



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант _____

Место проведения г. Красноярск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

ПО Химии
профиль олимпиады

Сколовой Екатерины Максимовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

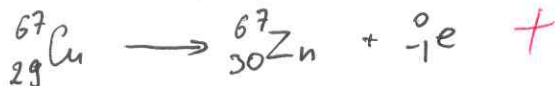
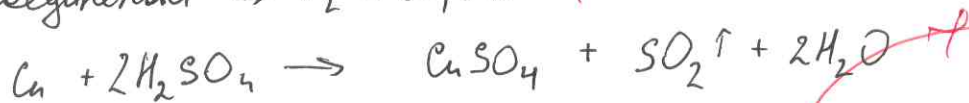
«02» 03. 2025 года

Подпись участника

Чистовик 1



2. Период полураспада зависит только от природы вещества, значит он не будет меняться при образовании другого соединения $\Rightarrow T_{1/2} = 61,8 \text{ ч.}$ +



$$3. \quad pV = \nu RT$$

Ar:

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \left(12,187 \frac{\text{V}}{\text{T}}\right) \text{ моль}$$

$$m(\text{Ar}) = \left(487,5 \frac{\text{V}}{\text{T}}\right) \text{ г} = m(\text{A})$$

A:

$$\nu R = \frac{p \cdot V}{T}$$

$$\frac{m}{M} R = p \cdot \frac{V}{T}$$

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{487,5 \frac{\text{V}}{\text{T}} \cdot 8,314 \text{ J}}{144,7 \text{ J}}$$

$$M = 28 \text{ г/моль}$$

Подходят N_2 и CO , при этом N_2 не поддерживает горение, а CO горит голубым пламенем, что согласуется с условием $\Rightarrow \text{A} - \text{CO}$. +

4. $\nu(\text{Cu}) = \frac{25,6}{64} = 0,4 \text{ моль}$. медь образуется в реакции в соотношении 1:1 с исходными спиртами, значит общая моль смеси = 0,4 моль.

Общая формула

предельных одноатомных спиртов: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ У нас есть спирты $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ и $\text{C}_{(n+1)}\text{H}_{2(n+1)+2}\text{O}$

$$\overline{M} = \underset{\text{спирт A}}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O})} \cdot x + \underset{\text{спирт B}}{M(\text{C}_{(n+1)}\text{H}_{2(n+1)+2}\text{O})} \cdot x$$

Спирт A и спирт B мы можем записать общей формулой $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}\text{O}$, где x - нецелый индекс.

Числовик 2

4. (продолжение) итью:

$$\frac{m(C)x}{\omega(C)} - m(C)x - m(H)(2x+2) = 16$$

$$\frac{12x}{0,6327} - 12x - (2x+2) = 16$$

$$x = 3,6244.$$

Нецелый x находится между целыми числами 3 и 4, значит брутто-формулы спиртов содержат 3 и 4 атома углерода, т.к. по условию они гомологи.



Из нецелого индекса 3,6244 мы также можем рассчитать массовые доли спиртов:

При соотношении молярных долей 1:1 нецелый индекс был бы 3,5, у нас он 3,6244, значит молярные доли:

$$3,6244 = \frac{3x(A) + 4x(B)}{1}, \quad x(A) = 1 - x(B)$$

$$3,6244 = 3(1 - x(B)) + 4x(B)$$

$$x(B) = 0,6244 \quad x(A) = 0,3756$$

Общая ~~кол-во~~ ^{мол-ва} смеси - 0,4 моль

$$0,4 \cdot 0,3756 = 0,15024 \text{ моль} - \text{ } \checkmark (C_3H_8O)$$

$$0,4 \cdot 0,6244 = 0,24976 \text{ моль} - \checkmark (C_4H_{10}O)$$

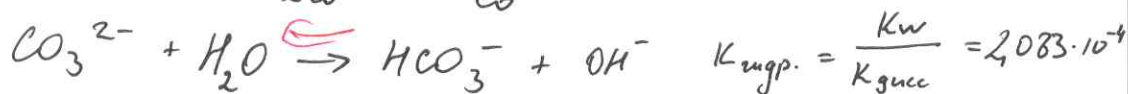
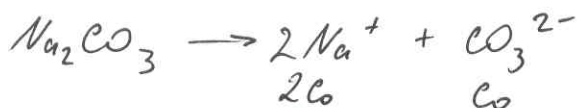
$$m(C_3H_8O) = 9,0144$$

$$m(C_4H_{10}O) = 18,48224$$

$$\omega(C_3H_8O) = \frac{9,0144}{9,0144 + 18,48224} = 0,32784 \Rightarrow 32,784\%$$

$$\omega(C_4H_{10}O) = \frac{18,48224}{9,0144 + 18,48224} = 0,67216 \Rightarrow 67,216\%$$

Чистовик 3



$$K_{гидр.} = \frac{[HCO_3^-][OH^-]}{[CO_3^{2-}]} = \frac{x \cdot [OH^-]}{C_0 - x} = 2,083 \cdot 10^{-4}$$

Далее мы можем пренебречь автопротолизом, т.к. гидролиз карбонат-иона его подавляет, и принять, что весь гидроксид-анион образуется в реакции гидролиза карбонат-аниона и его равновесная концентрация равна гидрокарбонат-иону, по стехиометрии гидролиза.

$$K_{гидр.} = \frac{[OH^-]^2}{C_0 - [OH^-]} = 2,083 \cdot 10^{-4}$$

$$pOH = pK_w - pH = 2,18$$

$$[OH^-] = 10^{-2,18}$$

$$2,083 \cdot 10^{-4} = \frac{[10^{-2,18}]^2}{C_0 - 10^{-2,18}}$$

$$C_0 = 0,21617 \text{ моль/л}$$

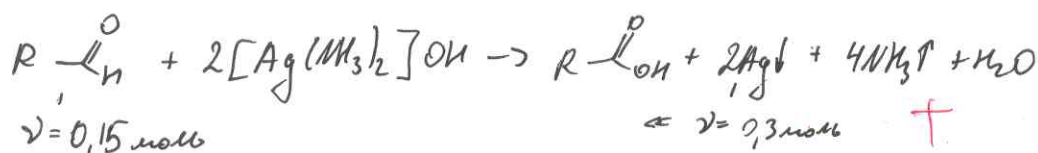
~~Вывод~~

$$\nu(Na_2CO_3 \cdot xH_2O) = 0,21617 \text{ моль}$$

$$n = \frac{50}{0,21617} = 231,3 \text{ моль} \Rightarrow \text{примерно } Na_2CO_3 \cdot 7H_2O$$

(погрешность в вычислении)

7. Зная что Б вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра и галогенную реакцию, мы можем сказать, что Б содержит, как алдегидную, так и кетонную группу.

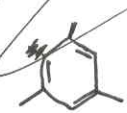


Числовик 4

7. (продолжение)

$$n(H_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 7,34}{8,314 \cdot 293} = 0,3 \text{ моль}$$

$B : H_2 = 1 : 2$ (H_2 восстанавливает кетонную и альдегидную группы до спиртовых) +

Самое простое строение Б -  тогда
А -  (из того, что А можно синтезировать из бензола и прометана)



~~Самое простое строение Б - ~~

~~$A \xrightarrow[2) Zn]{1) O_3} \times B$ (0,15 моль)~~

~~$M(A) = 14,4 \cdot \frac{0,3}{x}$~~

$M(A) = 14,4 : \left(\frac{0,15}{x}\right)$

при $x=1$ $M = 46,8$ ~~96~~

$x=2$ $M = 93,6$ ~~96~~ C_7H_{12}

$x=3$ $M = 140,4$ ~~96~~

$x=1$ C_7H_{12}

$x=2$ $C_{15}H_{12} / C_{14}H_{24}$

$x=3$ $C_{23}H_{12} / C_{22}H_{24}$

~~Варианты~~

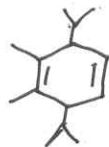
~~Учитывая формулу~~
~~должно быть 12~~

Т.к. все M кратно

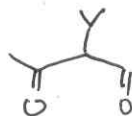
12, H должно быть
тоже кратно 12.

лучше всего подходит $C_{14}H_{24}$ при $x=2$
(3 ст. ненасыщенности (2 в. связи и цикл))

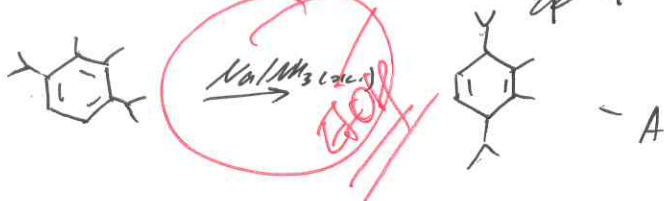
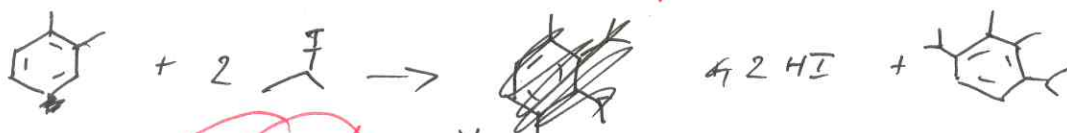
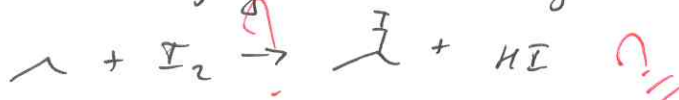
Учитывая все условия, можем предположить
структуру А:



и Б:

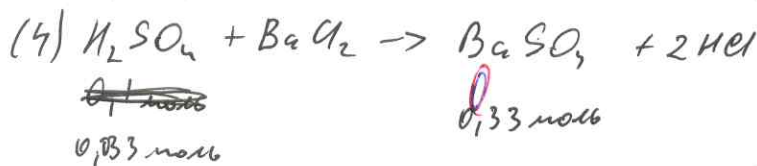
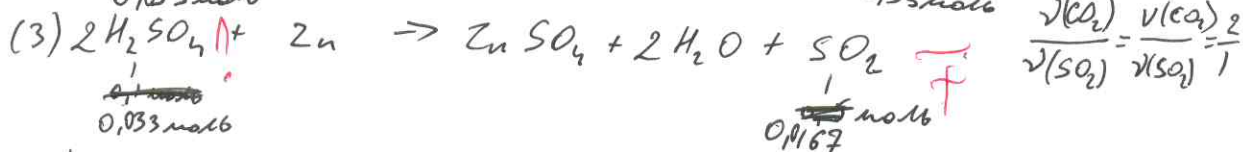
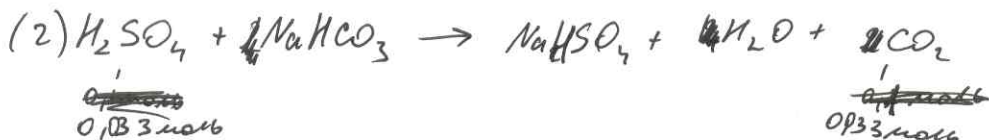
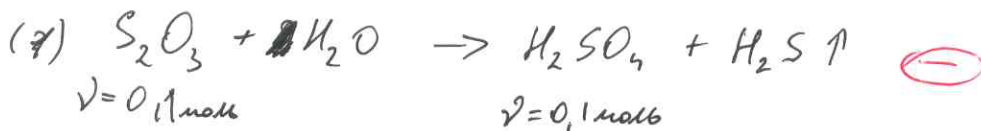


Задача 5
7. (продолжение)

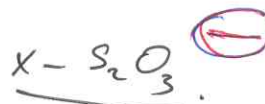


6. Судя по окраске лакмуса, раствор X в воде — кислоты. Вещества, которые при растворении в воде дают осадок с Ba^{2+} не так много. Ближе всего подходит SO_3 , но расчеты по нему не соответствуют условиям. Следовательно X — другой серосодержащий оксид. (другие кристаллические кислотные оксиды либо не дают осадка с Ba^{2+} , либо не выделяется газ в 1-й и 2-й колбах).

Рассмотрим S_2O_3 :



$$n = 233 \cdot 0,033 \approx 7,772$$



инструкция 6

6. (продолжение)

$$m_{p-pa} \text{ в 1-й колбе} = \frac{100}{3} = 33,33 \text{ г} \quad (+)$$

во 2-й реакцию, нет осадков и выделяется 0,033 моль CO_2 .

(которая проходит в 1-й колбе)

$$m(\text{CO}_2) = 1,452 \text{ г.} \quad +$$

$$m_{p-pa} = 31,878 \text{ г.} \quad -$$

$$m_{p-pa} = \frac{100}{3} - m_{\text{CO}_2} + m_{\text{NaHCO}_3}$$

$$m(\text{"S}_2\text{O}_3\text{"}) \text{ в 1-й колбе} = \frac{m(\text{"S}_2\text{O}_3\text{"}) \text{ в исходном растворе} - m(\text{CO}_2)}{3}$$

$$m(\text{"S}_2\text{O}_3\text{"}) = 12 - 3,2 = 8,8 \text{ г} \quad 8,8 : 3 = 2,933 \text{ г}$$

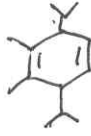
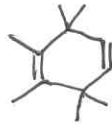
$$\omega(\text{"S}_2\text{O}_3\text{"}) = \frac{2,933}{31,878} = 0,092 = 9,2\%$$

Черновик 1

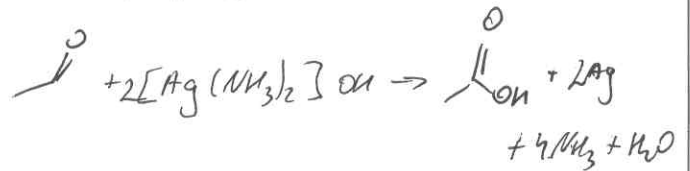
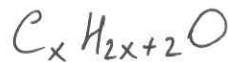
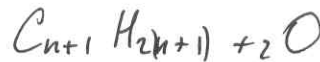
$$\frac{mR}{M} = \frac{pV}{T}$$

$$pV = mRT$$

$C_{14}H_{24}$



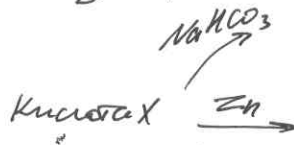
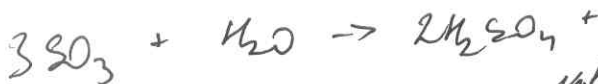
$$M = \frac{mRT}{pV}$$



$$\frac{12x}{\omega(C)} - 12 - (2x+2) = 16$$



X - (кисл. окисл?) SO_3



$\uparrow 2x$

$\uparrow 8x$



$\downarrow 7,772 \quad 0,03335$

