



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

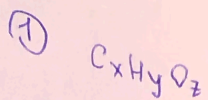
ФИО участника олимпиады: **Кира Елизавета Евгеньевна**

Класс: **11**

Технический балл: **95**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр работы:	9830780
Оценка:	95
Экзаменатор:	Пичугина
Описание работы:	
№ 1	8 баллов
№ 2	16 баллов
№ 3	16 баллов
№ 4	16 баллов (не рассчитан состав)
№ 5	20 баллов
№ 6	19 баллов (нет условий в реакции получения E)

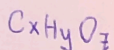


Учитывая

1

1 моль - $42z$ и $32n$

H	C	O
1e	6e	8e
1p	6p	8p
0n	6n	8n



$6x + 8z = 32$

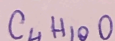
$6x + y + 8z = 42$

$y = 10$

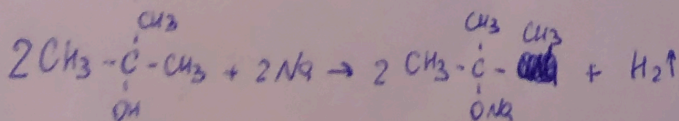
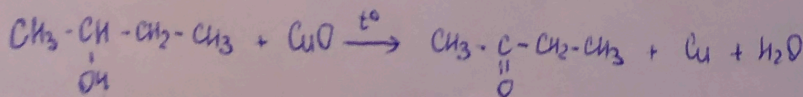
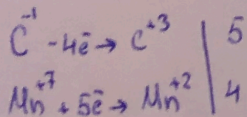
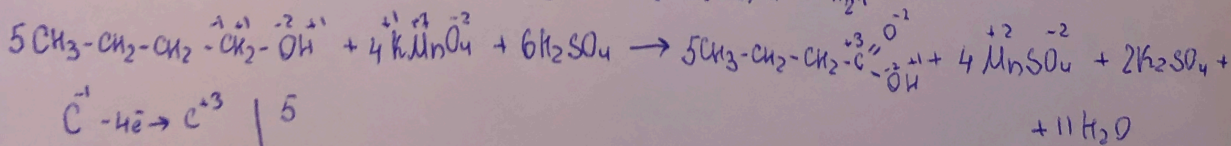
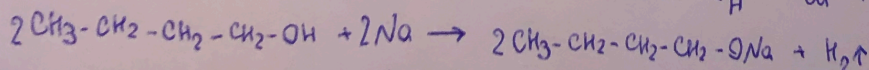
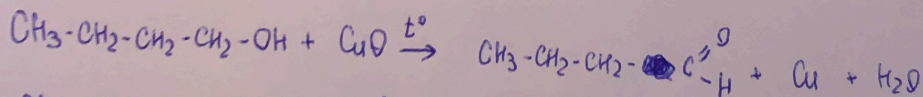
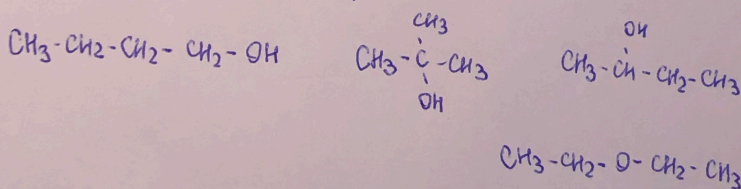
Лично $x = 2, z = 2.5$

$x = 3, z = 1.5$

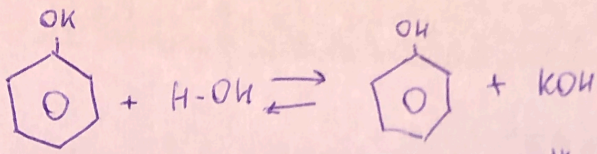
$x = 4, z = 1$



Структурные формулы изомеров:



2



Условие.

2

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{гидр}} \cdot c}; \quad K_{\text{гидр}} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{дис}}}; \quad \text{pH} + \text{pOH} = 14, \quad \text{pOH} = 14 - 11 = 3$$
$$[\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$[\text{OH}^-]^2 = \frac{K_w \cdot c}{K_{\text{дис}}}; \quad c = \frac{[\text{OH}^-]^2 K_{\text{дис}}}{K_w}$$

$$c = \frac{10^{-6} \cdot 10^{-10}}{10^{-14}} = 10^{-2} = 0,01 \text{ моль/л} - \text{концентрация фенолята калия}$$

3

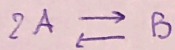
Дано:

$$V = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$T = 273 + 30 = 303 \text{ K}$$

$$P = 1,00 \text{ атм} = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$M_{\text{ср}} = 75,9$$



$$B: A = 1,86:1$$

Искомое

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}; n = \frac{101,3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\text{Весовое B} - n(B) = \frac{1,86}{2,86} \cdot 0,04 = 0,026 \text{ моль}$$

$$\text{Весовое A} - n(A) = \frac{1}{2,86} \cdot 0,04 = 0,014 \text{ моль}$$

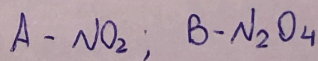
$$\text{Пусть } M(A) = x \text{ моль/л, и } M(B) = 2x$$

$$\frac{x \cdot 0,014 + 2x \cdot 0,026}{0,04} = 75,9$$

$$3,036 = 0,014x + 0,052x$$

$$0,066x = 3,036$$

$$x = 46 - \text{это } \text{NO}_2$$



$$K_{\text{равн}} = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{0,026}{(0,014)^2} = 132,65$$

$$K_{\text{равн}} = \frac{\vec{K}}{\underset{\leftarrow}{K}(\text{раз})}$$

$$\underset{\leftarrow}{K}(\text{раз}) = \frac{\vec{K}}{K_{\text{равн}}} = \frac{5,00 \cdot 10^{-3}}{132,65} = 3,77 \cdot 10^{-5}$$

4) Дано:

Решение.

Учитывая

4

$$T = 273 + 180 = 453 \text{ K}$$

$$m_{\text{спирт}} = 15,9 \text{ г}$$

$$V = 11,15 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$P = 101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

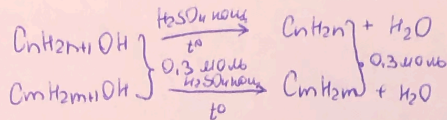
$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

n = ?

$$C = 0,4 \text{ M}$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{101,3 \cdot 11,15 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$



Найдем среднюю молярную массу спиртов.

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

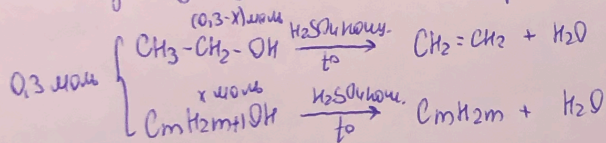
$$C_1 H_3 OH \quad M = 39 \text{ г/моль}$$

$$C_2 H_5 OH \quad M = 46 \text{ г/моль} < 53$$

$$C_3 H_7 OH \quad M = 60 \text{ г/моль}$$

$$C_4 H_9 OH \quad M = 74 \text{ г/моль}$$

Т.к. метанол не подвергается внутримолекулярной дегидратации, то один из возможных насыщ. первичных одноатомных спиртов - этанол.



$$M(C_2 H_5 OH) = 46 \text{ г/моль}$$

$$M(C_m H_{2m+1} OH) = 14m + 2m + 2 + 16 = 14m + 18$$

$$(14m + 18)x + (0,3 - x) \cdot 46 = 15,9$$

$$14mx + 18x + 13,8 - 46x = 15,9$$

$$14mx - 28x = 2,1 \quad | : 14$$

$$mx - 2x = 0,15$$

$$\text{Условие } m \geq 3, x < 0,3$$

$$\text{Пусть } m = 3, x = 0,15$$

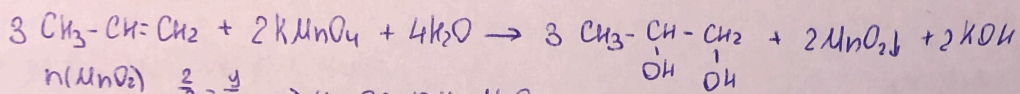
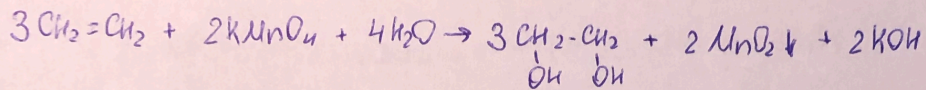
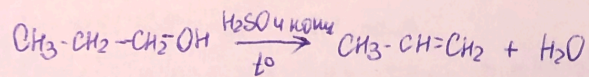
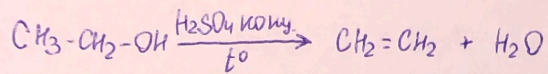
$$m = 4, x = 0,075$$

Условию будут удовлетворены насыщ. первичные одноат. спирты, у которых $m \geq 3$.

Второй возможный спирт: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$

Цитирован

5



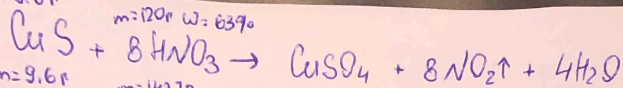
$$\frac{n(\text{MnO}_2)}{n(\text{спирта})} = \frac{2}{3} = \frac{y}{0,3} \Rightarrow y = 0,2 \text{ моль } \text{MnO}_2$$

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow 0,4 = \frac{0,2}{x}$$

$x = 0,5 \text{ л } \text{MnO}_2$ на 2 реакции

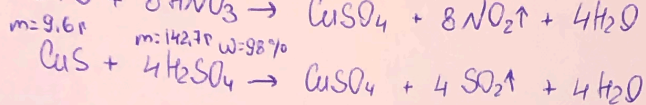
5

m = 9,6 г



m = 120 г ω = 63%

m = 9,6 г



m = 142,7 г ω = 98%

Установив

6

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

$$m(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 75,6 \text{ г} \Rightarrow n(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot 46 = 36,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{ст.1}} = m_{\text{стекла}} + 9,6 + 120 - 36,8 = (m_{\text{стекла}} + 92,8) \text{ г}$$

стакан 2: $n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,846 \text{ г} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,846}{98} = 1,427 \text{ моль}$$

$$n(\text{SO}_2) = 0,1 \cdot 4 = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ г}$$

$$m_{\text{ст.2}} = m_{\text{стекла}} + 9,6 + 142,7 - 25,6 = (m_{\text{стекла}} + 126,7) \text{ г}$$

$$\Delta m = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г} - \text{разница в массе стаканов после окончания реакции}$$

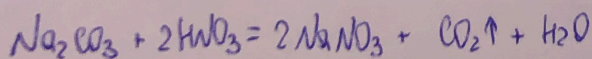
Добавим $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

В том стакане HNO_3 было 1,2 моль

попротимоль на реакцию 0,1 · 8 = 0,8 моль

Осталось 1,2 - 0,8 = 0,4 моль

Пусть добавим x моль $\underbrace{\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}_{\substack{106 \\ 286}}$



$$m_{\text{стекла}} + 92,8 + 286x - 44x = m_{\text{стекла}} + 126,7$$

$$242x = 33,9$$

$$x = 0,14 \text{ моль}$$

$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,14 \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$ - такую массу кристаллогидрата надо добавить в стакан (с раствором азотной кислоты)

6

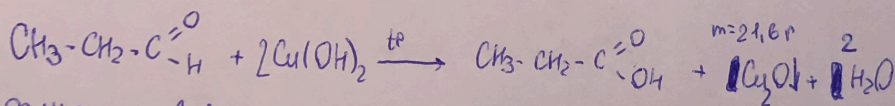
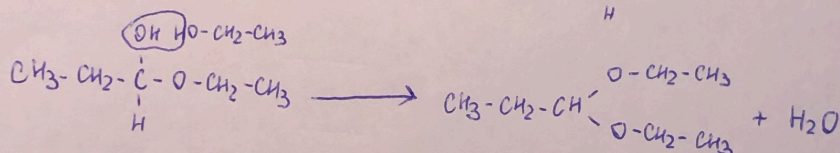
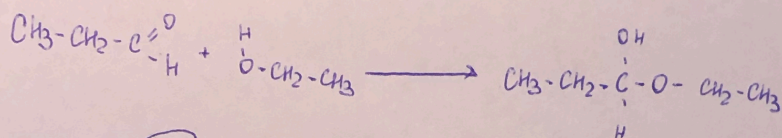
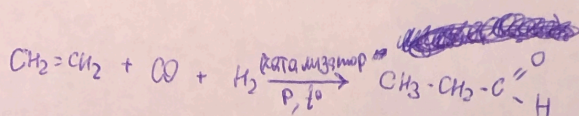
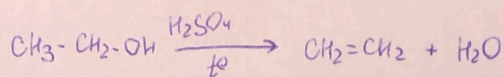
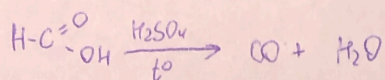
Умножив

7

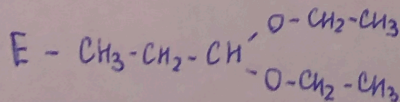
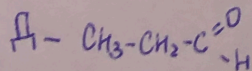
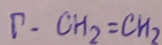
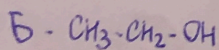
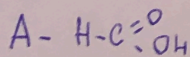
$$D_{O_2} = \frac{m_{\text{газ}}}{M_{O_2}}$$

$$0,875 = \frac{m_{\text{газ}}}{M_{O_2}}$$

$$m_{\text{газ}} = 0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г моля}$$



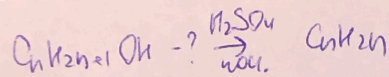
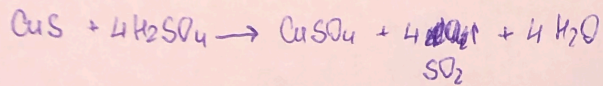
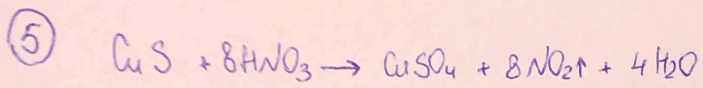
Возможные в-ва:



$$m(CH_3-CH_2-C \begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}) = ?$$

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

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



C-?

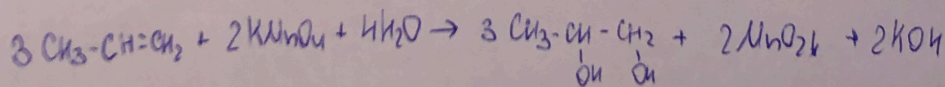
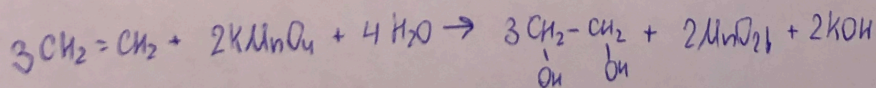
③

$PV = nRT$

$n = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$

$\frac{0,926}{0,000156} = 132,65$

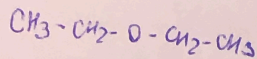
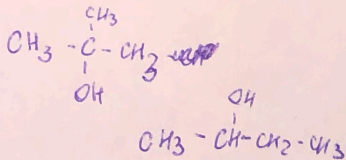
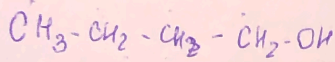
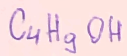
$286x - 44x = 242 \text{ г}$



Черновик

9

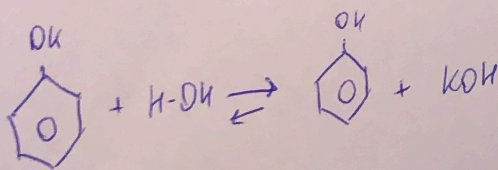
$$X = 2, 6 \cdot 2 + 10 + 8 \cdot 8 = 42$$



$$C = \frac{n}{V}$$

$$\frac{n(MnO_2)}{n_{смесь}} = \frac{2}{3} = \frac{x}{0,3}$$

$$n(CO) = \frac{21,6}{80} = 3,70 \text{ - ?}$$



$$[OH^-] = \sqrt{K_{\text{диссоц}} \cdot c}$$

$$pH + pOH = 14$$

$$K_w = 10^{-14} \text{ !}$$

$$pOH = 14 - 11 = 3$$

$$[OH^-] = 10^{-3} \text{ моль/л}$$

Найти: концентрация
свободных катионов.