



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Химия**

ФИО участника олимпиады: **Залетов Николай Алексеевич**

Класс: **11**

Технический балл: **87**

Дата проведения: **27 февраля 2022 года**

Шифр: 9762283

Проверяющий: Куркин Александр Витальевич

Комментарии:

1. 8 б

2. 16 б

3. 15 б – снял 1б за ошибку в расчете константы скорости разложения В

4. 20 б

5. 18 б – Снял 2б неверно рассчитана масса 2 стакана (ошибка в вычислении), и, как следствие, ошибки в расчетах разницы в массе и в количестве, кристаллогидрата. Принял расчет задачи на избыток азотной кислоты, те без присутствия серной кислоты.

6. 10 б – 2 балла за 2 правильные реакции получения газов и 6б за рассуждения

Итого: 87б

(11)

Углевод

42 e<sup>-</sup>; 32 n

C: 6 e<sup>-</sup>; 6 n

H: 1 e<sup>-</sup>; 0 n

O: 8 e<sup>-</sup>; 8 n

Общ. формула: C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub>.

$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 42 & (1) \\ 6x + 8z = 32 & (2) \end{cases}$$

Вычтем (2) из (1), получим

$$y = 10; \text{ из (2): } 8z = 32 - 6x; \text{ из (1) получим}$$

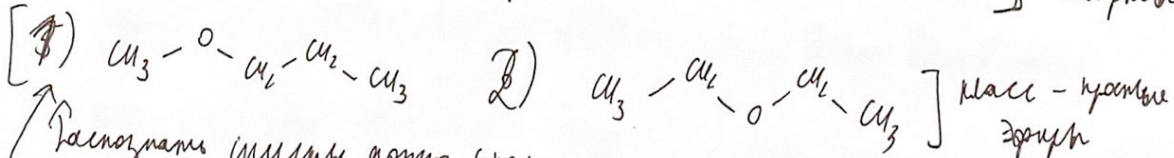
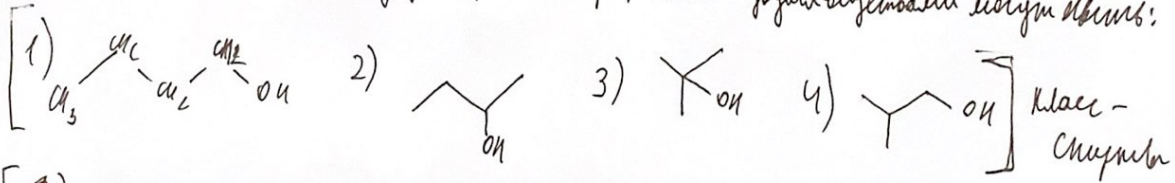
$$10 + 6x + 32 - 6x = 42$$

Рассмотрим значения x в зависимости от z:

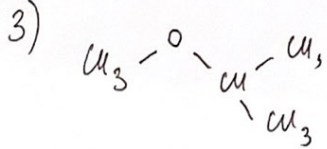
x	z
4	1
2,67	2
1,33	3
0	4
0	5

Целое значение только при z=1 ⇒ x=4 ⇒ формула соединения C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O, степень насыщенности 0, н.с.

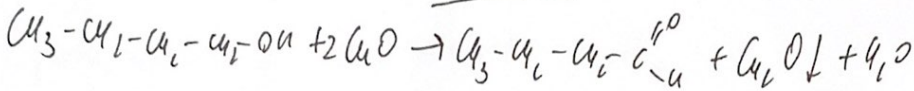
Возможны две функции двойной связи ⇒ это либо спирт, либо крестная эфир (в одной группе спирт, в другой крестной эфир). Этим же звеном соединены могут быть:



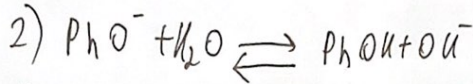
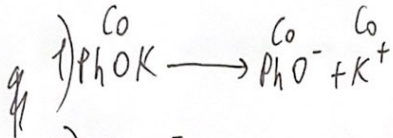
Разногласия спирты могут сполучно реагировать с CuO, при этом в аналоге крестно-кислотный окислитель Cu<sub>2</sub>O. Группы эфир в эту реакцию не вступают.



Учебная



(12)



$$K_f = \frac{[PhOH][OH^-]}{[PhO^-]} = \frac{[PhOH] \cdot \frac{1}{K_{ге.}}}{[K^+][PhO^-]} = \frac{K_w}{K_{ге.}}$$

$$K_w = [K^+][OH^-]$$

~~$$\frac{[PhOH][OH^-]}{[PhO^-]} = \frac{K_w}{K_{ге.}} \Rightarrow \frac{[PhOH]}{[PhO^-]} = \frac{K_w}{K_{ге.} [OH^-]}$$~~

$$[PhOH] = [OH^-] \cdot \frac{K_w}{K_{ге.}}$$

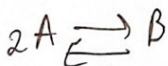
$$pOH = 14 - pH = 3 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-3} \Rightarrow \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-6}}{10^{-10}} = 10^{-4}$$

$$10^{-4} = \frac{40 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-3}}$$

$$10^{-4} \cdot 6 = 40 \cdot 10^{-6} = 10^{-6}$$

$$6 = 0,011 \cdot 6 = C(PhOK) = 0,011 \frac{mol}{L}$$

(13)



Учём  $\Delta(A) = x \text{ kcal}$ , тогда  $\Delta(B) = 1,86 \text{ kcal}$ , масса блага в атом

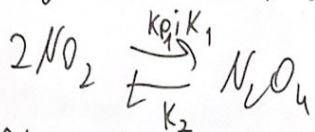
$$2x + 1,86x = 4,86x \text{ kcal. Тогда } M_A = 75,9 = M(A) \cdot \frac{x}{2,86x} + 2M(A) \cdot \frac{1,86x}{2,86x} =$$

$\Rightarrow 1,65 M(A) = 75,9 \Rightarrow M(A) = 46$ . Транс-напряжённая масса соединений - берём из газ  $NO_2$ . Децемброметр, он мотом

(2)

# Условие

диссоциации с образованием  $N_2O_4$



П.к. равновесие установилось  $\Rightarrow$  скорость прямой и обр. реакций

равны  $v_{пр.} = v_{обр.} \Rightarrow k_1 \cdot [NO_2]^2 = k_2 \cdot [N_2O_4] \Rightarrow k_2 = k_1 \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{k_1}{K_p}$

Тогда найдем парциальное давление:

то  $p_{одн.} = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ атм} \cdot 1 \text{ л}}{8,314 \cdot (273,15 + 30)} \cdot 101,3 \cdot 1 = 0,0402 \text{ моль}$

Тогда  $2,86 \text{ моль} = 0,0402 \Rightarrow n = \nu(NO_2) = 0,014 \text{ моль}; \nu(N_2O_4) = 0,0161$

Тогда  $p(NO_2) = \frac{\nu(NO_2) RT}{V} = 35,29 \text{ кПа} = 0,3529 \text{ атм}$

$p(N_2O_4) = \frac{\nu(N_2O_4) RT}{V} = 65,78 \text{ кПа} = 0,6578 \text{ атм}$

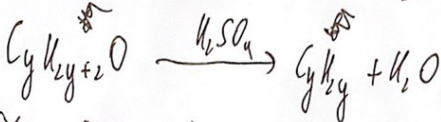
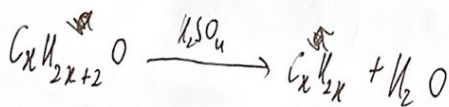
Тогда  $K_p = \frac{p(N_2O_4)}{p(NO_2)^2} = \frac{0,6578}{0,3529^2} = 5,281 \Rightarrow k_2 = \frac{k_1}{K_p} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{5,281} = 0,947 \cdot 10^{-3}$

и  
моль. мун.

(N4)

Найдем общее кол.во изосодержащих прогенов реакции:  $\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101,32 \cdot 1,175}{8,314 \cdot (273,15 + 110)} \approx$

$\approx 0,3 \text{ моль}$



Тогда  $\nu(C_x H_{2x+2} O) = a; \nu(C_y H_{2y+2} O) = b$  Тогда  $a + b = 0,3; m(a) + n(b) = 1,5, 92$

(3)

Условие

228

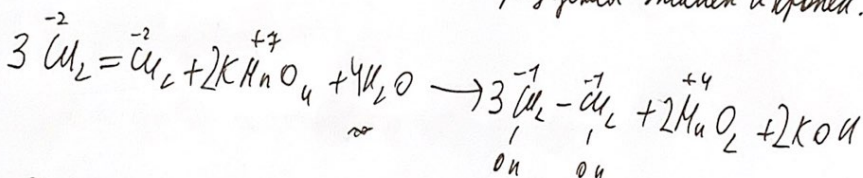
$$a \cdot M(C_2H_2O) + b \cdot M(C_2H_4O) = 15,9$$

$$\begin{cases} a \cdot (2x + 2x + 2 + 16) + b \cdot (2y + 2y + 2 + 16) = 15,9 \\ a + b = 0,3 \end{cases}$$

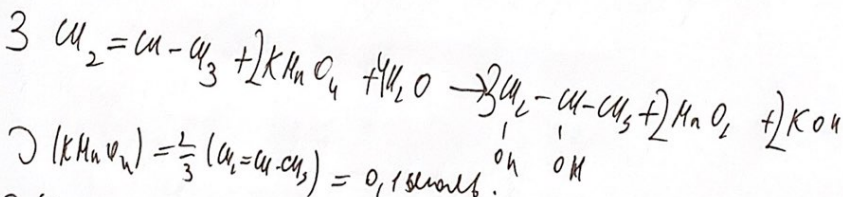
Возьмем  $M_{cp} = \frac{m}{\nu} = 53$ , м.е. если из атомов железа имеют одинаковую массу больше, а группой меньше. Тогда рассмотрим этанол ( $M = 46 \frac{g}{\text{моль}}$ ) и пропанол-1 ( $M = 60$ ). Все железо массовая доля этанола -  $x$ , тогда пропанола -  $(1-x)$ , тогда  $x \cdot 46 + (1-x) \cdot 60 = 53$ , откуда  $x = 0,5$

Тогда каждого атома было по 0,15 моль, тогда  $m(C_2H_5OH) = M \cdot 0,15 = 6,9g$ ;  $m(C_3H_7OH) = 0,15 \cdot M = 9g \Rightarrow w(C_2H_5OH) = \frac{6,9}{6,9+9} = 0,434$  (43,4%);  $w(C_3H_7OH) = 0,566$  (56,6%).

В реакцию с  $KMnO_4$  в реакцию окисляется этанол и пропанол.

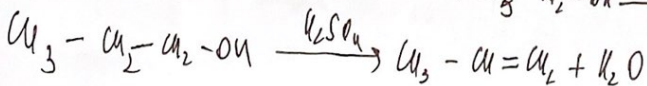
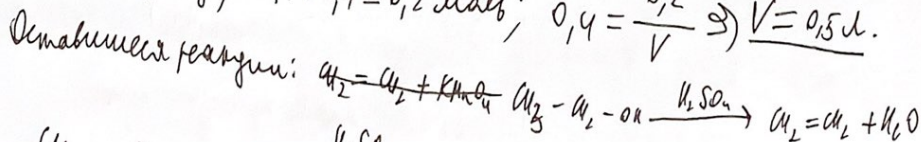


$$\Delta(KMnO_4) = \frac{2}{3} \Delta(C_2 = C_2) = \frac{2}{3} \cdot 0,15 = 0,1 \text{ моль}$$



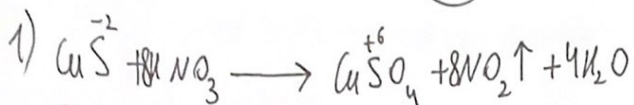
$$\Delta(KMnO_4) = \frac{1}{3} (C_1 = C_1 - C_3) = 0,1 \text{ моль}$$

$$\Delta(KMnO_4 \text{ общ.}) = 0,1 + 0,1 = 0,2 \text{ моль}; 0,4 = \frac{0,2}{V} \Rightarrow V = 0,5 \text{ л}$$



Умножен

(NS)



$\nu(\text{CuS}) = \frac{m}{M} = \frac{0,6}{64+32} = 0,1 \text{ моль}$

$m(\text{HNO}_3) = 120 \cdot 0,63 = 45,6 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{HNO}_3) = \frac{m}{M} = 1,2 \text{ моль}$

CuS в недостатке  $\Rightarrow$  определяем по нему:  $\nu(\text{CuSO}_4) = \nu(\text{CuS}) = 0,1 \text{ моль}$ .

$\nu(\text{HNO}_3) = 0,8 \text{ моль}$ ;  $\nu(\text{HNO}_3)_{\text{ост.}} = 1,2 - 0,8 = 0,4 \text{ моль}$ .

Умнож, в расчете остатков:

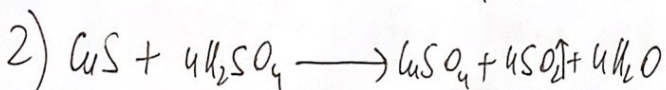
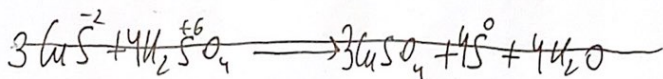
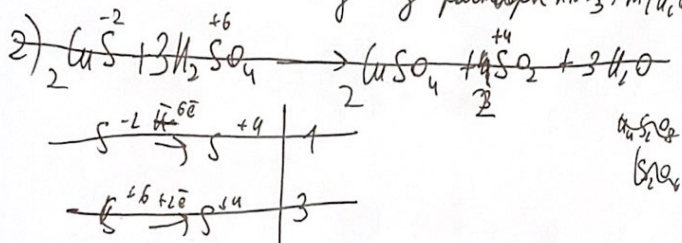
$\nu(\text{HNO}_3) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{HNO}_3) = 25,2 \text{ г}$

$\nu(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CuSO}_4) = 16 \text{ г}$

$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 4 \nu(\text{CuS}) = 0,4 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 7,2 \text{ г}$

максим. остаток воды из расчета HNO<sub>3</sub>;  $m(\text{H}_2\text{O}) = 44,4 \text{ г}$

умнож. моды = 92,8 г.



$m_{\text{моды}} = m(\text{CuS}) + m(\text{H}_2\text{SO}_4) - m(\text{SO}_2) = 9,6 \text{ г}$

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \cdot 1,427 = 139,846 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,427 \text{ моль}$ .

CuS в недостатке  $\Rightarrow \nu(\text{SO}_2) = 4 \cdot 0,7 = 2,8 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{SO}_2) = 112 \text{ г}$ .

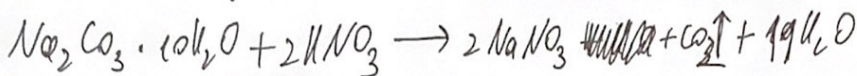
Итого остаток моды. 2 =  $9,6 + 139,846 - 112 = 37,446 \text{ г}$ .

Итого полная масса  $\Delta m = 124 - 92,6 = 31,4 \text{ г}$ .

(5)

## Условие

Таким образом нужно добавить еще 31,4 г в первом стакане, чтобы все выровнялось.



Пусть  $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x$  моль. тогда  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = x \cdot 286$ ;

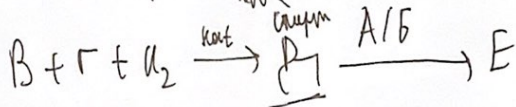
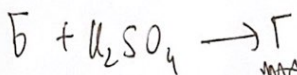
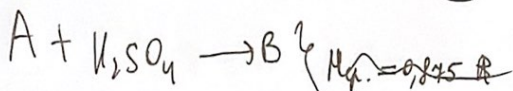
$m(\text{CO}_2) = x \cdot 44$ , таким образом приравняв массы составим

$$\Delta m = 286x - 44x = 242x \Rightarrow 242x = 31,4 \Rightarrow x \approx 0,13 \text{ моль}$$

проверим, закончилась ли  $\text{HNO}_3$ ;  $\nu(\text{HNO}_3) = 0,26 < 0,4$  ( $\nu(\text{HNO}_3)_{\text{исх.}}$ )

Тогда масса карбоната:  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \cdot 0,13 = \underline{37,18 \text{ г}}$ .

(N6)



$$\text{M}_{\text{р.}} = \text{M}_{\text{р.}}(\text{A и B}) = 0,845 \cdot 32 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

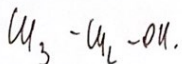
Если серная кислота реагирует с А и Б то выделяется  $\text{H}_2\text{S}$  /  $\text{SO}_2$ , однако их молярная масса больше, значит серная кислота в реакцию не вступает.

При этом одно из веществ является. Молярную массу 28 имеют  $\text{C}$  и соединения

$\text{CO}$  и  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$ . Тогда можем предположить, что  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$  (учитывая что

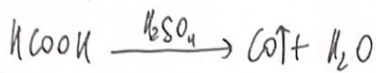
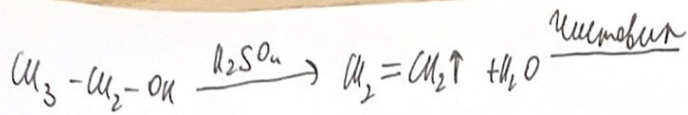
А и Б жидки, н.е. в них должны быть водородные связи, т.к. их молярная

масса небольшая), что  $\text{CO}$  образуется из  $\text{H-C}^{\text{II}}\text{-OH}$ , а  $\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$  из



(6)



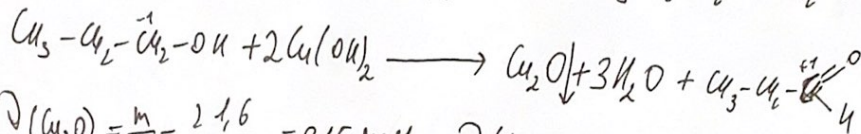
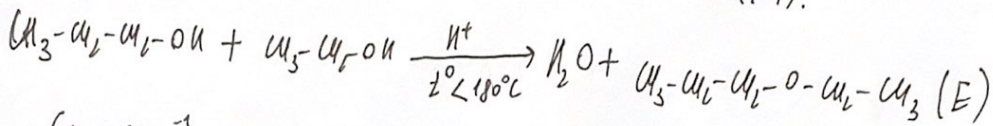
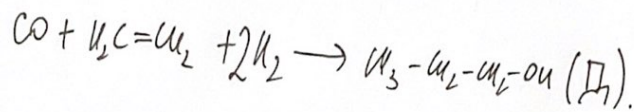


Вопросом определить соединения А/Б и В/Г нельзя, т.к. галл реакция  
идет со смесью, а потом соединим из веществ (по реакции, составу).

Иногда В/Г -  $CO$  и  $H_2C=CH_2$ ; В/Г - А/Б -  $C_3H_7OH$  и  $KCOOK$  (или наоборот).

Скорее всего, В/Г - смесь, т.к. по реакции с  $KMnO_4$  - как реакция на окислитель.

Итого:



$$D(Cu_2O) = \frac{m}{M} = \frac{2 \cdot 144}{128 + 16} = 0,15 \text{ моль} = D(C_3H_7OH)$$

$$m(C_3H_7OH) = M \cdot D = 0,15 \cdot (3 \cdot 12 + 8 + 16) = 9 \text{ г}$$