



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

ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Краснова Екатерина Васильевна**

Класс: **11**

Технический балл: **100**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9336000

Кузнецова Т.А.

Задание 1: 8 б.

Задание 2: 16 б.

Задание 3: 16 б.

Задание 4: 20 б.

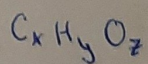
Задание 5: 20 б.

Задание 6: 20 б.

Всего 100 б.

Числовик 1

Задача 1



$$42e$$

$$32n$$

	¹² C	¹ H	¹⁶ O
e	6	1	8
n	6	0	8

$$\implies y = 42 - 32 = 10$$

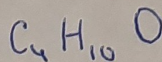


на C и O осталось 32e

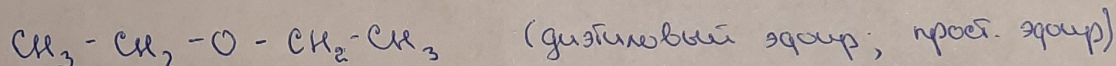
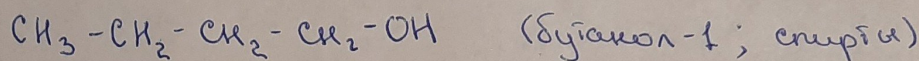
$$6 \cdot 4 + 8 \cdot 1 = 32$$



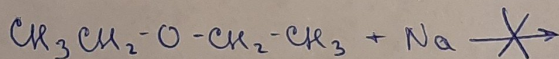
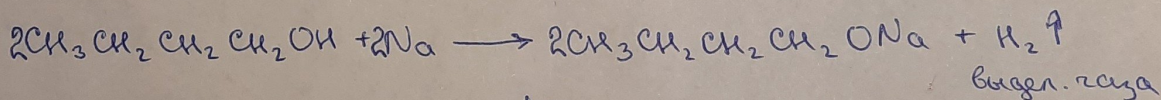
$$x = 4, z = 1$$



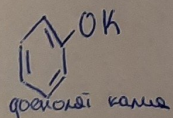
- формулы изомеров:



- как различить в-ва:



Задача 2



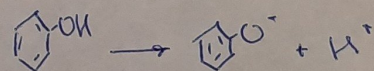
$$pH = 11$$

$$K_{\text{дис}} = 10^{-10}$$

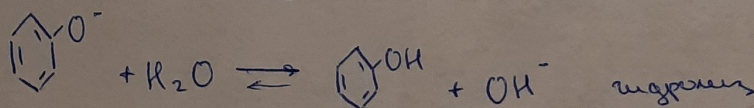
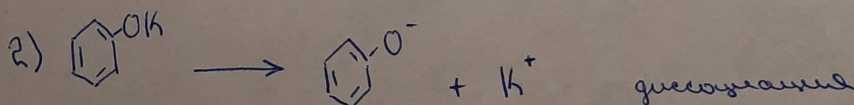
$$1) \quad pH = 11 \quad c(H^+) = 10^{-pH} = 10^{-11} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$K_w = c(H^+) \cdot c(OH^-) = 10^{-14}$$

$$c(OH^-) = \frac{K_w}{c(H^+)} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}$$



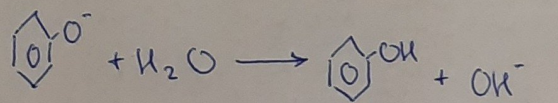
$$K_{\text{дис}} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})}$$



$$K_{\text{гидр}} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot K_w}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-) \cdot c(\text{H}^+)} = \frac{K_w}{K_{\text{дис}}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

Условие 2

$$3) K_{гидр} = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-)} = \frac{c(\text{OH}^-)^2}{c - c(\text{OH}^-)} = 10^{-4}$$



исх. конц.	c	0	0
равн. конц.	c - x	x	x

$$K = \frac{x \cdot x}{c - x} = c(\text{OH}^-)$$

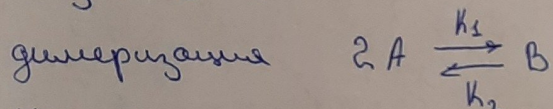
$$\frac{(10^{-3})^2}{c - 10^{-3}} = 10^{-4}$$

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

$$c = 10^{-2} + 10^{-3} = \cancel{0,001} + 0,001 = 0,011 \frac{\text{моль}}{\lambda}$$

Ответ: $\cancel{0,001} \frac{\text{моль}}{\lambda}$

Задача 3



$V = 1,00 \lambda$

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

$B : A = 1,86 : 1$

$P = 1,00 \text{ атм} = 101,3 \text{ кПа}$

$M_{\text{ср}} = 75,9 \text{ г/моль}$

$k_1 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ 1/моль} \cdot \text{мин}$

Найти: k_2

1) мольные доли A и B

$$x(B) = \frac{n(B)}{n(B) + n(A)} = \frac{1,86}{2,86} = 0,65$$

$$x(A) = 0,35$$

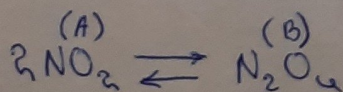
$$M_{\text{ср}} = x(A) \cdot M_A + x(B) \cdot 2M_A = 75,9$$

$$0,35 M_A + 0,65 \cdot 2 \cdot M_A = 75,9$$

$$1,65 M_A = 75,9$$

$$M_A = 46$$

$$M(\text{NO}_2) = 46 \text{ г/моль}$$



2) $V = 1,00 \lambda$

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04$$

Условие 3

$$n(\text{NO}_2) = 0,35 \cdot 0,04 = 0,014$$

$$n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,65 \cdot 0,04 = 0,026$$

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

$$c(\text{NO}_2) = \frac{0,014}{1} = 0,014 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$c(\text{N}_2\text{O}_4) = 0,026 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$V_1 = V_2, \text{ т.к. равновесие}$$

$$V_1 = k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2$$

$$V_2 = k_2 \cdot c(\text{N}_2\text{O}_4)$$

$$k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2 = k_2 \cdot c(\text{N}_2\text{O}_4)$$

$$k_2 = \frac{k_1 \cdot c(\text{NO}_2)^2}{c(\text{N}_2\text{O}_4)} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} = \frac{0,005 \cdot 0,000196}{0,026}$$

$$= 3,769 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль}}$$

Ответ: $3,769 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{моль}}$; A: NO_2 ; B: N_2O_4

Задача 4

2 камина. первичн. органичн. спирт

$$m = 15,9 \text{ г}$$

$$V = 11,15 \text{ л}$$

$$t = 180^\circ \text{C} \Rightarrow T = 453 \text{ K}$$

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

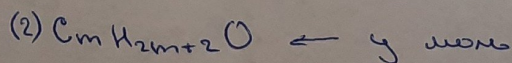
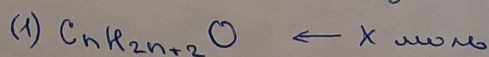
$$c(\text{KMnO}_4) = 0,4 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Найти:

спирт
и (спирт)

$$V(0,4 \text{ M KMnO}_4)$$

1) Другаго формула: пусть их

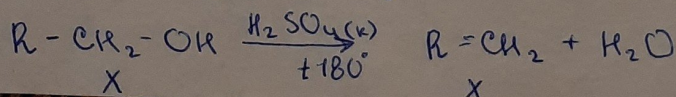


$$M(1) = 12n + 2n + 2 + 16 = 14n + 18$$

$$M(2) = 14m + 18$$

$$m_{\text{смеси}} = x(14n + 18) + y(14m + 18) = 15,9 \text{ г}$$

Внутримолекуляр. дегидратация.



Задача 4

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{101,3 \cdot 11,15}{8,314 \cdot 453} = 0,3$$

$$0,3 = x + y$$

$$x = 0,3 - y$$

$$m_{\text{смеси}} = (0,3 - y)(14n + 18) + y(14n + 18) = 15,9$$

(комментарий. $n=2, m=3$)

$$15,9 = (0,3 - y)(14 \cdot 2 + 18) + y(14 \cdot 3 + 18)$$

$$15,9 = 13,8 - 46y + 60y$$

$$2,1 = 14y$$

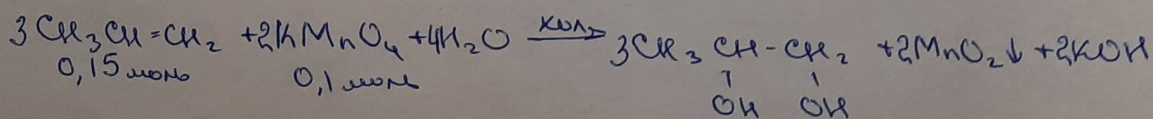
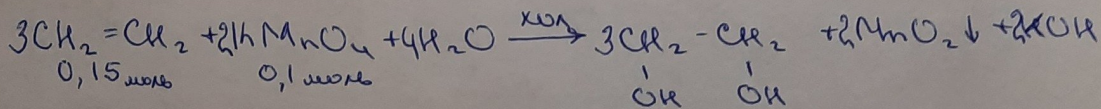
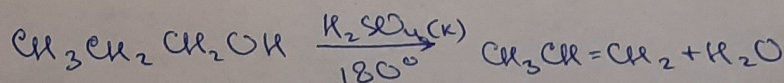
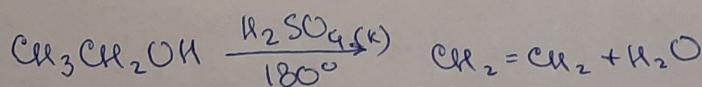
$$y = 0,15$$

$$x = 0,15$$

$$2) \quad m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = n \cdot M = 0,15 \cdot 46 = 6,9 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{6,9}{15,9} = 0,43 \rightarrow 43\%$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 57\%$$



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

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

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

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

1) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ - этанол

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ - пропанол-1

Задача 5

$$2) \omega(\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{OK}) = 43\%$$

$$\omega(\text{Cu}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OK}) = 57\%$$

$$3) V(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ л}$$

Задача 5

$$m(\text{CuS}) = 9,6 \text{ г}$$

$$1) + m(\text{HNO}_3)_{\text{рр}} = 120 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HNO}_3) = 63\%$$

$$2) + m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{рр}} = 142,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\%$$

Каїтї:

$\Delta m = ?$

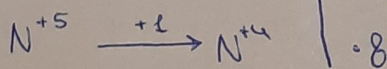
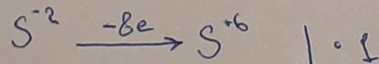
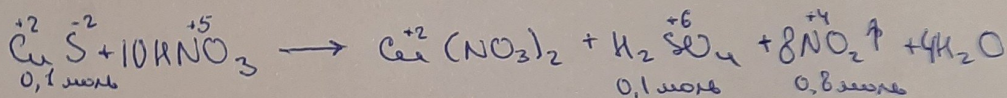
$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = ?$$

Решение:

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

$$1) m(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3)_{\text{рр}} \cdot \omega(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 75,6 \text{ г}$$

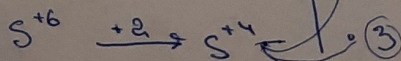
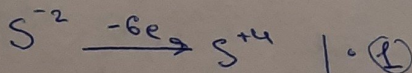
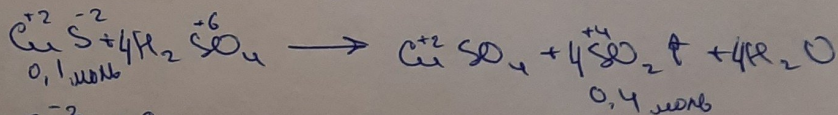
$$n(\text{HNO}_3) = \frac{75,6}{63} = 1,2 \text{ моль}$$



$$m_{\text{рр1}} = m(\text{CuS}) + m(\text{HNO}_3)_{\text{рр}} - m(\text{NO}_2) = 9,6 + 120 - 0,8 \cdot 46 = 129,6 - 36,8 = 92,8 \text{ г}$$

$$2) m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 142,7 \cdot 0,98 = 139,8 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{139,8}{98} = 1,43 \text{ моль}$$



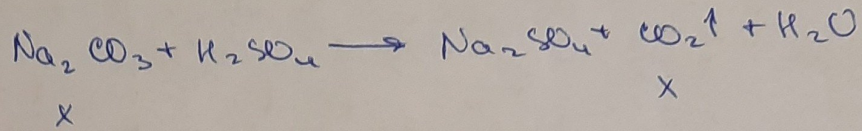
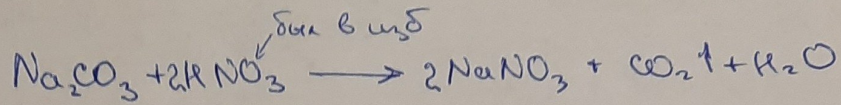
$$m_{\text{рр2}} = m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{рр}} - m(\text{SO}_2) = 9,6 + 142,7 - 0,4 \cdot 64 = 152,3 - 25,6 = 126,7 \text{ г}$$

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

Учебник 6

• $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ добавит в первый р-р

пусть $n(\text{к.г}) = x$ моль, тогда $m(\text{к.г}) = 286x$



$$\Delta m = m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) - m(\text{CO}_2) = 286x - 44x = 33,9$$

$$242x = 33,9$$

$$x = 0,14$$

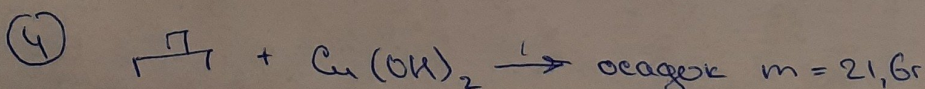
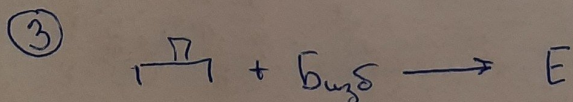
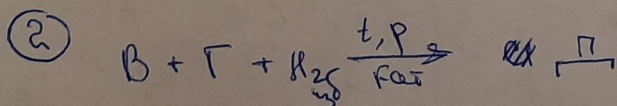
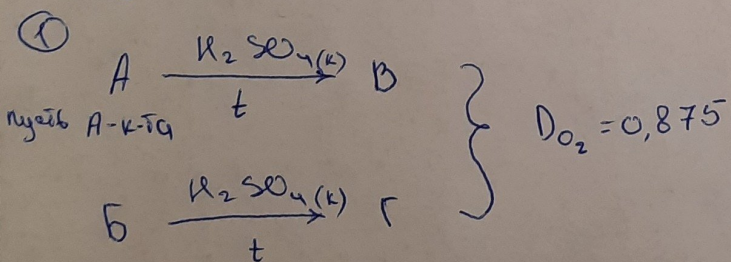


$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \cdot 0,14 = 40,04 \text{ г}$$

Ответ: разница масс - 33,9 г

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

Задание 6



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

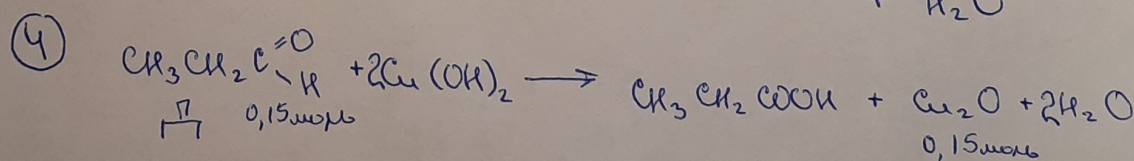
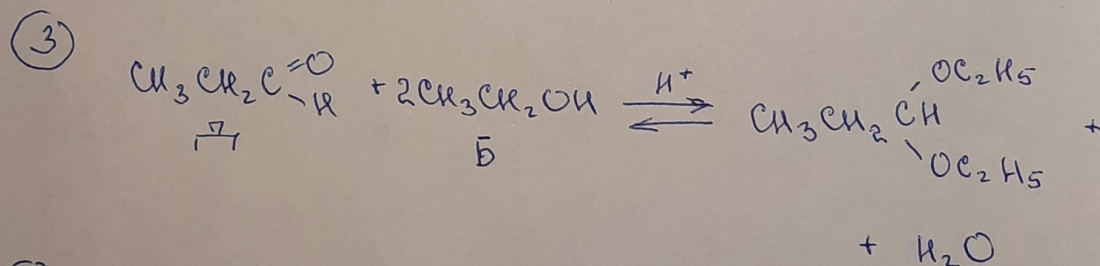
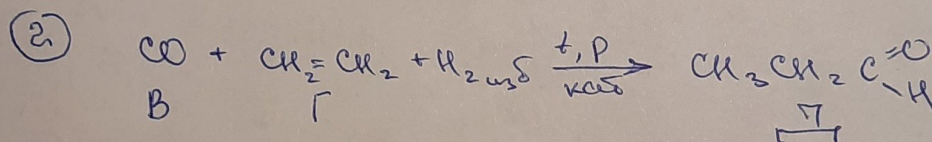
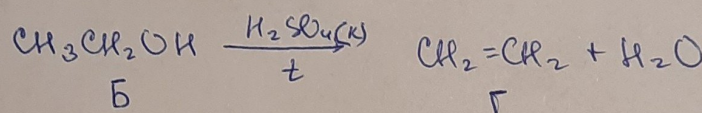
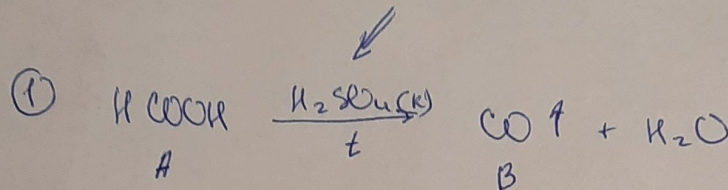
Условие 7

$$D_{O_2} = \frac{M_{\text{смеси}}}{M_{O_2}} = \frac{M_{\text{смеси}}}{32} = 0,875 ; \quad M_{\text{смеси}} = 28$$

$$M_{\text{смеси}} = \frac{n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2}{n_1 + n_2}, \quad \text{если } M_1 = M_2,$$

$$\text{То } M_{\text{ср}} = M_1 = M_2$$

$$M(CO) = 28 \text{ г/моль}$$



$$n(CH_3CH_2C(=O)H) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(CH_3CH_2C(=O)H) = 0,15 \cdot 58 = 8,7 \text{ г}$$

1) А: $HCOOH$ (муравьиная к-та)

Б: CH_3CH_2OH (этанол)

В: CO (угарный газ)

Г: $CH_2=CH_2$ (этилен)

Д: $CH_3CH_2C(=O)H$ (ацетальдегид)

Е: $CH_3CH_2C(OC_2H_5)_2$ (ацеталь)

2) $m(\text{Д} = CH_3CH_2C(=O)H) = 8,7 \text{ г}$

Черновик 1

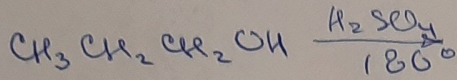
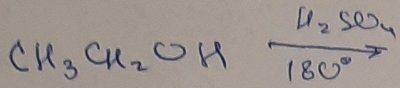
$$a \cdot b = c \cdot d$$

$$c = \frac{a \cdot b}{d}$$

$$\frac{3}{0,15} = \frac{2}{x}$$

$$x = 0,1$$

0,000000008



m(CaS)

$$\frac{3}{0,15} = \frac{2}{x}$$

C₃H₆O

M(CO) → 28
12 16

$$\frac{3}{0,15} = \frac{2}{x}$$

0,000000008

C₂H₆O

C₃H₈O

CH₃CH₂CH₂OH

$$2) \omega(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 43\%$$

$$\omega(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}) = 57\%$$

$$3) V(\text{KMnO}_4) = 0,5 \text{ л}$$

Задача 5

$$m(\text{CuS}) = 9,6 \text{ г}$$

$$1) + m(\text{KNO}_3)_{\text{р-р}} = 120 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KNO}_3) = 63\%$$

$$2) + m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{р-р}} = 142,7 \text{ г}$$

$$\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\%$$

Найти:

$$\Delta m - ?$$

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