



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Иванова Софья Александровна**

Класс: **11**

Технический балл: **98**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Проверяющий	Кабанова Е.Г.
Шифр работы	9641129
1 задание	Все верно 8 б
2 задание	Все верно, но также как в приведенном решении константа гидролиза записана неверно, не через равновесные концентрации (-2 б) 14 б
3 задание	Все верно 16 б
4 задание	Все верно 20 б
5 задание	Все верно 20 б
6 задание	Все верно 20 б
Всего	98

Учетовик
Вариант 1.

Задача 1.

Дано:



$$42 \bar{e}$$

$$32 n$$

Найти:

1) изомерные соеди.
(разные классы)

2) p-цисл

Решение:

	12C	1H	16O
\bar{e}	6	1	8
n	6	0	8

$$\bar{e} = p$$



$$y = 42 - 32 = 10$$

Тогда на C и O остаётся 32 электрона

Методом подбора получаем

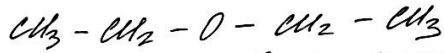


Спирт

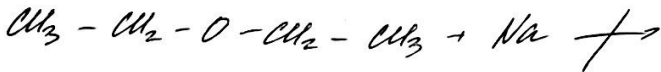


Бутанол-1

Простой эфир



диэтиловый эфир



Числовик
Вариант 1

Решение:

Задача 3.

Дано:



$$V = 1 \text{ л}$$

$$t = 30^\circ\text{C} = 303\text{K}$$

$$P = 101,3 \text{ кПа}$$

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

$$M_{\text{ср}} = 75,9 \text{ г/моль}$$

Найти:

$$1) A \text{ и } B = ?$$

$$2) k_1 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$$

$$k_{-1} = ?$$

$$x(A) = 1 - 1,86 x(B)$$

$$1,86 x(A) = 1$$

$$x(A) = 0,535 \Rightarrow x(B) = 0,265$$

$$M_{\text{ср}} = 0,535 \cdot M(A) + 0,265 \cdot 2M(A) = 75,9$$

$$0,535 M(A) + 1,3 M(A) = 75,9$$

$$1,835 M(A) = 75,9$$

$$M(A) = 41,36 \text{ г/моль} \Rightarrow A - \text{NO}_2$$

$$B - \text{N}_2\text{O}_4 \quad k_1 \quad \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}} = \left[\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right] \cdot \frac{\text{моль}^2}{\text{л}^2}$$

$$2) v_1 = k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2 \text{ р-ция II порядка}$$

$$v_2 = k_{-1} \cdot c(\text{N}_2\text{O}_4) \text{ р-ция I порядка}$$

$$\frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}} = \left[\frac{1}{\text{мин}} \right] \cdot \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Найдём концентрацию всех веществ в реакторе:

$$PV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{PV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04 \text{ моль} \Rightarrow c = \frac{0,04}{1} = 0,04 \text{ M}$$

$$\nu(\text{NO}_2) = 0,535 \cdot 0,04 = 0,0214 \text{ моль} \Rightarrow c(\text{NO}_2) = 0,0214 \text{ M}$$

$$\nu(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,265 \cdot 0,04 = 0,0106 \text{ моль} \Rightarrow c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,0106 \text{ M}$$

$$v_1 = v_2 \Rightarrow k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2 = k_{-1} \cdot c(\text{N}_2\text{O}_4) \Rightarrow k_{-1} = \frac{k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2}{c(\text{N}_2\text{O}_4)}$$

$$k_{-1} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot (0,0214)^2}{0,0106} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

Ответ: 1) NO_2 и N_2O_4

$$2) k_{-1} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ мин}^{-1}$$

Задача 4

Дано:

масса = 15,9 г

Продукты дегидратации:

$V = 11,15 \text{ л}$

$t = 180^\circ\text{C} = 453 \text{ К}$

$P = 1 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$

Найти:

1) определить состав смеси и найти ω спиртов в ней

2) KMnO_4 кол. р-р

$c(\text{KMnO}_4) = 0,4 \text{ М}$

$V(\text{KMnO}_4) = ?$

$$x(14(n-m)) = 10,5 - 4,2m \Rightarrow x = \frac{10,5 - 4,2m}{14(n-m)}$$

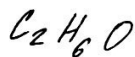
Методом подбора получаем: минимальные значения

$n = 2 \quad m = 3$

$$x = \frac{10,5 - 4,2 \cdot 3}{14(2-3)} = 0,15$$

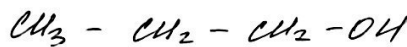
$x = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow y = 0,15 \text{ моль}$

$n = 2$



этанол

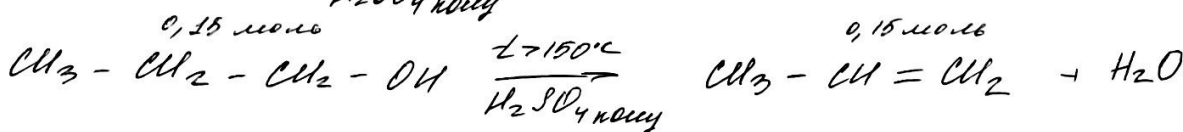
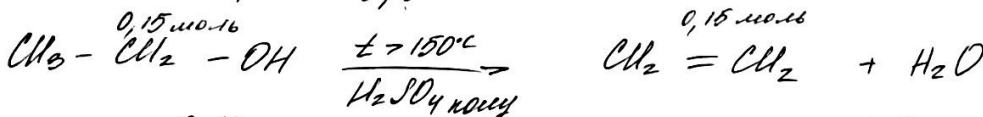
$m = 3$



пропанол-1

$M_I = 46 \text{ г/моль} \Rightarrow m_I = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}$

$\omega_I = \frac{m_I}{\text{масса}} = \frac{6,9}{15,9} = 0,434 \approx 43,4\% \Rightarrow \omega_{II} = 56,6\%$

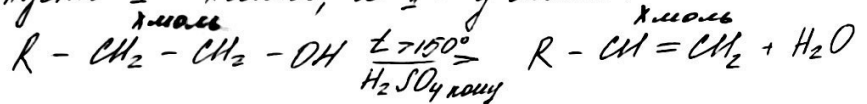


Чистовик
Вариант 1

1)



Пусть I - x моль, а II - y моль.



Найдем 2 продуктов дегидратации:

$pV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$

$x + y = 0,3 \Rightarrow y = 0,3 - x$

масса = $m_I + m_{II} = \nu_I \cdot M_I + \nu_{II} \cdot M_{II} = 15,9$

$M_I = 12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18 \text{ г/моль}$

$M_{II} = 12m + 2m + 2 + 16 = 14m + 18 \text{ г/моль}$

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

$x(14n+18) + (0,3-x)(14m+18) = 15,9$

$0 < x < 0,3$

$14nx + \cancel{18x} + 0,3 \cdot 14m + 0,3 \cdot 18 - 14mx - \cancel{18x} = 15,9$

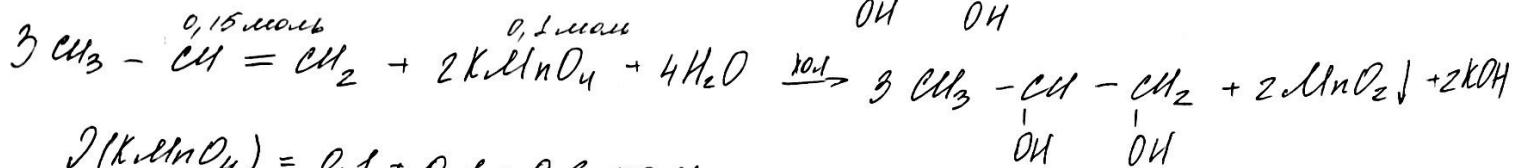
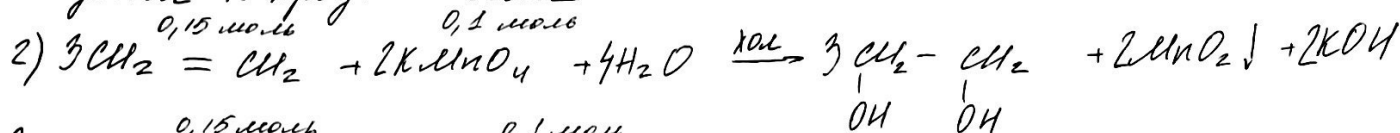
$4,2m$

$5,4$

$14(n-m)$

Исходник
Вариант 1

Задача 4. продолжение



$$n(\text{KMnO}_4) = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$c(\text{KMnO}_4) = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

Ответ: 1) $\overset{\text{этанол}}{\text{C}_2\text{H}_3 - \text{C}_2\text{H} - \text{OH}} \quad w_I = 45,4\%$
 $\overset{\text{пропанол-1}}{\text{C}_2\text{H}_3 - \text{C}_2\text{H}_2 - \text{C}_2\text{H}_2 - \text{OH}} \quad w_{II} = 56,6\%$

2) $V(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ л}$

Учебник
Вариант 1

Задача 5.

Дано:

$$m(\text{CuS}) = 9,6 \text{ г}$$

I. HNO_3 р-р. р-р

$$m_{\text{р-ра}} = 120 \text{ г}$$

$$\omega = 63\%$$

II H_2SO_4 р-р. р-р

$$m_{\text{р-ра}} = 142,7 \text{ г}$$

$$\omega = 98\%$$

Найти:

1) $\Delta m = ?$

2) $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = ?$

Решение:

$$1) \nu = \frac{m}{M} \quad M(\text{CuS}) = 64 + 32 = 96 \text{ г/моль}$$

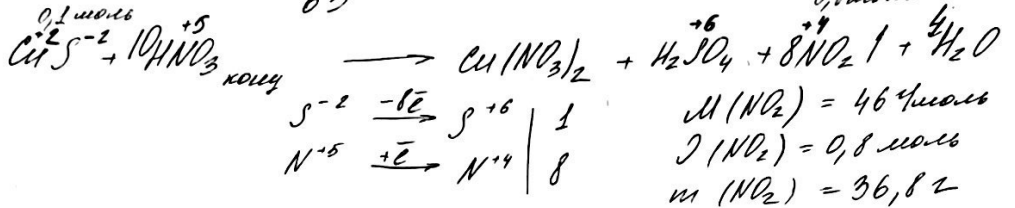
$$\nu(\text{CuS}) = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ моль}$$

I способ

$$\omega(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{m(\text{HNO}_3)}{120} = 0,63$$

$$m(\text{HNO}_3) = 75,6 \text{ г} \quad M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{63} = 1,2 \text{ моль}$$

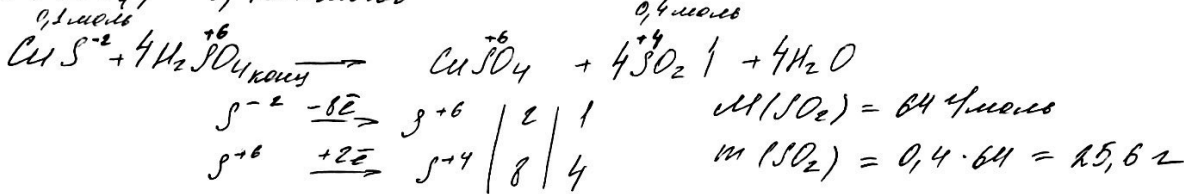


$$m_I = m_{\text{р-ра}} \text{HNO}_3 + m(\text{CuS}) - m(\text{NO}_2) = 120 + 9,6 - 36,8 = 92,8 \text{ г}$$

II способ

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{142,7} = 0,98 \Rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 139,846 \text{ г} \Rightarrow M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль}$$



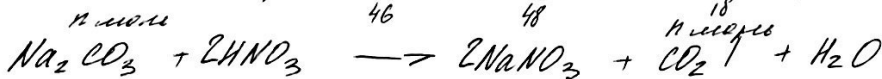
$$m_{II} = m_{\text{р-ра}} \text{H}_2\text{SO}_4 + m(\text{CuS}) - m(\text{SO}_2) = 142,7 + 9,6 - 25,6 = 126,7 \text{ г}$$

$$m_I < m_{II}$$

$$\Delta m = m_{II} - m_I = 126,7 - 92,8 = 33,9 \text{ г}$$

2) Пусть в I способ нужно поместить n моль $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 23 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 3 + 10(2 + 16) = 286 \text{ г/моль}$$



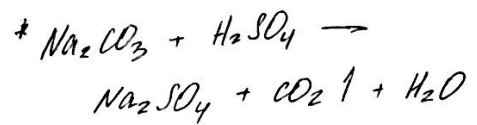
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) = \Delta m$$

$$286n - 44n = 33,9$$

$$242n = 33,9$$

$$n = 0,14 \text{ моль}$$

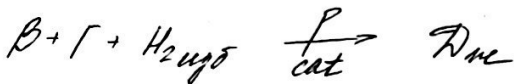
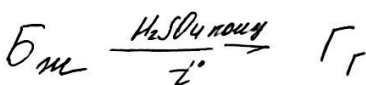
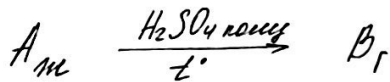
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,14 \cdot 286 = 40,04 \text{ г}$$



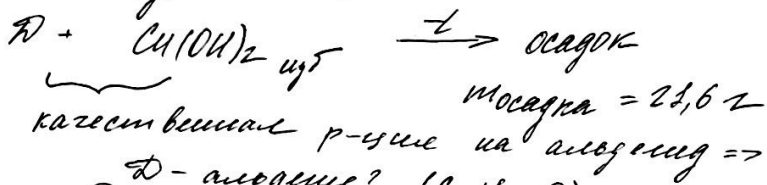
Ответ: 1) $\Delta m = 33,9 \text{ г}$

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

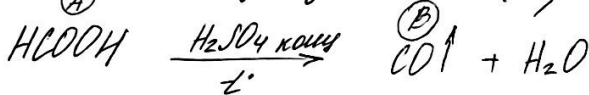
Задача 6



Пусть А - кислота

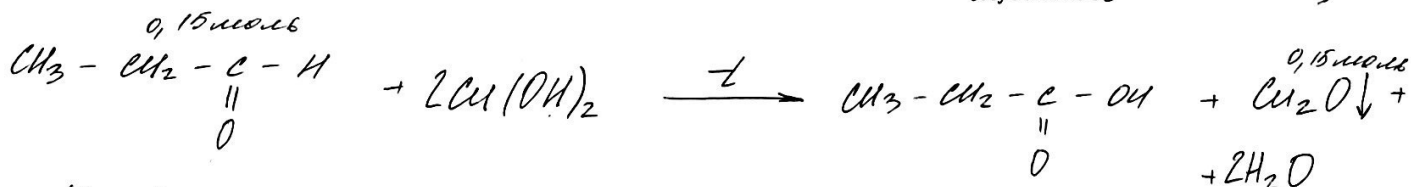
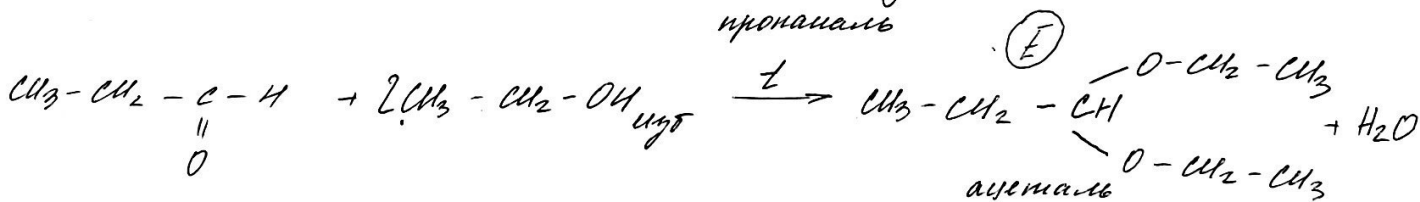
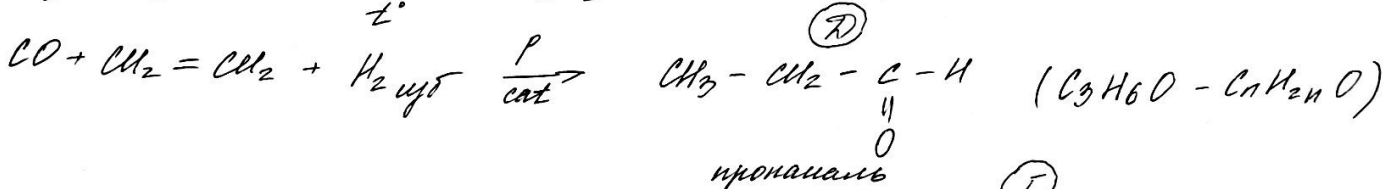
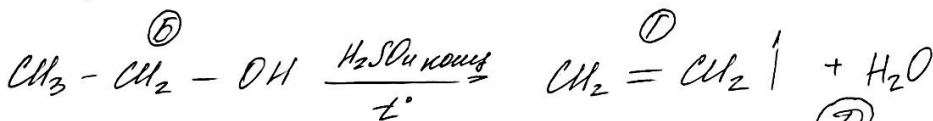


D - алкоген? (C_nH_{2n}O)



$$M(\text{CO}) = 28 \text{ г/моль} \quad \gamma \Rightarrow M(B) = M(\Gamma) \Rightarrow$$

Г: CO (не подходит)
N₂
C₂H₂



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

$$M(\text{Cu}_2\text{O}) = 144 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}} - \text{H}) = 58 \text{ г/моль} \Rightarrow m = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$$

$$m(D) = 8,7 \text{ г}$$