



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Костючкова Татьяна Николаевна**

Класс: **11**

Технический балл: **99**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

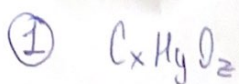
Проверяющий: Хренова Мария Григорьевна

Шифр: 10148218

№ задания	Оценка	Комментарий
1	8	
2	16	
3	16	
4	20	
5	20	
6	19	Снято 1 б: нет реакции образования ацеталя, ошибка/описка в реакции с гидроксидом меди, написано $\text{CuO}$ , должно быть $\text{Cu}_2\text{O}$ .
<b>Сумма</b>	<b>99</b>	

1 вариант

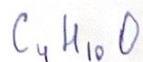
Чистовик 1



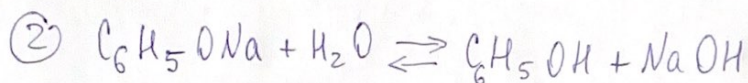
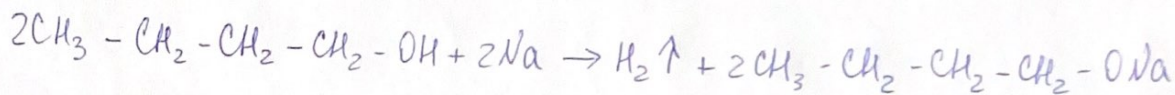
$$N_H = 42 - 32 = 10$$

$$N_{C+O} = 42 - 10 = 32$$

$$N_C = 4 \quad N_O = 1$$



изомеры:  $CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$



$$K_r = \frac{[C_6H_5OH] \cdot [OH^-]}{[C_6H_5O^-]}$$

$$K_r = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$K_r = \frac{[OH^-]^2}{c - [OH^-]}$$

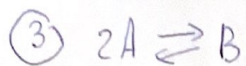
$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]} ; [H^+] = 10^{-pH} = 10^{-11} \text{ моль/л}$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3} \text{ моль/л}$$

$$10^{-14} = \frac{(10^{-3})^2}{c - 10^{-3}}$$

$$c = 10^{-2} + 10^{-3} = 0,011 \text{ моль/л}$$

Ответ:  $c(C_6H_5ONa) = 0,011 \text{ моль/л}$



Чистовик 2

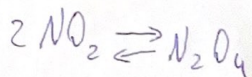
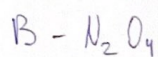
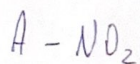
$$\nu_{\text{смеси}} = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu_A = \frac{1}{2,86} \cdot 0,04 = 0,014 \text{ моль}$$

$$\nu_B = 0,04 - 0,014 = 0,026 \text{ моль}$$

$$M_{\text{смеси}} = 75,9 = \frac{0,014 M_A + 0,026 M_B}{0,04}$$

$$M_B = 2M_A \Rightarrow 75,9 = \frac{0,014 \cdot M_A + 0,026 \cdot 2M_A}{0,04} \Rightarrow M_A = 46 \text{ г/моль}$$
$$M_B = 92 \text{ г/моль}$$

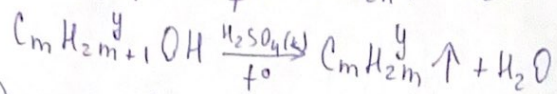
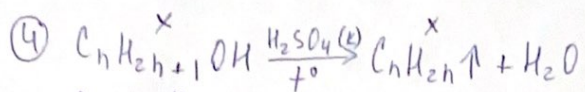


$$K = \frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} ; \quad [\text{NO}_2] = \frac{0,014}{1} \text{ моль/л}$$
$$[\text{N}_2\text{O}_4] = \frac{0,026}{1} \text{ моль/л}$$

$$K = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{k_{-1}} = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$$

$$k_{-1} = 3,8 \cdot 10^{-5}$$

Ответ:  $3,8 \cdot 10^{-5} \text{ 1/мин}$



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

$$x + y = 0,3 \text{ моль}$$

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

один из спиртов первичных этанол  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ,  $n=2$

$$\begin{cases} x + y = 0,3 ; x = 0,3 - y \\ 46x + y(14m + 18) = 15,9 \end{cases}$$

$$46(0,3 - y) + 14my + 18y = 15,9$$

$$14my - 28y = 21 \Rightarrow y = \frac{21}{4m - 28}$$

$$m \geq 3$$

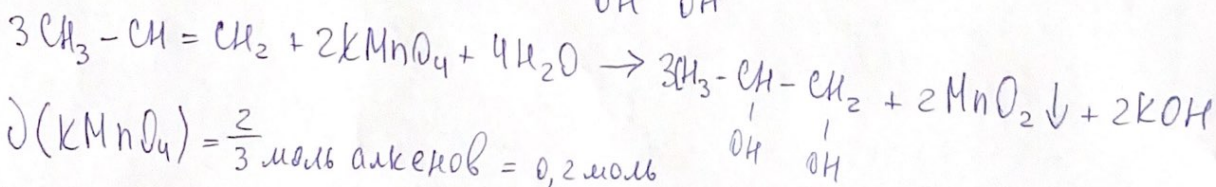
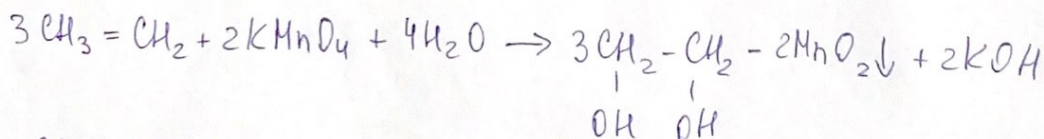
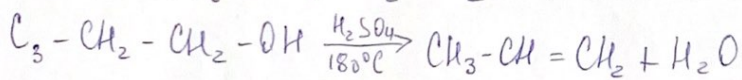
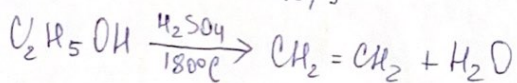
$$0,3 > y > 0$$

$$\text{при } m=3 ; y=0,15$$

второй спирт пропанол-1  $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$

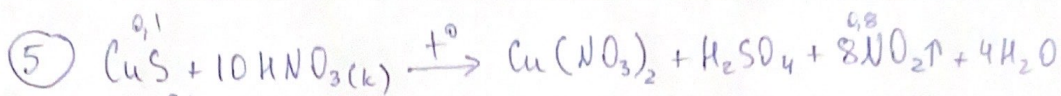
$$\omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 0,434 / 43,4\%$$

$$\omega(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 0,566 / 56,6\%$$

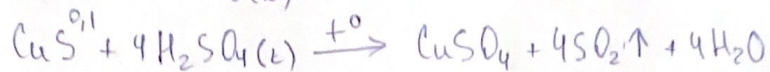


$$\nu(\text{KMnO}_4) = \frac{2}{3} \text{ моль алколов} = 0,2 \text{ моль}$$

$$V_{\text{р-ра KMnO}_4} = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,4 \text{ н}} = 0,5 \text{ л}$$



Чистовик 4



$$\delta(\text{CuS}) = \frac{9,6}{96} = 0,1 - \text{недостаток}$$

$$\delta(\text{HNO}_3) = \frac{120,2 \cdot 0,63}{63 \text{ г/моль}} = 1,2 \text{ моль}$$

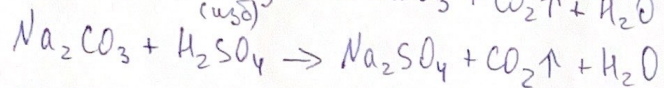
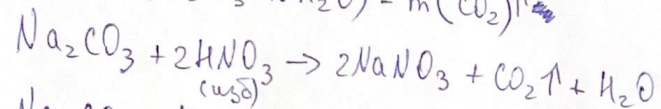
$$\delta(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,72 \cdot 0,98}{98 \text{ г/моль}} = 1,43 \text{ моль}$$

$$m_{\text{р-ра}_1} = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 92,82$$

$$m_{\text{р-ра}_2} = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 126,72$$

$$m_{\text{р-ра}_2} - m_{\text{р-ра}_1} = 33,92 = \Delta m$$

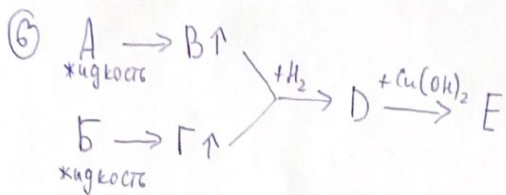
$$\Delta m = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})^{x \text{ моль}} - m(\text{CO}_2\uparrow)^{x \text{ моль}}$$



$$33,9 = 286x - 44x \Rightarrow x = \frac{33,9}{242}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ г/моль} \cdot 0,14 \text{ моль} = 40,2$$

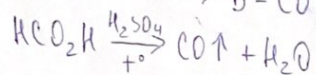
$$\text{Ответ: } m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 40,2$$



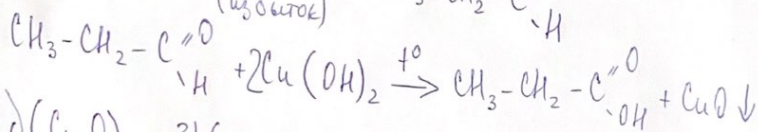
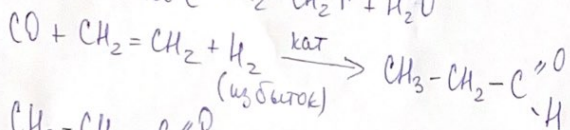
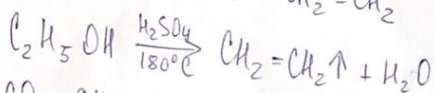
$M_{\text{смеси}} = 0,875 \cdot 32 \text{ г/моль} = 28 \text{ г/моль}$   
газов

Соотношение B:Г не дано, поэтому пусть  $M_B = M_G = 28 \text{ г/моль}$   
тогда  $N_2 / CO / C_2H_4$  - ?

A - кислота  $\Rightarrow$  B - CO



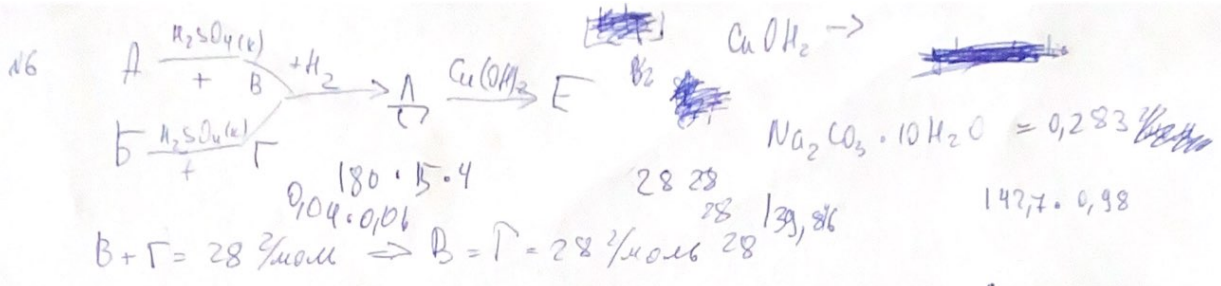
B - этанол  $\Rightarrow$  Г -  $CH_2=CH_2$



$\nu(CuO) = \frac{21,62}{144 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль}$

$\nu(\text{альдегида}) = 0,15 \text{ моль}$

$m(\text{альдегида}) = 0,15 \cdot 58 \text{ г/моль} = 8,7 \text{ г}$

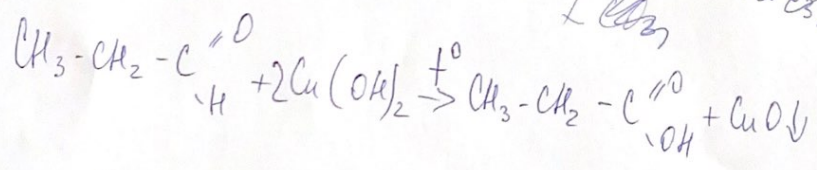
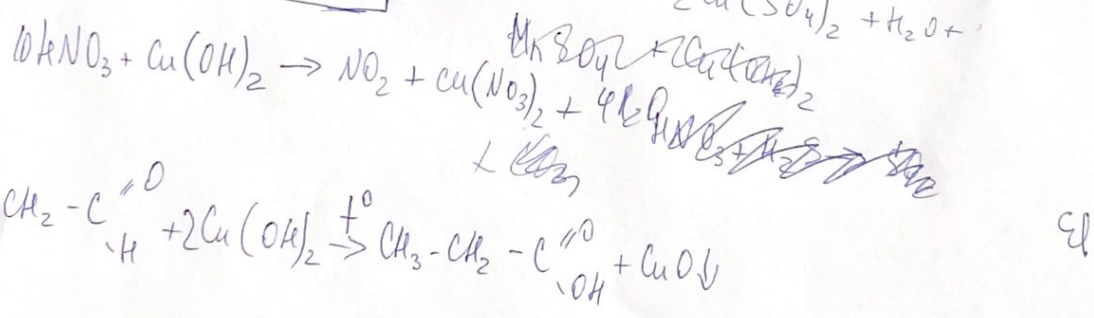
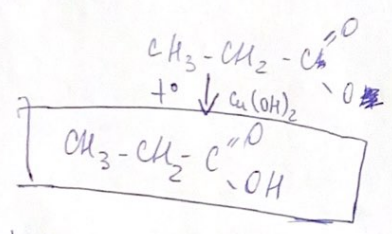
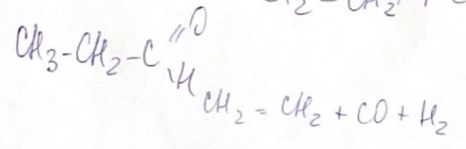
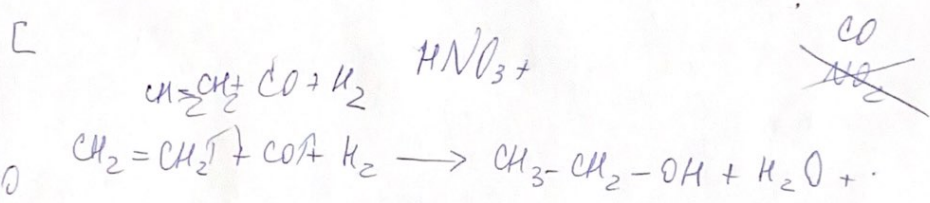


$$Cu(OH)_2 = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\Delta A = \frac{1}{2,86} \cdot 0,04 = 0,014 \text{ моль}$$

$$\Delta B = 0,04 - 0,014 = 0,026$$

жидкость



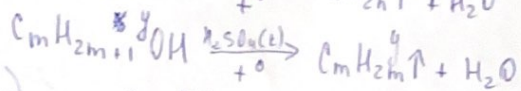
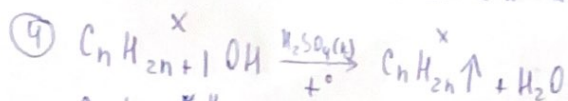
Черновик

①

$42 - 10 = 32$	$12/21$	H
$42 - 32 = 10$	$82/84$	K
$42 - 32 = 10$	$62/64$	C
		O

Вариант 1





$$V_{\text{алкенов}} = \frac{PV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль} \quad \frac{273 + 180}{}$$

$$x + y = 0,3 \text{ моль}$$

$$M_{\text{смеси спиртов}} = \frac{15,92}{0,3 \text{ моль}} = 53 \text{ г/моль}$$

один из первичных спиртов этанол  $C_2H_5OH$ ,  $n=2$

$$\begin{cases} x + y = 0,3 \Rightarrow x = 0,3 - y \\ 46x + y(14m + 18) = 15,92 \end{cases}$$

$$46(0,3 - y) + 14mx - 18y = 15,9$$

$$14my - 28y = 21 \Rightarrow y = \frac{2,1}{4m - 28}$$

$$m \geq 3$$

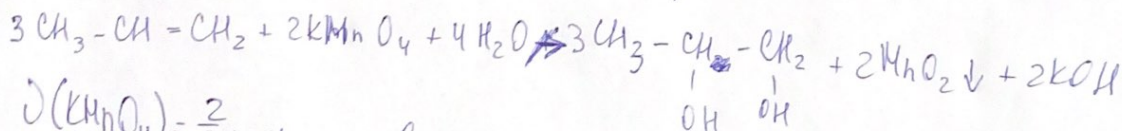
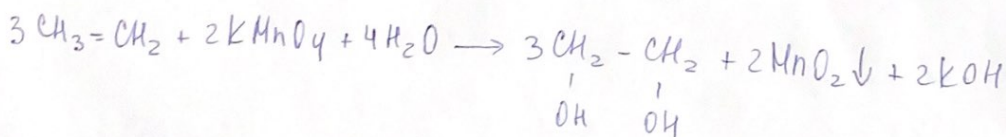
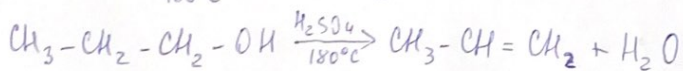
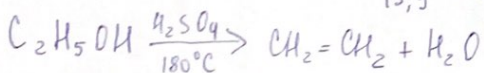
$$0,3 > y > 0$$

$$\text{при } m = 3; y = 0,15$$

второй спирт пропанол-1 =  $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 0,434 / 43,4\%$$

$$\omega(CH_3-CH_2-CH_2-OH) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 0,566 / 56,6\%$$



$$j(KMnO_4) = \frac{2}{3} \text{ моль алкенов} = 0,2 \text{ моль}$$

$$V_{\text{р-ра } KMnO_4} = \frac{0,2 \text{ моль}}{0,4 \text{ н}} = 0,5 \text{ л}$$

Черновик

②

$$46x + y(14m + 18)$$

$$46(0,3 - y) + \cancel{0,15} (14m + 18)$$