



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Богословская Екатерина Денисовна**

Класс: **11**

Технический балл: **95**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

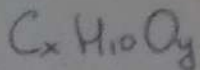
9421085	8	1 6	15 (-1 балл за размерность)	20	16 (-1 б за массу раствора №2, в расчете не учтена масса азотной кислоты - 3 б)	20	95
---------	---	--------	--------------------------------	----	--	----	----

Мазо Г.Н.

Задача 1.

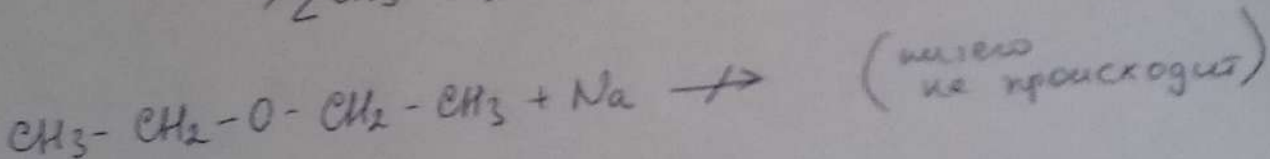
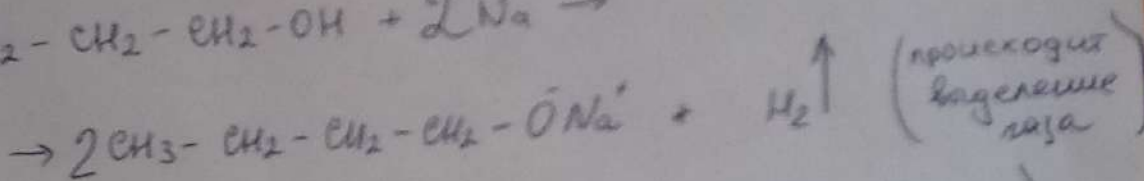
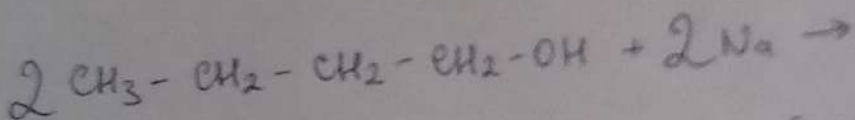
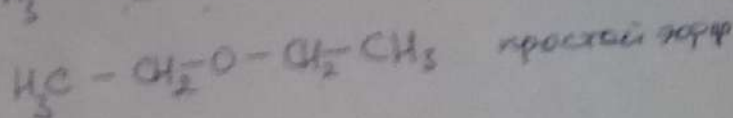
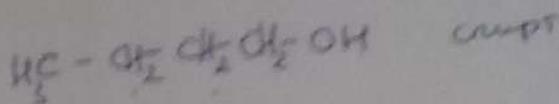
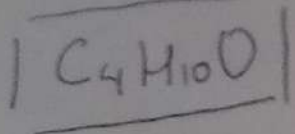
Т.к. водород имеет только 1 электрон, ^(он не имеет нейтронов) кол-во атомов водорода в молекулах равно $42 - 32 =$

$= 10$

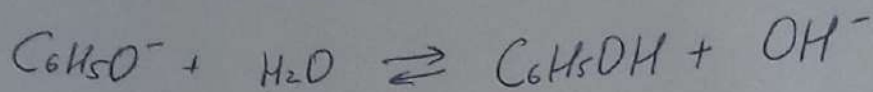
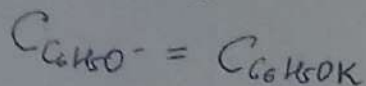
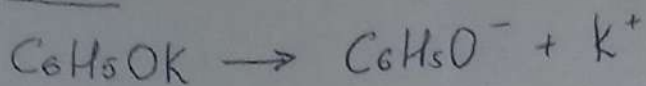


$6x + 8y = 32$

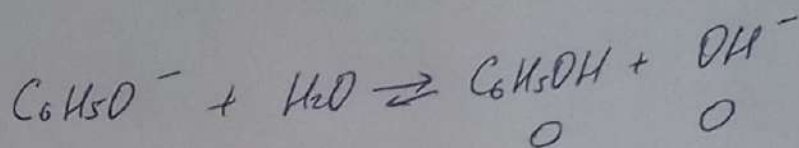
$6 \cdot 4 + 8 = 32$



Задача 2.



$$K_{\text{гидр}} = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}][\text{OH}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \frac{K_w}{K_{\text{гидр}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$



Было, моль/л C

Прореаг., моль/л x

Стало, моль/л $C-x$

x x

$$\frac{[\text{OH}^-]^2}{C - [\text{OH}^-]} = 10^{-4} \quad \leftarrow \quad x = [\text{OH}^-]$$

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

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$$

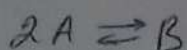
$$\frac{(10^{-3})^2}{C - 10^{-3}} = 10^{-4}$$

$$\frac{10^{-6}}{10^{-4}} = C - 10^{-3}$$

$$C = 10^{-2} + 10^{-3} = 0,01 + 0,001 = 0,011 = 1,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Ответ: $C_{\text{C}_6\text{H}_5\text{OK}} = 1,1 \cdot 10^{-2} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

Задача 3.



$$pV = \nu RT$$

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

$$\begin{cases} \nu(B) = 1,86x \\ \nu(A) = x \end{cases} \Rightarrow 1,86x = 0,04$$
$$x = 0,014 \text{ моль}$$

$$\nu(A) = 0,014 \text{ моль}$$

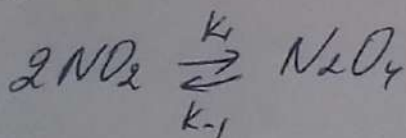
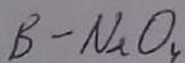
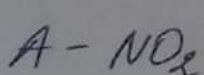
$$\nu(B) = 0,026 \text{ моль}$$

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

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

$$0,066 M_A = 3,036$$

$$M_A = 46 \text{ г/моль}$$



$$k_1 = \frac{\nu}{[A]^2}$$

$$k_{-1} = \frac{\nu}{[B]}$$

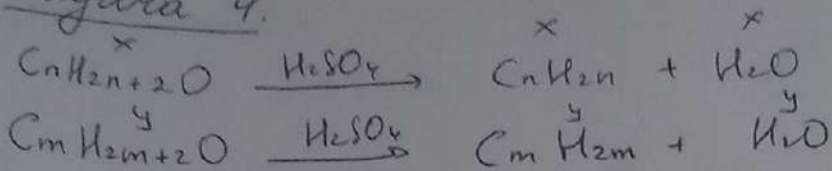
$$\frac{k_1}{k_{-1}} = \frac{[B]}{[A]^2} \Rightarrow k_{-1} = \frac{[A]^2 \cdot k_1}{[B]} = \frac{0,014^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{0,026} =$$

$$= 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

Ответ: A - NO₂
B - N₂O₄

$$k_{-1} = 3,77 \cdot 10^{-5} \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

Задача 4.



$$D_{алкенов} = \frac{101,525 \cdot 11,15}{5,514 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$$

$$D_{спиртов} = 0,3 \text{ моль} \rightarrow x + y = 0,3 \Rightarrow x = 0,3 - y$$

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

$$M_1 < 53 \text{ г/моль} \Rightarrow n=2 \Rightarrow \boxed{C_2H_6O}$$

$$46x + (14m + 18) \cdot y = 15,9$$

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

$$13,8 - 46y + 14my + 18y = 15,9$$

$$14my - 28y = 2,1$$

$$y(m-2) = 0,15$$

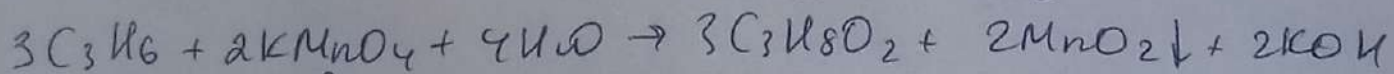
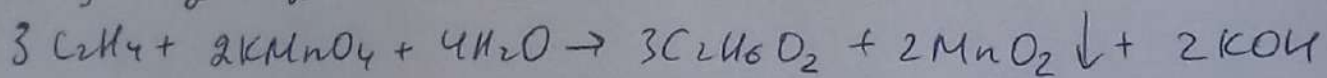
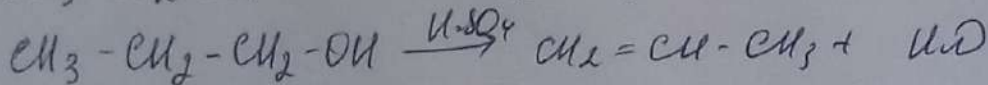
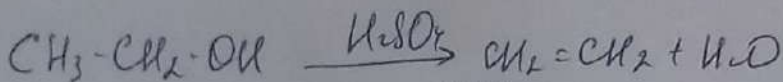
$$y = \frac{0,15}{m-2} \Rightarrow$$

$$\text{Пучок } m=3 \Rightarrow C_3H_8O$$

$$D(C_3H_8O) = 0,15 \text{ моль}$$

$$D(C_2H_6O) = 0,15 \text{ моль}$$

$$\begin{array}{l} (m(C_3H_8O) = 9 \text{ г}) \\ (m(C_2H_6O) = 6,9 \text{ г}) \end{array} \Rightarrow \begin{array}{l} \omega(C_3H_8O) = \frac{9}{15,9} = 0,566 (56,6\%) \\ \omega(C_2H_6O) = \frac{6,9}{15,9} = 0,434 (43,4\%) \end{array}$$



$$D(KMnO_4) = \frac{2}{3} \cdot 0,3 = 0,2 \text{ моль}$$

$$V_{p-p}(KMnO_4) = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

$$\text{Ответ: } \omega(C_3H_8O) = 56,6\%$$

$$\omega(C_2H_6O) = 43,4\%$$

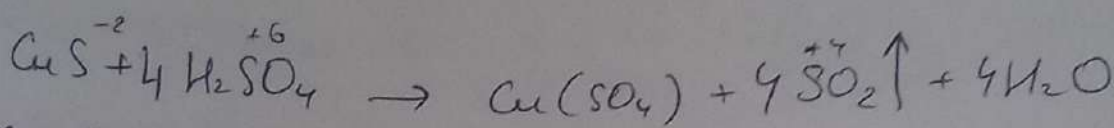
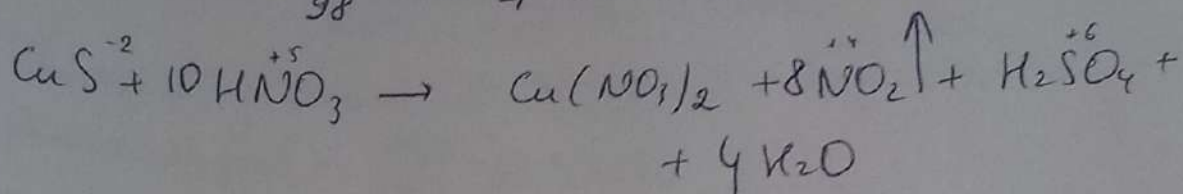
$$V_{p-p}(KMnO_4) = 0,5 \text{ л}$$

Задача 5.

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

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

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,998}{98} = 1,427 \text{ моль}$$



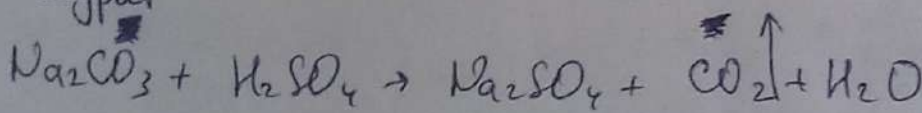
$$m_{\text{р-р}}(1) = 9,6 + 120 - 0,1 \cdot 8 \cdot 46 = 92,8 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-р}}(2) = 9,6 + 142,7 - 0,1 \cdot 4 \cdot 48 = 133,1 \text{ г}$$

Во 2 пробирке (с серной кислотой) больше

$$\Delta m = 40,3 \text{ г}$$

Значит в 1 пробирку надо добавить кристалло-шуграт



$$m_{\text{р-р}} = 92,8 + X \cdot 286 - 44X = 133,1$$

$$242X = 40,3$$

$$X = 0,1665 \text{ моль}$$

$$m_{\text{крист.}} = 0,1665 \cdot 286 = 47,63 \text{ г}$$

Ответ: изначально во 2 пробирке больше, добавить к 1 47,63 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, разница

$$\text{больше } \Delta m = 40,3 \text{ г.}$$

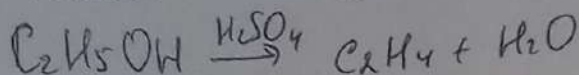
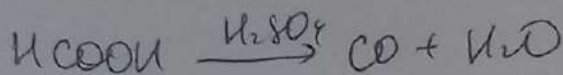
Задача 6.

Масса (B+Г) = $0,875 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$

т.е. соотношение B и Г мы не знаем, но оно может быть CO и C₂H₄ (их масса 28) считаем в любом соотношении)

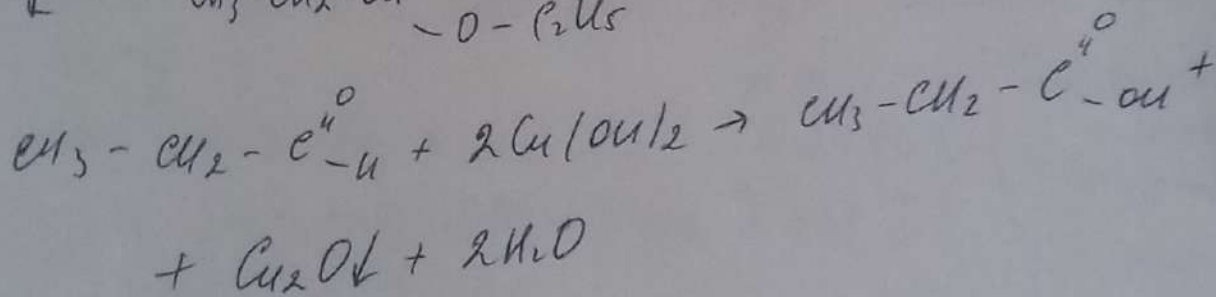
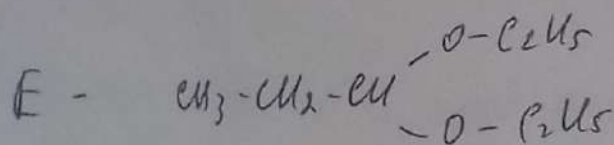
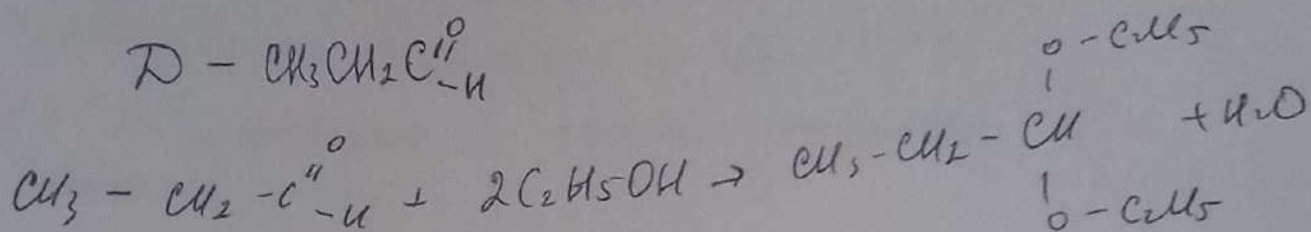
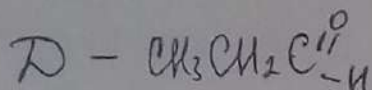
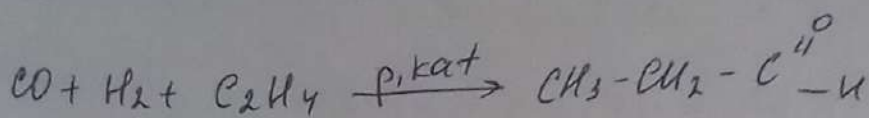
B - CO

Г - C₂H₄ CH₂=CH₂



A - HCOOH

B - C₂H₅OH



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

$$n(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$$

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

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