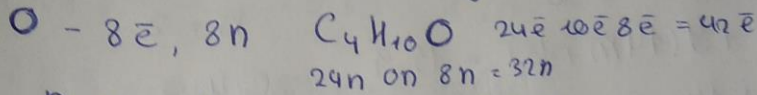
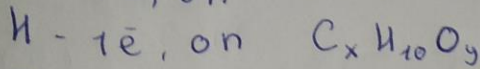
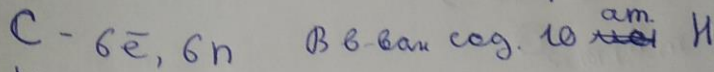
$$4,714 M_A = 216,857 \quad M_A = 46,2 \text{ моль} - \text{NO}_2$$

$$K = \frac{k_1}{k_{-1}} \quad K = \frac{0,65}{0,35^2} = 5,306$$

$$5,306 = \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{k_{-1}} \quad k_{-1} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5,306} = \underline{\underline{9,423 \cdot 10^{-4}}}$$

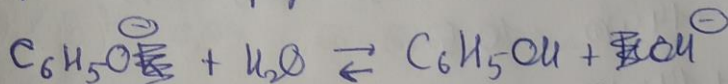
v1.

переводит 10



v2. pOH = 3 [OH⁻] = 10⁻³ = 1 · 10⁻³ M

Пырау даву 1,1 p-м

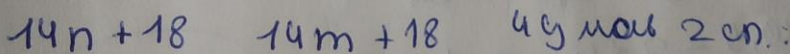
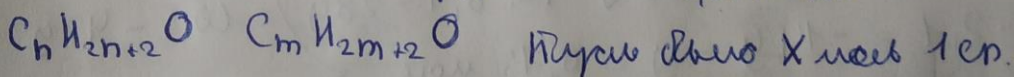


K_b = $\frac{[OH^-]^2}{[C_6H_5O^-]}$ K_b = $\frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$

~~10~~ [C₆H₅O⁻] = $\frac{[OH^-]^2}{K_b} = \frac{10^{-6}}{10^{-4}} = 0,01 M$

v3.

PV = νRT ν = $\frac{PV}{RT}$ ν = $\frac{100 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,296 \text{ моль}$



X(14n + 18) + y(14m + 18) = 15,9

X + y = 0,296 X = 0,296 - y

(0,296 - y)(14n + 18) + y(14m + 18) = 15,9

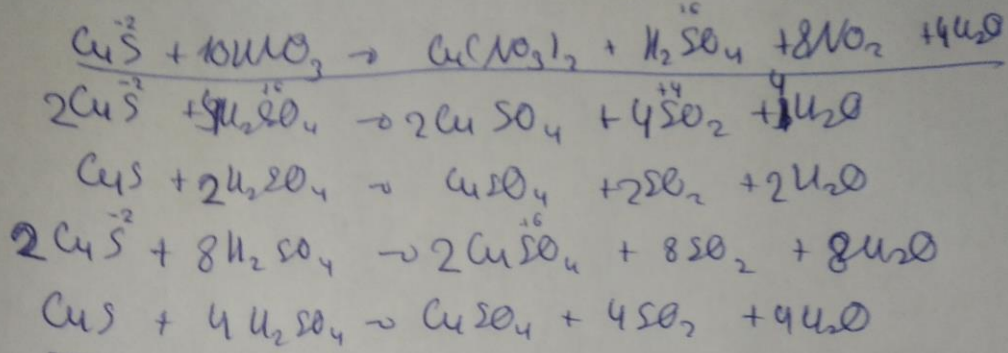
4,144n + 5,328 - 14ny = 18y + 14my - 18y = 15,9

4,144n - 14ny + 14my = 10,572

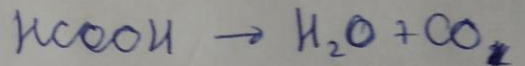
4,144n - 14y(n - m) = 10,572

N 5.

реакция 12



N 6.

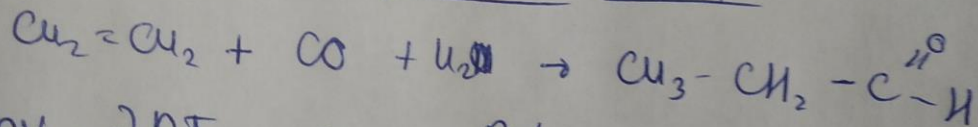


$$M_{\text{Cu}} = 32 \cdot 0,875 = 28 \text{ г/моль}$$

$$V(\text{Cu}_2\text{O}) = 21,6 : 144 = 0,15 \text{ моль}$$

если из разоб - CO

$$\Rightarrow N(\text{вм. разоб}) = 28 \text{ г/моль} \quad \underline{\text{C}_2\text{H}_4}$$

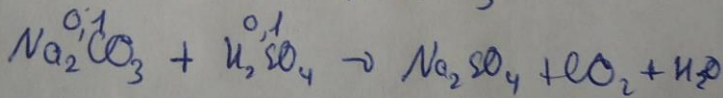


$$PV = \nu RT \quad \nu = \frac{PV}{RT} =$$

$$p =$$

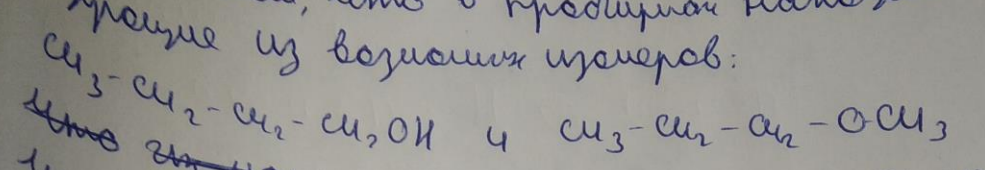
$$0,14$$

$$0,1 \text{ H}_2\text{SO}_4 \quad 0,2 \text{ HNO}_3$$



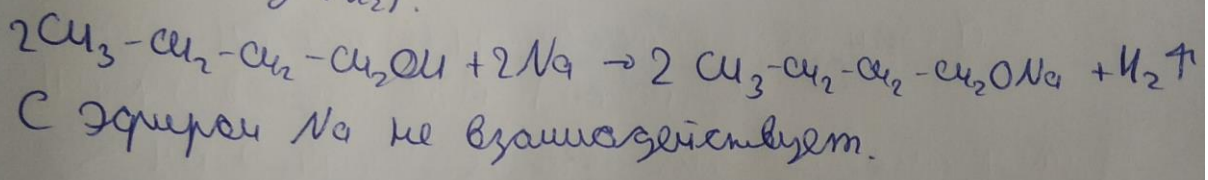
$$0,04 \text{ Na}_2\text{CO}_3$$

11 (продолжение) Вар. 1 Чистовик 2.
 Предполагая, что в пробирке находится
 вещество из возможных изомеров:



~~это вещество~~ или или дан спирт в
 чистом виде (не водный р-р), то элемент
 в-ва можно при помощи металлического Na.
 (пр. зр. в H_2O нерастворим).

Д-я будет протекать только со спиртом, при
 этом металл будет растворяться, и будет вы-
 гоняться газ (H_2).



Вар. 1

числовик.

1

Задача №1.

C сог. $6\bar{e}$ и $6n$ H сог. $1\bar{e}$ и $0n$

O сог. $8\bar{e}$ и $8n$.

Разница между \bar{e} и $n = 42 - 32 = 10$
 \Rightarrow в соединении есть атомы, которые дают \bar{e} , но не дают n . Это атомы H.

Если атом H даёт $1\bar{e}$ и $0n$. Изольтеи $\bar{e} = 10$

\Rightarrow в соединении 10 атомов H.

Запишем формулу в-ва: $C_x H_{10} O_z$

В сог. на C и O приходится $32\bar{e}$ и $32n$.

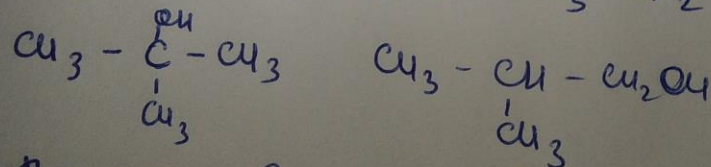
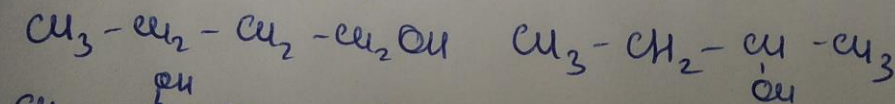
Пусть в сог. два 1 атом O:

\Rightarrow на C при. $32\bar{e} - 8\bar{e} = 24\bar{e} \Rightarrow$ было 4 ат. C

\Rightarrow формула $C_4 H_{10} O$

Пусть в сог. 2 ат. O, тогда на C при. $16\bar{e}$, что невозможно \Rightarrow формула действительно

Этой формуле удовлетворяют насыщенные спирты и простые эфиры. Вот возможные вар. спиртов. $C_4 H_{10} O$.



Возможные вар. эфиров:

