



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

## **ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Рязанова Мария Дмитриевна**

Класс: **11**

Технический балл: **85**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

9177842 Демидова

**85**

5 6 15 20 19 20

**1. 5**

Нет доказательного расчета количества атомов углерода и кислорода в молекуле, брутто – с потолка

-2

Не указаны признаки реакции, отличающей спирт от простого эфира.

-1

**2. 6**

Расчет значения константы гидролиза

+2

Расчет концентраций  $H^+$  и  $OH^-$

+4

**3. 15**

Не указана размерность константы скорости

-1

**4. 20**

**5. 19**

Неверный продукт в реакции соды с избытком кислот

-1

**6. 20**

Ускорение

√3.

2A ⇌ B    B:A = 1,86:1    M = 45,92 г/моль

~~45,9 =  $\frac{1,86B + A}{2,86}$     45,9 =  $\frac{1,86M_B + M_A}{2,86}$~~

~~217,044 = 1,86B + A    217,044 = 1,86M\_B + M\_A~~

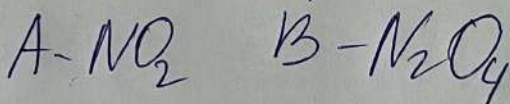
Ускоряю из уравнения,

~~M<sub>B</sub> = 2M<sub>A</sub>~~

~~217,044 = 4,72M<sub>A</sub>~~

M<sub>A</sub> =  $\frac{217,044}{4,72} = 46$  г/моль.

M<sub>B</sub> = 92 г/моль.



v<sub>прям</sub> = k<sub>1</sub>[A]<sup>2</sup>

k<sub>1</sub> = 5 · 10<sup>-3</sup>  $\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{сек}}$

v<sub>обр</sub> = k<sub>2</sub>[B]

В равновесии скорости равны, поэтому

k<sub>1</sub>[A]<sup>2</sup> = k<sub>2</sub>[B]

для pV = nRT

$\frac{pV}{RT} = n$   
 $\frac{101,325 \cdot 1}{8,314 \cdot 303} = 0,04$  моль

[B] =  $\frac{1,86}{2,86} \cdot 0,04 = 0,026$  моль

[A] =  $\frac{0,014}{1} = 0,014$  М

[B] =  $\frac{0,026}{1} = 0,026$  М

k<sub>2</sub> =  $\frac{k_1[A]^2}{[B]} = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,014^2}{0,026} = 3,44 \cdot 10^{-5}$     v(A) = 0,014 моль

Константа скорости разложения N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> пара

$3,44 \cdot 10^{-5}$

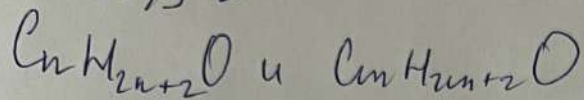
03  
1004

2

Условие.

√4.

$$m = 15,9 \text{ г}$$



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

$$y = 0,3 - x$$

$$y = \frac{15,9 - (14n+18)x}{14m+18}$$

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

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

Средней молярной массы смеси спиртов можно  
обычно  $M(C_n H_{2n+2} O) = 46 \text{ г/моль}$ . В ней содержится  
либо метанол, либо этанол. При этом  
средней молярной массы второго спирта  
должна быть больше 46. У задачи есть  
несколько вариантов решения, но  
предположим, что спирты —  $C_2 H_5 OH$  и  $C_3 H_7 OH$ .

$$\frac{15,9 - (14 \cdot 2 + 18)x}{14 \cdot 3 + 18} = 0,3 - x$$

3

# Условие Вурманн 1.

√1.

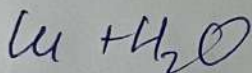
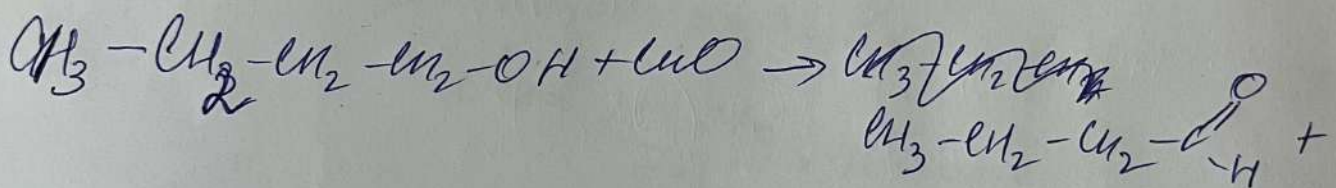
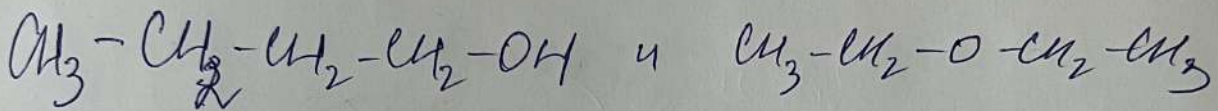
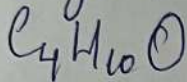
42 + нейтрона

32 нейтрона.

В атомных водорода и соединяются нейтрона.

В атомных 42-32=10 атомов водорода.

Возможный состав:



√2.

$$K_{\text{гид}} = 10^{-10}$$

$$K = \frac{K_w}{10^{-10}} = \frac{10^{-14}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$K = \frac{[OH^-]}{C - [OH^-]}$$

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

Ответ: 10M.

$$pH = 11$$

$$pOH = 14 - 11 = 3$$

$$[OH^-] = 10^{-3} = 0,001$$

Средняя = 10M.

$$10^{-4} \cdot C - 10^{-7} = 10^{-3}$$

$$C = \frac{10^{-3} + 10^{-7}}{10^{-4}} \approx 10M. \quad 1$$

$$L3] \quad 0,026 = 3,44 \cdot 10^{-5} \quad 0,017$$

Уравнение.

$$\frac{15,9 - 46x}{60} = 0,3 - x$$

$$15,9 - 46x = 18 - 60x$$

$$14x = 2,1$$

$$x = 0,15 \text{ моль}$$

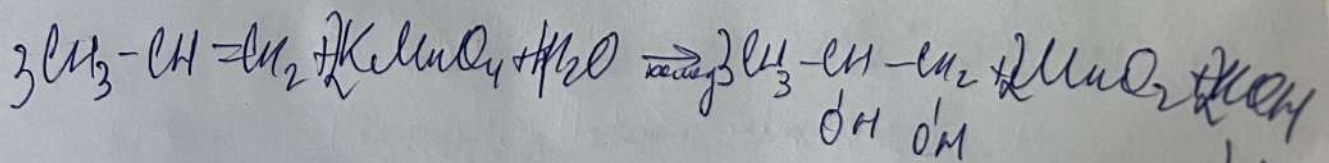
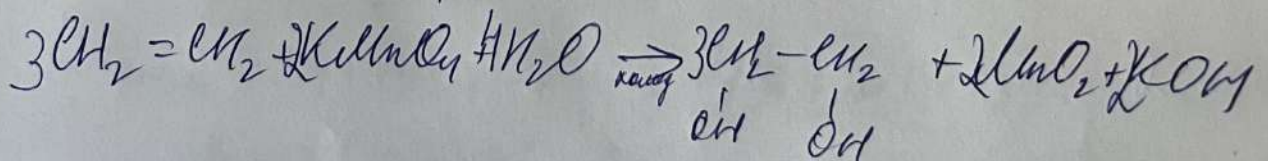
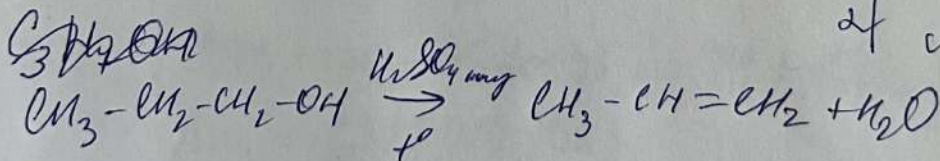
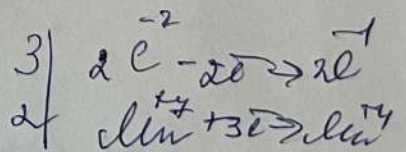
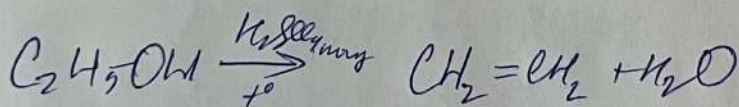
$$y = 0,3 - x = 0,3 - 0,15 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(C_2H_5OH) = 46 \cdot 0,15 = 6,9 \text{ г}$$

$$m(C_3H_7OH) = 60 \cdot 0,15 = 9 \text{ г}$$

$$\omega(C_2H_5OH) = \frac{6,9}{15,9} = 43,4\%$$

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



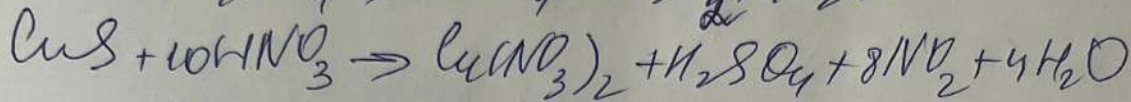
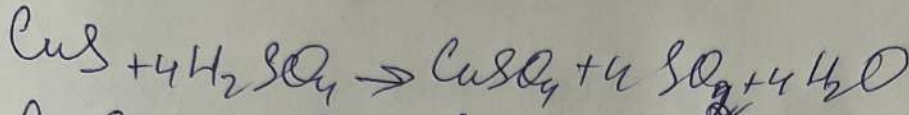
4

$$J(\text{CuSO}_4) = \frac{0,3}{3} \cdot 2 = 0,2 \text{ масс.}$$

Условие

$$c = \frac{J}{V} \quad V = \frac{J}{c} = \frac{0,2}{0,4} = 0,5 \text{ л}$$

√5.



$m(\text{HNO}_3)$

$$J(\text{HNO}_3) = \frac{120 \cdot 0,63}{63} = 1,2 \text{ масс.}$$

$$J(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,98 \cdot \frac{142,4}{98} = 1,424 \text{ масс.}$$

$$J(\text{CuS}) = \frac{9,6}{96} = 0,1 \text{ масс.}$$

CuS в недостатке в обоих случаях, реагирует в избытке по недостатку.

$$m(\text{SO}_2) = 0,4 \cdot 64 = 25,67$$

$$m(\text{NO}_2) = 46 \cdot 0,8 = 36,82$$

$$M_{\text{суммарная 1}} = M + 120 - 2 \cdot 36,8 = M + 82,8$$

$$\Delta M_1 = 82,8$$

$$M_{\text{суммарная 2}} = M + 142,4 - 25,6 = M + 116,8$$

$$\Delta M_2 = 116,8$$

$\Delta M_1 < \Delta M_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  лучше подойдет (в первую очередь потому, что  $\text{HNO}_3$ )

5

Условию

№6.

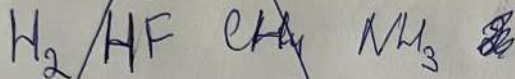
$M = 0,845 \cdot 24 = 20,28 \text{ г/моль}$

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

Каждая моль имеет  $= 20,34 \text{ г/моль}$

Каждая моль имеет молярную массу

одного из веществ должна быть меньше.

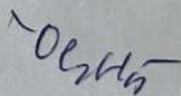
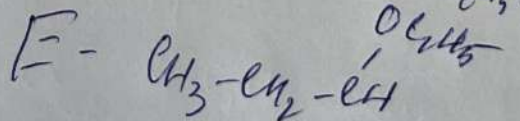
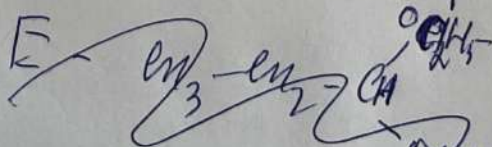
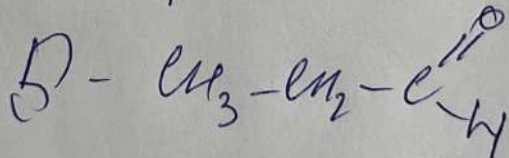
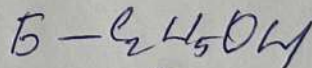
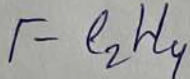
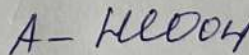
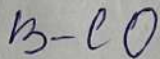


№6.

$M = 0,845 \cdot 32 = 27 \text{ г/моль}$

Предположим, что газ В и Г -

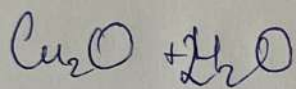
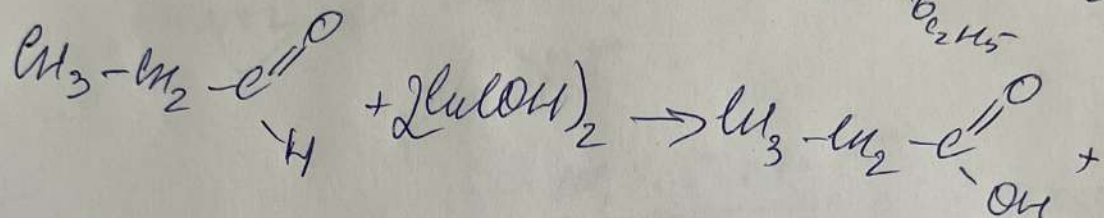
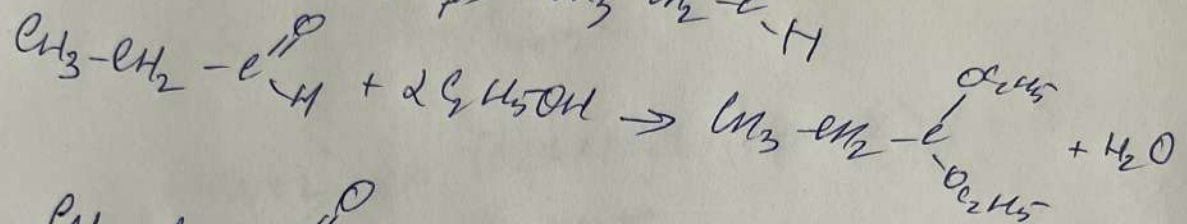
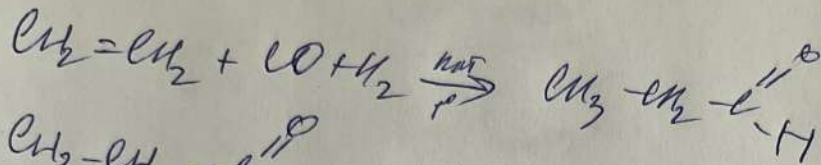
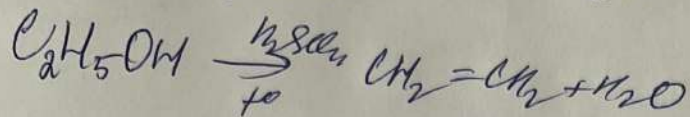
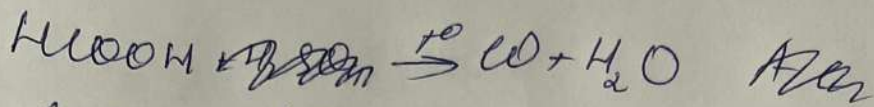
это  $\text{CO}$  (28 г/моль) и  $\text{C}_2\text{H}_4$  (28 г/моль)



7



# Условие.



$$J(Cu_2O) = \frac{21,6}{144} = 0,15 \text{ моль.}$$

$$J(Cu_2O) = J(B)$$

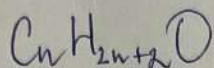
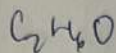
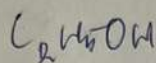
$$M_B = 58 \cdot 0,15 = 8,72.$$

$$\text{Ответ: } 8,72.$$

№4.

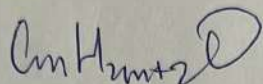
Углерод

$m = 15,92$



53

70



$(14n+2)x + (14m+18)y = 15,9$

$pV = \nu RT$

$\nu = \frac{101,325 \cdot 11,145}{8,314 \cdot 453} = 0,3 \text{ моль}$

$x + y = 0,3 \text{ моль}$

$y = 0,3 - x$        $C_{12} = C_{12} + CO + C_2$

~~$\frac{101,325 \cdot 11,145}{8,314 \cdot 453}$~~

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

$\frac{15,9 - (14 \cdot 2 + 18)x}{14 \cdot 3 + 18} = 0,3 - x$

$\frac{15,9 - 46x}{60} = 0,3 - x$

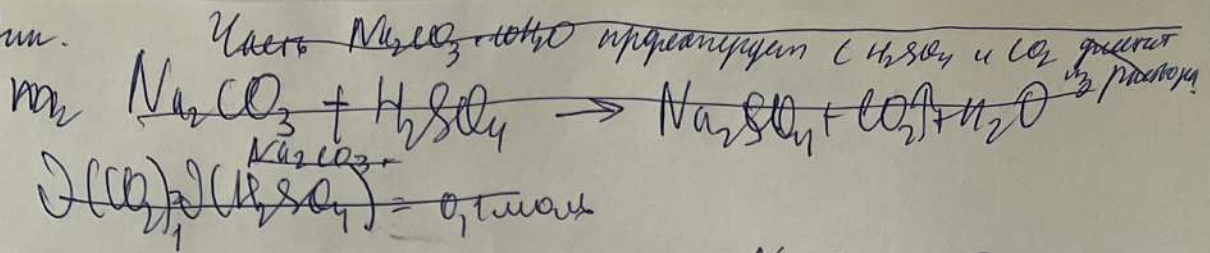
$15,9 - 46x = 18 - 60x$

$14x = 2,1$

$x = 0,15 \quad y = 0,14$

9

Условие.



$$\Delta m = \Delta m_2 - \Delta m_1 = 33,9$$

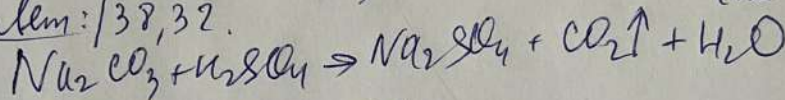
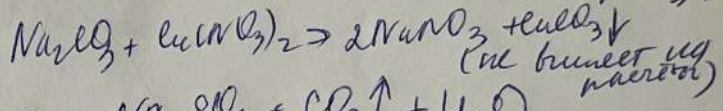
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
 $M = 286 \text{ г/моль}$

$$33,9 \text{ г} = 0,1 \cdot 286 - 0,1 \cdot 44 + m'(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

~~$33,9 \text{ г}$~~   $9,4 \text{ г}$   $m'(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 9,4 \text{ г}$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \cdot 286 + 9,4 = 28,6 + 9,4 = 38,0 \text{ г}$$

Ответ: 38,32.



Условие  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  взаимодействует с  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и еще часть — с  $\text{HNO}_3$

$$\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост}} = 1,2 - 1 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2)_1 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4)_{\text{ост}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CO}_2)_2 = 0,1 \text{ моль}$$

$$\Delta m = \Delta m_2 - \Delta m_1 = 33,9$$

$$33,9 = 0,2 \cdot 286 - 0,2 \cdot 44 + m'(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})$$

$\sqrt{48,4}$ , что больше, чем  $\Delta m$

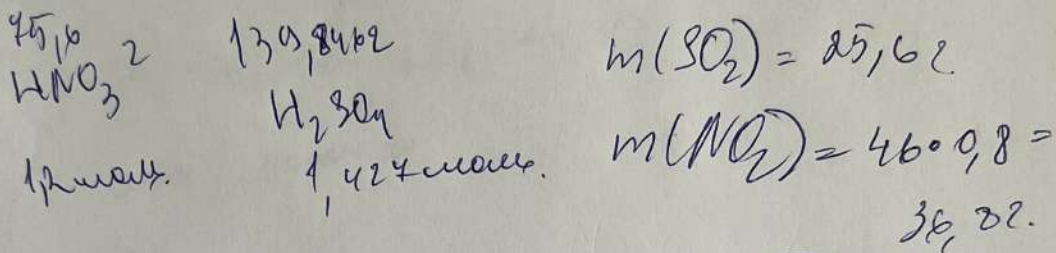
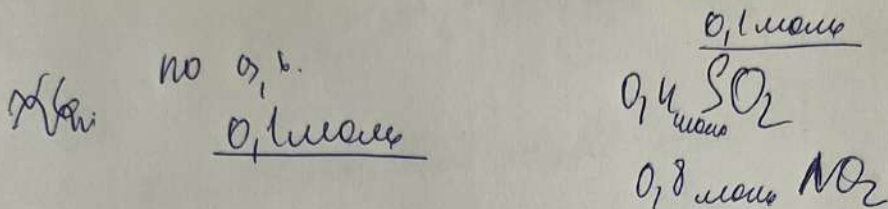
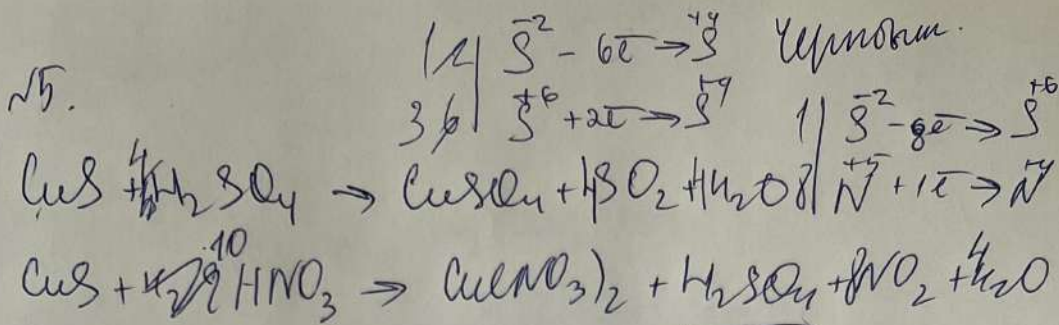
$$33,9 = x \cdot 286 - x \cdot 44$$

$$33,9 = 242x \quad x = 0,14 \text{ моль}$$

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

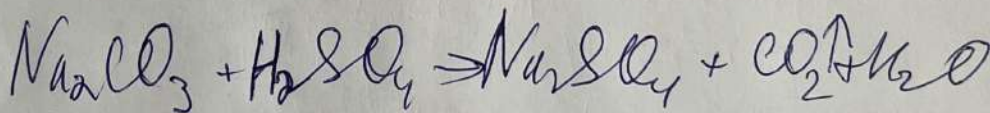
Ответ: 40,04 г.

6



$M_{Cu_1} = M_{Cu_2} + 120 - 36,8 = 83,2$  ←  $6$  сток  
 (83,2)

$m_{Cu_2} = m_{Cu_1} + 117,1 - 25,6 = 108,5$



$117,1 = 83,2 + m(Na_2CO_3 + H_2O) - m(CO_2)$   
 $114$

$\sqrt{6}$ .

$25,345$   $\frac{3}{8}$   $0,45$  моль  $Cu_2O$

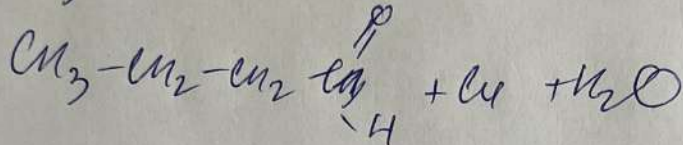
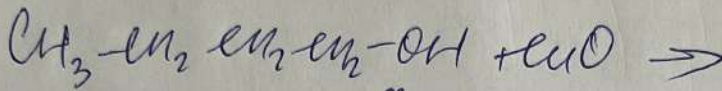
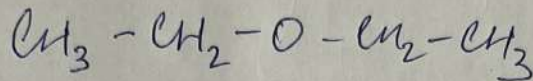
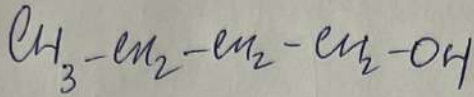
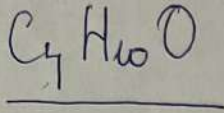
$25,345 = 25,345$

$m_{Cu_2O} =$

Вариант 1.

Черновик

1.



или альдегид.

2.

pH = 11

K<sub>диссоц</sub> = 10<sup>-10</sup>

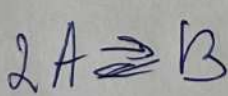
сб

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

сб

сб

3.



B:A = 1,86:1

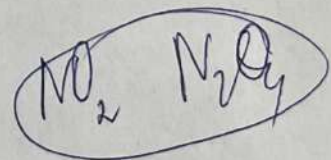
M<sub>245</sub>, 5г

45,5 =  $\frac{1,86B + A}{2,86}$

B = 2A

214,044 =  $\frac{1,86B + A}{4,72}$

сб



v<sub>1</sub> = k<sub>1</sub>[A]<sup>2</sup>  
v<sub>2</sub> = k<sub>2</sub>[B]

сб обратная,

k<sub>1</sub>[A]<sup>2</sup> = k<sub>2</sub>[B]

