



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Дубинин Илья Андреевич**

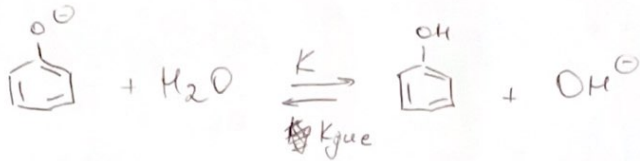
Класс: **10**

Технический балл: **90**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

10050758 Тюльков И.А.

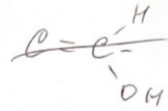
1. 86
2. 166
3. 166
4. 206
5. 206
6. 106 нет реакции гидроформилирования
7. Сумма 906



$$K = \frac{k_w}{K_{гид}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$K = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-]} = 10^{-4}$$

$$[\text{OH}^-] = -\lg([\text{OH}^-]) = 14 - \lg(10^{-4}) = 14$$

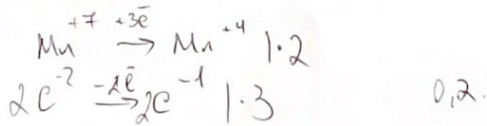
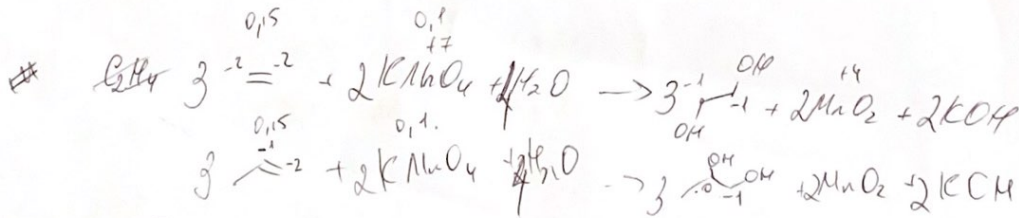
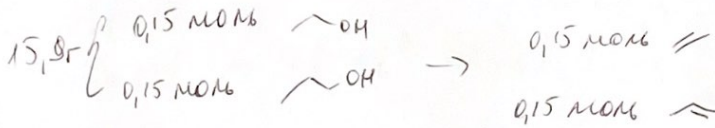
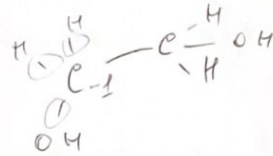
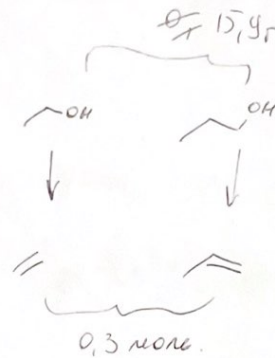


$\frac{A}{\text{моль лит}}$ $\frac{\text{моль}}{A}$

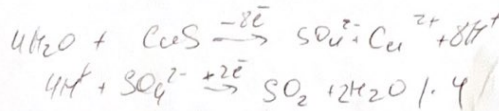
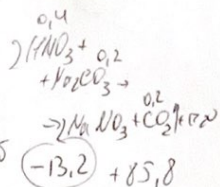
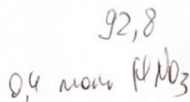
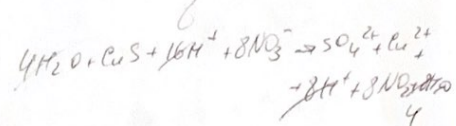
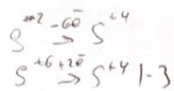
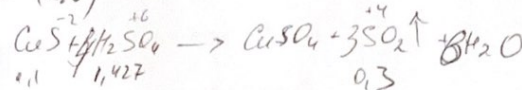
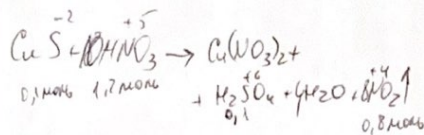
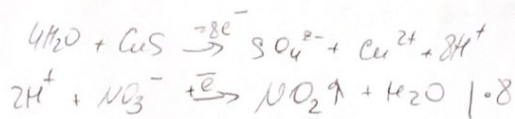
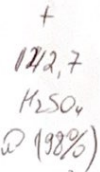
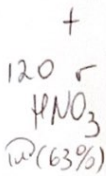
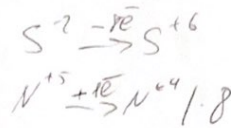
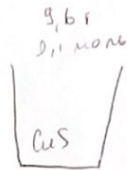
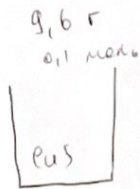
$$D = 0,3 \text{ моль}$$



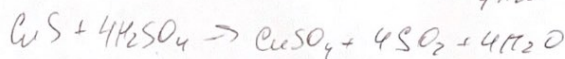
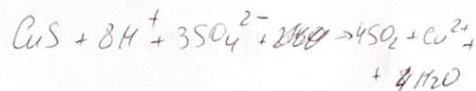
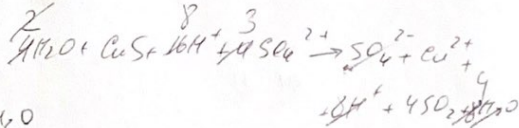
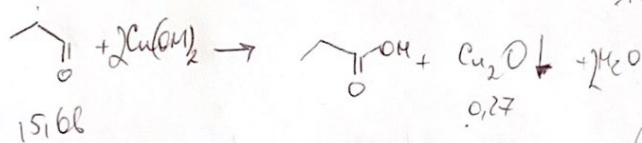
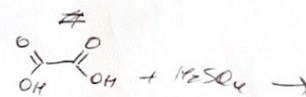
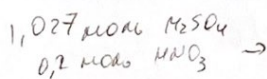
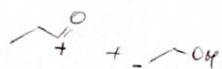
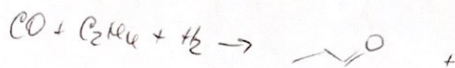
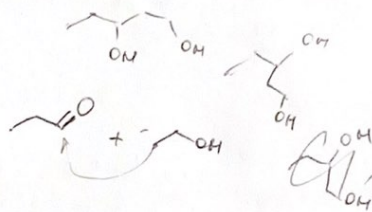
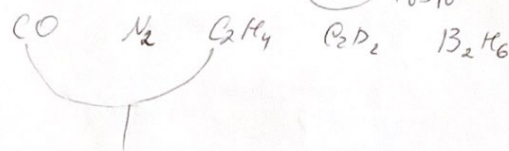
$$(2X + 2X + 2 + 16)$$



Урешба



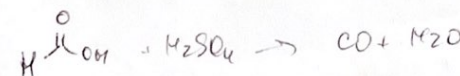
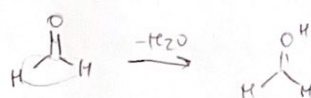
M=28



~~10 Fe~~

CO

C=O



$$33,9 = m(\text{C}) - m(\text{CO}_2)$$

$$33,9 = m(\text{C}) - m(\text{CO}_2)$$

$$m(\text{C}) = x$$

$$33,9 = x - \frac{2}{13}x$$

42 e

32 n



Углеводород

x C - 6e ; 6n

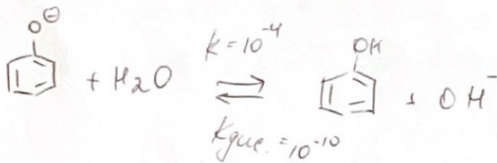
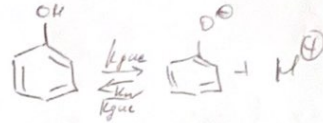
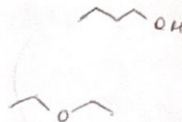
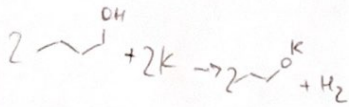
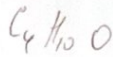
y O - 8e ; 8n

z H - 1e ; 0n

6x + 8y + z = 42

6x + 8y = 32

z = 10



k = $\frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = \frac{[OH^-]^2}{[A^-]}$

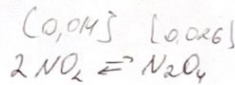
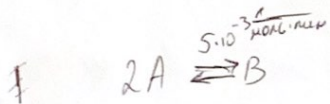
10⁻⁴ = $\frac{[OH^-]^2}{[A^-]}$ ⇒ $[A^-] \cdot 10^{-4} = [OH^-]^2$

$[OH^-] = \frac{[OH^-]^2}{10^{-4}} = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^2}{10^{-4}}$

log -lg [OH⁻] ⇒ [OH⁻] = 10⁻³

0,01 M

X моль NO₂



$\frac{X}{4} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot X = 1,86 \cdot K$

v(B) = 1,86

v(A) = 1

P = 1 атм.

V = 1 л.

T = 30 °C

v₁ = k₁[A]²

v₂ = k₂[B]

k₁[A]² = k₂[B]

$\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{литр} \cdot \text{мин}} \cdot \frac{\text{моль}}{\text{литр}} = \frac{\text{моль}}{\text{литр}} \cdot X$

v(A) + v(B) = 0,014 моль

5 · 10⁻³ · [0,014]² = X · 0,026

$\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{литр}} \cdot \frac{\text{моль}^2}{\text{литр}^2} = \frac{\text{моль}}{\text{литр}}$

v(A) = 0,014 моль

3,77 · 10⁻⁵

v(B) = 0,026 моль

2,7 · 10⁻³ моль

N1

Пусть кол-во атомов C - x, O - y, H - z. $x \in \mathbb{N}, y \in \mathbb{N}, z \in \mathbb{N}$

тогда:

$$- 6x + 8y + z = 42$$

$$\underline{6x + 8y = 32}$$

$$z = 10$$

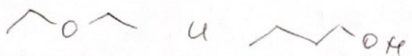
$x = 4$, т.к. это единственное число, при котором

$$6x + 8y = 32.$$

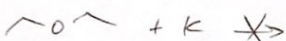
$$y = 1.$$

7.0. формула веществ $C_4H_{10}O$.

2 изомера, принадлежащие разным классам:



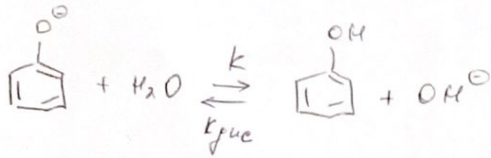
их можно отличить по реакции с калием:



N2

Условие

(2)



$$K = \frac{k_w}{k_{\text{пр}}} = 10^{-4}$$

$$K = \frac{[\text{OH}^-][\text{PhOH}]}{[\text{PhO}^-]} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{PhO}^-]} = 10^{-4} \Rightarrow [\text{PhO}^-] = \frac{[\text{OH}^-]^2}{10^{-4}}$$

$$pH = 11 \Rightarrow pOH = 3$$

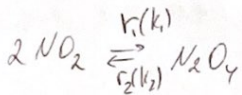
$$-\lg[\text{OH}^-] = 3 \Leftrightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{PhO}^-] = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-4}} = \underline{0,01 \text{ M}}$$

N3

Пусть A - NO_2 ; B - N_2O_4

$$M = \frac{1,86 \cdot (14 \cdot 2 + 16 \cdot 4) + 1 \cdot (14 + 16 \cdot 2)}{1,86 + 1} = 75,9 \frac{\text{г}}{\text{моль}}, \text{ это соответствует условию.}$$



$$\begin{cases} v_1 = k_1 [\text{NO}_2]^2 \\ v_2 = k_2 [\text{N}_2\text{O}_4] \\ v_1 = v_2 \end{cases} \Leftrightarrow k_1 [\text{NO}_2]^2 = k_2 [\text{N}_2\text{O}_4] \Leftrightarrow k_2 = \frac{k_1 [\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} = 5 \cdot 10^{-3}$$

Пусть $x(\text{NO}_2) = x$ моль, тогда $C(\text{NO}_2) = \frac{x}{V}$ M. $x(\text{N}_2\text{O}_4) = 1,86x$ моль, $C(\text{N}_2\text{O}_4) = \frac{1,86x}{V}$ M.

$$k_2 = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (x/V)^2}{1,86x/V} = \frac{5 \cdot 10^{-3} x}{1,86}$$

$$PV = \nu_{\text{общ}} RT \Leftrightarrow 101325 \cdot 0,001 \cdot \nu_{\text{общ}} \cdot 8,314 \cdot 303 \Leftrightarrow \nu_{\text{общ}} = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{общ}} = x + 1,86x \Leftrightarrow x = 0,014 \text{ моль}$$

$$k_2 = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014}{1,86} = \underline{3,76 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}}$$

N4

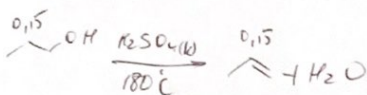
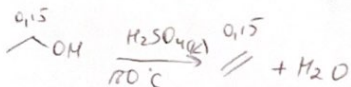
$$1) 101325 \cdot 0,01115 = \rho_{\text{воздух}} \cdot 8,314 \cdot (273 + 180)$$

$$\Leftrightarrow \rho_{\text{воздух}} = 0,3 \text{ моль}$$

Возможный состав смеси:

$$\begin{cases} 0,15 \text{ моль } C_2H_5OH \\ 0,15 \text{ моль } C_3H_7OH \end{cases}$$

$$M = 0,15 \cdot 46 + 0,15 \cdot 60 = 15,9 \text{ г} - \text{соответствует условию.}$$

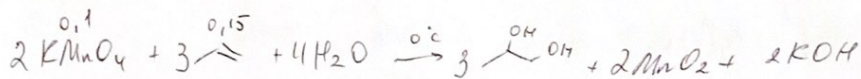
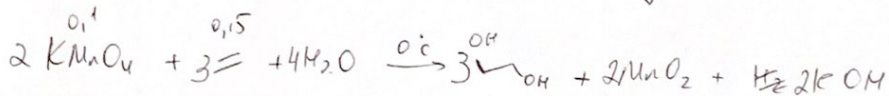


$$\text{кол-во газов} : 0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ моль}$$

$$2) \omega(C_2H_5OH) = \frac{0,15 \cdot 46}{15,9} = 43,4\%$$

$$\omega(C_3H_7OH) = \frac{0,15 \cdot 60}{15,9} = 56,6\%$$

3) Вообще, любой объем 0,4 м водного раствора $KMnO_4$ может способствовать прореагировать с газовой смесью. Но, чтобы реакция прошла полностью, нужно: 500 мл раствора



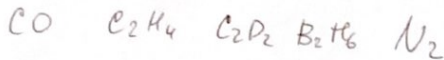
Итого нужно 0,2 моль $KMnO_4$

$$V = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л или } 500 \text{ мл}$$

$M_{\text{средн}} = 0,275 \cdot 32 = 28 \text{ г/моль}$

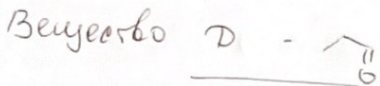
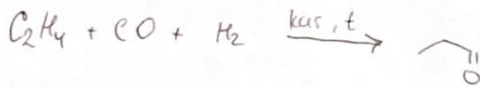
Среднее всего это 2 газа с $M=28 \text{ г/моль}$

Такие газы:

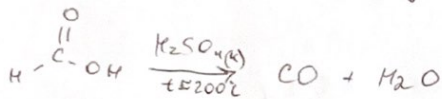


Т.к газы получились при реакции с H_2SO_4 , скорее всего произошла дегидратация, значит не могло получиться C_2D_2 , а N_2 и B_2H_6 в принципе не могли получиться

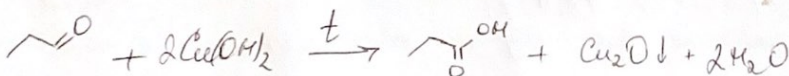
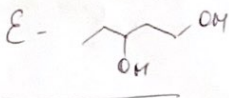
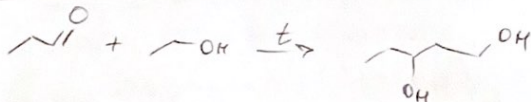
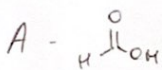
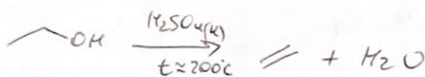
Таким образом газы В и Г — это CO и C_2H_4 соответственно



CO может получиться из муравьиной к-ты:



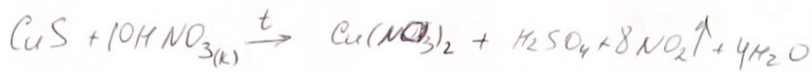
C_2H_4 получился из этанола



$\nu(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{21,6}{64+16} = 0,27 \text{ моль}$

$\nu(\text{CH}_3\text{CHO}) = \nu(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,27 \text{ моль}$

$m(\text{CH}_3\text{CHO}) = 0,27 \cdot 58 = \underline{15,662}$



I стакан:

$$m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) =$$

$$M_1 = m(\text{CuS}) + m(\text{HNO}_3) - m(\text{NO}_2)$$

$$n(\text{CuS}) = \frac{9,6}{64+32} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{1+14+16 \cdot 3} = 1,2 \text{ моль}$$

серная и азотная к-ты берут в избытке

$$m(\text{NO}_2) = 0,8 \cdot (14 + 16 \cdot 2) = 36,8 \text{ г}$$

$$M_1 = 9,6 + 120 - 36,8 = 92,8$$

II стакан:

$$M_2 = m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) - m(\text{SO}_2)$$

$$n(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{142,7 \cdot 0,98}{2+32+16 \cdot 4} = 1,427 \text{ моль}$$

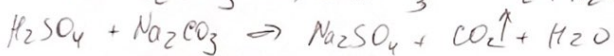
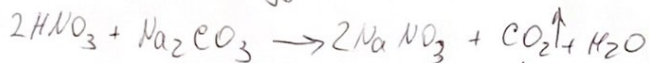
$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot (32 + 16 \cdot 2) = 25,6 \text{ г}$$

$$M_2 = 9,6 + 142,7 - 25,6 = 126,7$$

Масса 2-го стакана будет больше на 33,9 г.

Добавить $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ нужно ~~во 2-й~~ в 1-ый стакан.

Сначала он будет реагировать с HNO_3 и H_2SO_4



нужно увеличить массу стакана на 33,9 г.

Для полной нейтрализации поваренной соли ~~1,427 моль карбоната~~ т.е.

~~азотной кислоты~~ 0,2 моль карбоната, т.к.: азотной кислоты осталось

0,2 моль в избытке, а серной образовалось 0,1 моль (см. ур-ние)

Для нейтрализации 0,2 моль HNO_3 нужно 0,1 моль карбоната.

при этом масса стакана I увеличится на

$$0,2 \cdot (23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 18 \cdot 10) - 0,2(12 + 16 \cdot 2) = 48,4 \text{ г. этого слишком много.}$$

Значит нужно добавить меньше, чем нужно для реакции с кислотами.

$$33,9 = m(\text{карбоната}) - m(\text{CO}_2); \text{ пусть } m(\text{карбоната}) = x \text{ г, тогда на } x \text{ грамм карбоната}$$

$$\text{выделяется } \frac{44}{23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 18 \cdot 10} \cdot x \text{ грамм } \text{CO}_2 \text{ или } \frac{2}{13} x \text{ г.}$$

$$33,9 = x - \frac{2}{13}x \quad \Leftrightarrow \quad x = 40 \text{ г.}$$

нужно добавить 40 г $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в I стакан, чтобы уравновесить весы.